

Ecole doctorale Sciences de l'Homme et de la Société

Université de Lille

CIREL – Théodile (ULR 4354)



THESE DE DOCTORAT

Pour obtenir le grade de

DOCTEUR DE L'UNIVERSITE DE LILLE

Discipline : Sciences de l'éducation et de la formation

Présentée et soutenue publiquement par

Aicha BARROUDI

Le 7 novembre 2024

Les fonctions des expériences dans la construction de savoirs scientifiques

Etudes de cas au cycle 3 de l'école élémentaire

Directrice de thèse : Denise ORANGE RAVACHOL

Jury

Maria PAGONI-ANDREANI, Professeure des universités, Université de Lille,
Présidente

Catherine BRUGUIERE, Maître de conférences, HDR, INSPÉ Académie de Lyon,
Rapporteure

Marco BARROCA-PACCARD, Professeur des universités, Haute Ecole Pédagogique
de Vaud, Rapporteur

Catherine BOYER, Maître de conférences, Université de Lille, Examinatrice

Jérôme SANTINI, Maître de conférences, HDR, INSPÉ Académie de Nice,
Examineur

Denise ORANGE RAVACHOL, Professeure des universités, Université de Lille,
Directrice de thèse

« Toute connaissance est une réponse à une question. S'il n'y a pas eu de question, il ne peut y avoir connaissance scientifique. Rien ne va de soi. Rien n'est donné. Tout est construit »

(Bachelard, 1938)

Remerciements

Qui aurait dit qu'un jour je préparerais une thèse de doctorat ? Enfin ! Ce rêve s'est transformé en réalité. Et me voilà plongée dans le monde de la didactique des sciences si captivant. Au terme de cette aventure si enrichissante, j'aimerais exprimer mes sincères remerciements à tous celles et ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.

En tout premier lieu j'exprime ma profonde gratitude à Denise ORANGE RAVACHOL pour m'avoir accompagnée avec bienveillance, pour son encadrement, sa confiance, son encouragement et son soutien continu. Un grand merci pour le suivi de ma recherche avec intérêt et pour tout le temps que vous m'avez consacré pour la lecture et la discussion de ce travail.

Tous mes remerciements aux membres du jury de soutenance, à Catherine BRUGUIERE et Marco BARROCA-PACCARD d'avoir accepté d'être rapporteurs de cette thèse et d'avoir pris du temps pour sa lecture.

Je remercie profondément les membres de mon comité de suivi de thèse : Maria PAGONI, Catherine BOYER et Hanaà CHALAK, pour le soutien qu'elles m'ont apporté tout au long de ce travail de recherche, pour leurs questions qui ont nourri mes réflexions, les discussions qu'elles ont suscitées et les recommandations précieuses qu'elles m'ont données.

Mes sincères remerciements à Valérie LANTOINE, la responsable administrative du laboratoire CIREL, pour sa gentillesse et sa collaboration durant mes années d'étude.

J'adresse mes remerciements aux enseignantes et aux enseignants qui m'ont accueillie dans leurs classes et aidée à la construction de mon corpus de données. Je vous remercie très chaleureusement pour le temps que vous m'avez accordé pour répondre à mes questions, pour la gentillesse que vous avez manifestée tout au long de nos échanges. Votre aide m'a permis de pousser plus loin mes investigations et de poursuivre ce travail de recherche.

Je n'oublie pas de dire ma reconnaissance aux directrices et directeurs des écoles élémentaires pour avoir facilité mes démarches d'observations en classes et m'avoir aidée à faire aboutir ce travail.

Je remercie de façon appuyée tous les élèves des six classes observées pour leur grande participation dans la poursuite de ce travail. Cette recherche n'aurait pas vu le jour sans votre collaboration à vous tous.

Je remercie énormément mes chères amies au Maroc, Rajae et Fouzia, qui n'ont pas cessé de m'encourager.

Un grand Merci à ma belle-mère Nadira et mes beaux-frères Toufik et Med Amine au Maroc pour leurs encouragements et leur soutien.

Un grand Merci à mes chers parents et mes chères sœurs au Maroc, Mama, Siham, Jamila, Rachida, Hasnae et Ikram, pour leur soutien et leurs encouragements incessants. Je suis reconnaissante à vous tous et je ne serais jamais arrivée jusque-là sans votre présence dans ma vie.

Enfin je remercie énormément ma petite famille qui m'a toujours suivie dans ce projet : mon mari Amar pour la confiance qu'il a manifestée, mes enfants, Nour, Sami et Mohamed, qui ont toujours été à mes côtés. Merci d'avoir supporté mon stress, merci pour la patience dont vous avez su faire preuve et toute l'aide que vous m'avez apportée pendant ces longues années d'étude.

Sans chacun de vous ce travail n'aurait pas pu exister. Un grand MERCI à vous tous.

Résumé

Depuis les années 2000 et dans le but de rendre l'élève plus actif dans ses apprentissages, les programmes d'enseignement de sciences valorisent la démarche d'investigation comme une démarche pédagogique innovante qui veut rendre les élèves acteurs de leur apprentissage et où l'expérimentation, si elle est possible, occupe une place importante. Notre étude porte sur les fonctions des pratiques expérimentales dans l'enseignement des sciences au cycle 3 de l'école élémentaire. Nous nous focalisons sur les pratiques ordinaires d'enseignant.e.s pour comprendre comment elles ou ils exploitent les activités expérimentales dans la construction de savoirs scientifiques par les élèves. Nous analysons sept séquences ordinaires intégrant des expérimentations dans des domaines scientifiques différents (sciences physiques, sciences de la vie et la terre, éducation au développement durable). Notre analyse s'effectue dans le cadre théorique de l'apprentissage par problématisation. Elle vise à caractériser la place et le rôle des expériences et à quels types de savoirs elles contribuent ou non, mais aussi dans quels types de démarches elles s'inscrivent. Nous nous appuyons sur une méthodologie basée sur l'analyse des interactions langagières enseignant.e / élèves notamment celles attachées aux moments d'interprétation et d'exploitation des expériences en classe. En complément, nous étudions ce qu'en disent les enseignant.e.s lors d'entretiens semi-directifs réalisés avec elles et eux. Les résultats des analyses montrent que l'exploitation des expériences par les enseignant.e.s relèvent le plus souvent d'une logique de validation de la bonne solution au problème posé, où que les pratiques expérimentales en reste à une fonction illustrative. Cela tient de l'approche qu'ont les enseignant.e.s de la démarche d'investigation et des savoirs scientifiques, mais aussi à leurs difficultés de choix et de mise en œuvre des expériences et à celles de l'interprétation des résultats expérimentaux. Nous notons également que certaines expérimentations sont propices à de courts moments de problématisation, pas forcément intentionnels de la part de l'enseignant.e, et d'engagement des élèves vers des savoirs scientifiques raisonnés.

Mots clés

expérimentation, problématisation, réfutation, démarche d'investigation, savoirs scientifiques, pratique enseignante.

Title

The functions of experiments in the construction of scientific knowledge: a case study in cycle 3 of elementary school.

Abstract:

Since the 2000s, with the aim of making students more active in their learning, science curricula have been promoting the investigative approach as an innovative pedagogical approach that aims to make students actors in their learning, and where experimentation, where possible, plays an important role. Our study focuses on the functions of experimental practices in science teaching in cycle 3 of elementary school. We focus on the ordinary practices of teachers to understand how they exploit experimental activities in the construction of scientific knowledge by pupils. We analyze seven ordinary sequences incorporating experiments in different scientific fields (physical sciences, life and earth sciences, education for sustainable development). Our analysis is based on the theoretical framework of problematization-based learning. It aims to characterize the place and role of experiences and the types of knowledge to which they do or do not contribute, as well as the types of approaches they are part of. Our methodology is based on the analysis of teacher/pupil language interactions, particularly those relating to the interpretation and exploitation of experiments in the classroom. In addition, we study what teachers say in semi-directive interviews conducted with them. The results of our analyses show that the use of experiments by teachers is more often than not a matter of validating the correct solution to the problem posed, where experimental practices are confined to an illustrative function. This is due not only to teachers' approach to the investigative approach and scientific knowledge, but also to their difficulties in choosing and implementing experiments, and in interpreting experimental results. We also note that some experiments are conducive to brief moments of problematization, not necessarily intentional on the part of the teacher, and to engaging students in reasoned scientific knowledge.

Keywords

experimentation, problematization, refutation, investigative approach, scientific knowledge, teaching practice.

Table des matières

Liste des figures.....	17
Liste des tableaux.....	20
Introduction générale	24
Partie 1 : Appuis théoriques de la recherche.....	29
Introduction	30
Chapitre 1 : Repères épistémologiques sur la construction d'un savoir scientifique	31
Introduction	31
1. Les deux approches épistémologiques de l'activité des scientifiques.....	31
1.1. L'approche empiriste de l'activité scientifique.....	32
1.2. L'approche rationaliste de l'activité scientifique.....	33
2. Le critère de réfutabilité des théories scientifiques chez Popper.....	35
3. La mise en avant du travail des problèmes par les scientifiques	36
4. Rôle des pratiques langagières et des pratiques empiriques dans l'activité scientifique.....	38
Conclusion	39
Chapitre 2 : Le cadre de l'apprentissage par problématisation	40
Introduction	40
1. Un savoir scientifique est lié à un problème explicatif	40
2. Un savoir scientifique est un savoir apodictique (raisonné).....	42
3. Articulation du registre empirique et du registre des modèles	44
4. L'accès aux savoirs raisonnés par le biais des pratiques langagières.....	45
5. Les débats scientifiques, moments propices pour la problématisation.....	48
6. Rôle des pratiques expérimentales dans la construction de savoirs scientifiques	51
Conclusion	53

Chapitre 3 : Les fonctions des expériences dans l'activité de recherche scientifique et dans le cadre scolaire.....	54
Introduction	54
1. Les fonctions des investigations empiriques dans l'activité de recherche scientifique.....	54
1.1. La mise à l'épreuve d'un modèle	54
1.2. La mise en tension critique des idées explicatives et des investigations empiriques.....	55
1.3. “L’instanciation” des modèles.....	55
1.4. Les expériences ou les relevés descriptifs	55
2. Les approches de l’expérimental dans le cadre scolaire.....	56
2.1. Mode de familiarisation pratique ou « les expériences-action ».....	56
2.2. Mode d’élaboration théorique ou « les expériences-outil »	58
2.3. Mode d’investigation empirique ou « les expériences-objet »	59
3. Articulation des fonctions des expériences dans l’activité scientifique avec les approches de l’expérimental repérées à l’école	60
Conclusion	61
Chapitre 4 : Place accordée à l’expérimentation dans les instructions officielles de l’enseignement des sciences à l’école	62
Introduction	62
1. Place de l’expérimentation dans l’histoire de l’enseignement des sciences.....	62
1.1. La leçon des choses (1887)	63
1.2. Les activités d’éveil (1970).....	64
1.3. L’opération « la main à la pâte » (1996).....	65
1.4. Le PRESTE (2000)	66
2. La préconisation de la démarche d’investigation	70
2.1. Le contexte institutionnel français de la mise en œuvre de la démarche d’investigation (2000).....	70

2.2. Les principes de la démarche d'investigation	71
2.3. Les moments de la démarche d'investigation à l'école élémentaire.....	71
2.4. Place et fonction de l'expérimentation et des expériences dans le cadre de la démarche d'investigation	73
2.5. Articulation entre investigations expérimentales et pratiques langagières dans le cadre de la démarche d'investigation	76
2.6. Démarche d'investigation et problématisation	77
Conclusion	80
Chapitre 5 : Les conceptions des enseignants sur la démarche scientifique, l'expérimentation et la construction de savoirs à l'école	81
Introduction	81
1. Démarche expérimentale, expérimentation, expérience, manipulation.....	81
2. La faisabilité de l'expérimentation dans le cadre scolaire.....	84
3. Approche fréquente des enseignants de la démarche scientifique et de la construction de savoirs	85
4. La place accordée aux pratiques langagières orales et écrites dans le contexte scolaire.....	87
5. OHERIC, une tradition d'enseignement des sciences à l'école	89
6. Difficultés de mise en œuvre de la démarche d'investigation en classe de sciences.....	92
7. Difficultés liées à la transposition des pratiques expérimentales des scientifiques en classe.....	93
8. Caractéristique et relation aux problèmes des textes de savoirs construits à l'école	95
8.1. Les caractéristiques de textes de savoirs scolaires.....	95
8.2. L'oubli du problème dans les textes de savoirs scolaires	96
Conclusion et reformulation de question de recherche	98
Partie 2 : Méthodologie de recherche et domaine d'étude.....	100
Introduction	101

1. Une méthodologie basée sur l'étude de séquences ordinaires.....	101
2. Population concernée, méthode d'enquête et faisabilité	102
3. Outils méthodologiques de recueil de données	104
3.1. Observation des séquences ordinaires	104
3.2. Entretiens semi-directifs avec les enseignants	105
3.3. Le recueil des productions des élèves	107
3.4. Un recueil de données complémentaire	108
4. Méthode d'analyse des données	115
4.1. Description du déroulement de la séquence étudiée	117
4.2. Analyse des pratiques enseignantes	118
4.3. Analyse du texte de savoir final.....	120
4.4. Analyse des entretiens conduits avec les enseignants.....	120
Conclusion	121
Partie 3 : Etude des fonctions des expérimentations dans des situations ordinaires portant sur des problèmes en sciences physiques	124
Introduction	125
Chapitre 1. Etude d'une séquence ordinaire portant sur l'allumage d'une ampoule avec une pile.....	126
1. La notion de circuit électrique à l'école élémentaire.....	126
2. Présentation de la séquence ordinaire de classe étudiée	128
3. Description du déroulement de la séquence étudiée.....	129
4. Analyse de la séquence étudiée	136
4.1. La mise en place des expériences de familiarisation pratique	136
4.2. Focalisation sur la dimension matérielle de l'activité manipulatoire	137
4.3. Construction de la nécessité de construction du circuit électrique	137
4.4. Construction des conditions d'allumage de l'ampoule.....	139
5. Analyse de la trace écrite.....	140
6. Etude de l'entretien semi-directif réalisé avec l'enseignant A	141

6.1. Conception de l'enseignant A de la démarche d'investigation.....	141
6.2. Valorisation des activités manipulatoires	142
6.3. Importance des échanges lors de l'interprétation des résultats des montages électriques	142
6.4. Le lien manipulation / problème	143
Conclusion	143
Chapitre 2 : Etude d'une séquence ordinaire portant sur les mélanges solides / eau	146
Introduction	146
1. Le cadre institutionnel de l'étude des mélanges au cycle 3 de l'école élémentaire	147
2. Les difficultés des élèves dans l'étude des mélanges à l'école élémentaire....	147
2.1. Difficultés liées à l'appropriation du phénomène de la dissolution d'un solide dans l'eau.....	147
2.2. Difficultés liées à l'appropriation du phénomène de l'évaporation.....	148
3. Présentation de la séquence ordinaire de classe étudiée.....	149
4. Etude des problèmes en jeu	150
4.1. Etude du problème 1 : « Comment avoir l'eau salée ? »	150
4.2. Etude du problème 2 : « comment récupérer le sel de l'eau salée ? »	155
4.3. Etude du problème 3 : la solubilité des solides dans l'eau	169
4.4. Etude du problème 4 : « Comment nettoyer l'eau salée par la terre ? »...	174
5. Résultats issus de l'analyse des quatre problèmes.....	185
6. Etude des entretiens conduits avec l'enseignante B	187
6.1. La conception de l'enseignante B de la démarche d'investigation.....	188
6.2. Choix limité des expériences possibles.....	189
6.3. Une marge de manœuvre donnée aux élèves	189
6.4. La complexité du savoir en jeu	190
6.5. Difficultés liées à l'interprétation des résultats expérimentaux.....	190

7. Conclusion globale de l'étude de la séquence portant sur les mélanges	191
Partie 4 : Etude des fonctions des expérimentations dans des situations ordinaires portant sur le problème de nutrition des plantes vertes.....	193
Introduction	194
Chapitre 1 : La nutrition des plantes vertes : quels savoirs en jeu ?	195
Introduction	195
1. Le phénomène de la photosynthèse	195
2. La respiration chez les plantes vertes	196
3. Les conceptions des élèves à propos de la nutrition des plantes vertes à l'école élémentaire.....	196
Conclusion	199
Chapitre 2. Etude d'une séquence ordinaire traitant le problème des besoins des plantes vertes pour se développer (recueil 2017/2018).....	200
Introduction	200
1. Présentation de la séquence de classe étudiée	200
2. Description du déroulement de la séquence étudiée.....	201
3. Analyse de la séquence étudiée	210
3.1. Interprétation des résultats des expériences mises en place.....	211
3.2. Interprétation des schémas des élèves.....	212
3.3. L'analyse de la trace écrite	213
4. Etude de l'entretien semi-directif réalisé avec l'enseignante C	215
4.1. Conception de l'enseignante C de la démarche d'investigation	215
4.2. Valorisation des pratiques expérimentales par l'enseignante	216
4.3. L'absence du lien expérience / problème.....	216
Conclusion	217
Chapitre 3. Etude d'une séquence ordinaire portant sur le problème des conditions de développement des plantes vertes (recueil 2021/2022).....	221
Introduction	221

1. Présentation de la séquence ordinaire de classe étudiée.....	222
2. Description du déroulement de la séquence étudiée.....	223
3. Analyse de la séquence étudiée	230
3.1. Interprétation et exploitation des résultats des expériences de semis	230
3.2. L'analyse de la trace écrite	232
Conclusion	232
4. Etude des deux entretiens réalisés avec l'enseignante D.....	233
4.1. Conception de l'enseignante D de la démarche d'investigation.....	234
4.2. Valorisation des expériences par l'enseignante	234
4.3. Conception de l'enseignante de la mise à l'épreuve des hypothèses.....	235
4.4. Difficultés liées à la maîtrise des savoirs scientifiques par l'enseignante.....	235
4.5. Décalage entre le problème de départ et le problème travaillé.....	236
4.6. Temps limité d'enseignement	236
Conclusion générale de l'étude des deux séquences portant sur la nutrition des plantes.....	237
Partie 5. Etude d'une séquence ordinaire articulant des savoirs scientifiques dans le domaine de sciences de la vie et la terre et l'EDD.....	240
Introduction	241
1. Le contexte institutionnel d'intégration de l'EDD à l'école élémentaire.....	241
2. Les caractéristiques des problèmes d'Education au Développement Durable	242
3. Le compostage des déchets : quels savoirs en jeu ?	244
3.1. Compostage des déchets organiques et EDD.....	244
3.2. Vers de terre et compostage	244
3.3. Composteur et lombricomposteur.....	245
3.4. Ver de terre de compost	246
3.5. Les conceptions des élèves sur la décomposition de la matière organique	246

4. Présentation de la séquence ordinaire de classe étudiée.....	247
5. Description du déroulement de la séquence étudiée.....	249
6. Analyse de la séquence étudiée	255
6.1. Interprétation des résultats de l'expérience 1.....	256
6.2. Interprétation des résultats de l'expérience 2.....	258
6.3. Analyse de la trace écrite	259
Conclusion	262
Partie 6 : Etude des fonctions des expérimentations dans des situations ordinaires articulant des savoirs scientifiques dans le domaine de sciences physiques et l'EDD	265
Introduction	266
Chapitre 1 : Le contexte institutionnel de l'étude du « tri des déchets » à l'école.	267
1. L'éducation à l'environnement et au développement durable.....	267
1.1. La thématique de tri des déchets à l'école élémentaire.....	268
1.2. Déchet, tri sélectif et recyclage	269
2. Les savoirs scientifiques mobilisés dans l'étude du problème de tri des déchets	271
2.1. Le problème de tri des déchets dans les programmes de 2015	271
2.2. Difficultés liées aux conceptions des élèves dans l'appropriation de la notion de la densité.....	271
Chapitre 2 : Etude d'une séquence ordinaire portant sur le tri des déchets (recueil de 2017/2018)	274
1. Présentation de la séquence de classe étudiée	274
2. Description du déroulement de la séquence	276
3. Analyse de la séquence étudiée	282
3.1. Interprétation des résultats des expériences	282
3.2. Analyse de la trace écrite	284
3.3. Education au développement durable	284

4. Etude de l'entretien semi-directif réalisé avec l'enseignant E	285
4.1. La conception de l'enseignant E de la démarche d'investigation.....	285
4.2. L'enseignant est sur une logique de réussite.....	286
4.3. La complexité des notions scientifiques : magnétisme et densité.....	286
4.4. Dominance des moments de guidage et de canalisation des élèves.....	287
Conclusion	287
Chapitre 3. Etude d'une deuxième séquence ordinaire portant sur le problème de tri des déchets (recueil de 2021/2022)	289
Introduction	289
1. Présentation de la séquence de classe étudiée	290
2. Description de la séquence étudiée.....	291
3. Analyse de la séquence étudiée	295
3.1. Interprétation des résultats des expériences	295
3.2. Analyse de la trace écrite	297
3.3. La dimension éducation au développement durable dans la séquence	298
4. Analyse des entretiens menés avec l'enseignante F	299
4.1. Conception de l'enseignante F de la démarche d'investigation.....	300
4.2. La complexité des expériences mises en place	300
4.3. La complexité des notions scientifiques mobilisées (magnétisme et densité)	301
4.4. Temps limité de l'enseignement	302
4.5. Une séquence moins utile en termes d'EDD	302
Conclusion générale de l'étude des deux séquences portant sur le tri des déchets	303
Partie 7 : Résultats de la recherche et discussion	307
Introduction	308
1. Conceptions des enseignants sur la démarche d'investigation et linéarité des démarches mises en place.....	309

2. Ecart entre la mise en œuvre de la démarche d'investigation des enseignants et les instructions officielles	312
3.L'exploitation par les enseignants des expériences et de l'expérimentation dans les démarches mises en place	315
4. La place de l'expérimentation entre pratique déclarée et pratique effective des enseignants.....	318
5. Les fonctions des expériences dans la construction de savoirs scientifiques des élèves	320
6.Valorisation de la dimension matérielle des pratiques expérimentales : une dérive vers l'empirisme	321
7.Dominance de moments de guidage et canalisation des élèves.....	323
8. Les types de savoirs construits : savoirs assertoriques ou propositionnels	325
9. Difficultés rencontrées par les enseignants dans la mise en place et l'exploitation des pratiques expérimentales	328
9.1. Difficultés liées à la complexité d'interprétation des résultats expérimentaux	328
9.2. Difficultés liées aux conditions matérielles de la mise en place des expériences dans les classes de l'école élémentaire	330
9.3. Difficultés liées à la maîtrise des connaissances scientifiques par les enseignants.....	331
9.4. Difficultés liées aux contraintes institutionnelles	332
Conclusion	333
Conclusion générale	335
1. Apports de notre recherche	335
2. Limites et perspectives de notre recherche	336
Bibliographie	339
Annexes	353

Liste des figures

Figure 1 : Schéma de la modélisation de l'empirisme en sciences (Beuve, 2017, p. 121)	33
Figure 2 : Schéma de la modélisation du rationalisme en sciences (Beuve, 2017, p. 123)	34
Figure 3. Schéma de l'activité scientifique (Orange, 2003b, p.4)	44
Figure 4. Interprétation possible et délinéarisée de la démarche d'investigation (Orange, 2012, p. 127)	79
Figure 5. Les phases de la méthodologie des séquences ordinaires (Chalak, 2011, p.102)	102
Figure 6. Schéma d'étude des expériences	119
Figure 7. Méthodologie générale d'analyse des séquences ordinaires	121
Figure 8 : Schéma d'un circuit électrique simple	128
Figure 9. Schéma de l'ampoule réalisé par un élève	130
Figure 10. Schéma de la pile réalisé par un élève	130
Figure 11. Manipulations réalisées par trois binômes d'élèves (allumer une ampoule avec une pile plate)	131
Figure 12. Exemples des schémas individuels des élèves concernant l'allumage de l'ampoule avec une pile plate (annexe 5)	132
Figure 13. Les quatre modèles des schémas des élèves (allumer une ampoule avec une pile plate)	132
Figure 14. Manipulations des élèves (ampoule et pile ronde)	133
Figure 15. Photos et schémas des manipulations d'allumage d'une ampoule avec une pile ronde réalisés par les élèves	134
Figure 16. Le schéma du circuit électrique effectué par l'enseignant	135
Figure 17. Le texte du savoir (allumer une ampoule avec une pile)	135
Figure 18. Photo du sel de cuisine projetée au TBI	151
Figure 19. Photos des mélanges (eau + sel) réalisés par les élèves	152

Figure 20. Conclusion commune de l'expérience du mélange eau et sel	153
Figure 21. Texte de savoir fourni par l'enseignante B (le mélange de l'eau salée)...153	
Figure 22. Exemples de productions individuelles des élèves sur les expériences de filtration.....	158
Figure 23. Résultat des expériences de filtration de l'eau salée	158
Figure 24. Transcription de la vidéo décrivant le processus de l'évaporation dans les marais salants	159
Figure 25. Les hypothèses proposées par les élèves pour mettre en place l'expérience d'évaporation	160
Figure 26. Le texte de savoir construit (comment séparer le sel de l'eau salée)	163
Figure 27. Exemple de fiche distribuée aux élèves (solubilité des solides dans l'eau)	170
Figure 28. Les expériences de mélanges des solides dans l'eau mises en place par les groupes d'élèves.....	171
Figure 29. Conclusion et interprétations des résultats des expériences (solides + eau)	171
Figure 30. Texte de savoir construit (solubilité des solides dans l'eau)	172
Figure 31. Présentation de la démarche par l'enseignante (comment nettoyer l'eau salie par la terre).....	175
Figure 32. Les hypothèses formulées par la classe pour nettoyer l'eau salie par la terre	178
Figure 33. Photos des pots d'eau salie par la terre après décantation.....	179
Figure 34. Le texte de savoir fourni par l'enseignante (nettoyer l'eau salie par la terre)	180
Figure 35. L'image projetée du champ de maïs.....	203
Figure 36. Une partie du feuillage d'un cerisier (feuilles sèches, feuilles non sèches)	205
Figure 37. Constat de jardinier sur les tontes de la pelouse.....	206
Figure 38. Evolution du semis de haricot après une semaine	210

Figure 39. Le texte de savoir construit (nutrition des plantes)	210
Figure 40. Quelques exemples de schémas des élèves des expériences de semis mises en place	213
Figure 41. Conceptions des élèves sur les conditions de développement des plantes	224
Figure 42 : Transcription de la vidéo projetée au TBI par l'enseignante (Conditions de développement de la plante Anémone).....	225
Figure 43. Fiche exercice distribuée aux élèves (annexe 25)	226
Figure 44. Dispositif expérimental (semis de graines de capucine)	227
Figure 45. Retour sur les conceptions des élèves sur les conditions de développement des plantes	228
Figure 46. Photos des résultats des semis après quinze jours	229
Figure 47. Le texte de savoir projeté par l'enseignante au TBI.....	229
Figure 48. Photo du composteur du jardin.....	250
Figure 49. Photo des lombricomposteur d'appartement	251
Figure 50. Le texte de savoir construit (compostage des déchets par les vers de terre)	255
Figure 51. Photo des déchets recyclables projetée au TBI (Retz, 2016, p.9)	277
Figure 52. Document de la centrale du tri (Retz, 2016, p.14).....	278
Figure 53. Photo d'eau polluée par des déchets ménagers projetée au TBI (Retz, 2016, p.11)	279
Figure 54. Schémas des deux expériences réalisées par les élèves (annexe 29).....	280
Figure 55. La trace écrite projetée au TBI (Retz, 2016, p.13)	282
Figure 56. Photo des morceaux de bois flottant sur l'eau (Retz, 2016, p.12).....	295
Figure 57. La trace écrite projetée au TBI (Retz, 2016, p.13)	295
Figure 58 : Texte à trous (séquence 6).....	305
Figure 59 : Texte à trous (séquence 7).....	305

Liste des tableaux

Tableau 1. Objectifs d'apprentissage et principes de fonctionnement du « débat scientifique » dans la classe (Orange, 2000, pp.14-15, modifié par Chalak, 2012, p.41)	49
Tableau 2. Le mode de familiarisation pratique (Coquidé, 2003, p.15)	58
Tableau 3. Le mode d'élaboration théorique (Coquidé, 2003, p.15)	59
Tableau 4. Le mode d'investigation empirique (Coquidé, 2003, p.15)	60
Tableau 5. Les orientations du PRESTE (M.E.N. 2000)	67
Tableau 6. Le statut de l'expérimentation durant les périodes marquantes l'enseignement des sciences en France	69
Tableau 7. Les moments de la démarche d'investigation à l'école primaire (programmes 2015, 2020)	72
Tableau 8. Les moments de la démarche d'investigation à l'école primaire (Coquidé et <i>al.</i> , 2009, pp.53-54)	73
Tableau 9. Place et statut des pratiques expérimentales dans les programmes de 2015 et 2020	75
Tableau 10. Démarche d'investigation et problématisation (Lhoste et Gobert, 2011, p.6)	79
Tableau 11. Exemple d'un texte de savoir propositionnel	96
Tableau 12. Questions posées aux enseignants lors de l'entretien semi-directif (recueil de données 2017/2018)	106
Tableau 13. Présentation des cas étudiées (recueil de données 2017/2018)	108
Tableau 14. Questions posées aux enseignants lors des entretiens pré-séquence (recueil des données 2021/2022)	112
Tableau 15. Questions posées aux enseignants lors des entretiens post-séquence (recueil des données 2021/2022)	113
Tableau 16. Présentation des cas étudiés (recueil de 2021/2022)	114
Tableau 17. Le synopsis construit pour l'analyse des séquences	118

Tableau 18. Types de savoirs construits	120
Tableau 19. Présentation de l'ensemble des séquences observées selon les domaines scientifiques en jeu.....	122
Tableau 20. Tableau synoptique du déroulement de la séquence 1	129
Tableau 21. Conception de l'enseignant A de la démarche d'investigation.....	142
Tableau 22. Les quatre problèmes étudiés dans la séquence portant sur les mélanges	150
Tableau 23. Tableau synoptique du déroulement de la première séance portant sur la réalisation du mélange de l'eau salée.....	151
Tableau 24. Interprétation par les groupes des élèves des résultats du mélange eau + sel	153
Tableau 25. Synopsis de l'étude du problème de comment séparer le sel de l'eau salée	156
Tableau 26. Description et résultat de l'expérience d'évaporation de l'eau salée.....	161
Tableau 27. Quelques productions individuelles d'élèves sur l'observation du résultat de l'expérience d'évaporation de l'eau salée	162
Tableau 28. Tableau synoptique du déroulement de la séance consacrée au problème de solubilité des solides dans l'eau.....	169
Tableau 29. Tableau synoptique de déroulement des deux séances consacrées au problème de nettoyage de l'eau salie par la terre.....	175
Tableau 30. Propositions d'expériences par les élèves pour nettoyer l'eau salie par la terre	177
Tableau 31. Résultats des expériences de filtration de l'eau salie par la terre.....	178
Tableau 32. Quelques productions des élèves sur les observations des résultats de filtration de l'eau salie par la terre	183
Tableau 33. Etude comparative des moments de la démarche d'investigation avec la démarche mise en place par l'enseignante B	192
Tableau 34. Conceptions des élèves sur la nutrition des plantes (Rumelhard, 1985, p.42)	197

Tableau 35. Tableau synoptique du déroulement de la séquence	202
Tableau 36. Hypothèses et dispositif expérimental mis en place pour les semis de graines	207
Tableau 37. Les résultats des expériences des semis de graines réalisées par les élèves en classe	209
Tableau 38. Conception de l'enseignante C de la démarche scientifique.....	215
Tableau 39. Témoignages d'élèves sur la mise en place des expériences de semis réalisés en classe	217
Tableau 40. Tableau synoptique de déroulement de la séquence	223
Tableau 41. Expériences de semis mises en place (graines de capucine).....	228
Tableau 42. Propos d'élèves après observation des résultats de leur semis.	229
Tableau 43. Conception de l'enseignante D de la démarche d'investigation	234
Tableau 44. Récapitulatif des fonctions des pratiques expérimentales mises en place dans les deux séquences portant sur les besoins nutritifs des plantes vertes	238
Tableau 45. Tableau synoptique de déroulement de la séquence 5	249
Tableau 46. Descriptif des deux expériences affichées au TBI par l'enseignante et de leurs résultats	254
Tableau 47. Tableau synoptique de déroulement de la séquence 6	275
Tableau 48. Descriptif des deux expériences mises en place par les élèves pour trier les déchets.....	281
Tableau 49. Tableau synoptique de déroulement de la séquence 7	291
Tableau 50. Descriptif du déroulement des expériences mises en place (tri des déchets, séquence 7).....	294
Tableau 51. Conception de l'enseignante F de la démarche d'investigation.....	300
Tableau 52. Conceptions des six enseignants sur la démarche d'investigation.....	310
Tableau 53. Présentation comparative des sept études de cas	313
Tableau 54. Profil des enseignants interviewés	314
Tableau 55. Déclarations des enseignants sur la valorisation des expériences et des manipulations en sciences.....	319

Tableau 56. Catégories des expériences mises en place par les enseignants et fonctions	321
Tableau 57. Conceptions des enseignants concernant l'expérimentation et la manipulation en classe	322
Tableau 58. Type de savoirs construits dans les cas étudiés.....	327
Tableau 59. Déclarations des enseignants interviewés sur le manque du matériel expérimental en classe de sciences	331

Introduction générale

Dans l'enseignement actuel des disciplines scolaires, il y a une tendance à faire une rupture avec les méthodes traditionnelles d'apprentissage. Les cours magistraux ont considéré pour longtemps l'enseignant comme le seul possesseur et dispensateur du savoir et l'élève comme un destinataire passif de la connaissance. Concernant l'enseignement des sciences à l'école, la volonté de sa rénovation devient de plus en plus affirmée dans le but de permettre à l'élève de mieux apprendre et comprendre les connaissances scientifiques et d'acquérir une attitude scientifique. Cet enseignement s'est basé sur des nouveaux outils, des nouvelles méthodes et notamment sur la démarche d'investigation comme une approche pédagogique innovante qui a été promue à la suite du plan de rénovation de l'enseignement des sciences à l'école (PRESTE, 2000) puis au collège et au lycée. Dans le but de redonner une vie aux activités scientifiques et technologiques à l'école, cette démarche met l'accent sur l'élève qui doit devenir acteur de son apprentissage et capable de poser des questions, proposer des hypothèses et mener une investigation scientifique pour construire son savoir scientifique.

Dans les programmes de sciences, depuis des décennies il y a une certaine valorisation et importance accordée aux expériences. Avec l'idée que les pratiques expérimentales donnent une marge d'action aux élèves et permettent de les motiver et les rendre plus actifs dans leurs apprentissages et capables d'acquérir les concepts scientifiques difficiles à expliquer théoriquement. Le recours aux expérimentations au sein de la démarche d'investigation a pour but de promouvoir le raisonnement et la créativité chez les élèves et de reproduire quelques pratiques des scientifiques dans le cadre scolaire. Les orientations du PRESTE (Plan de rénovation de l'enseignement et de la technologie à l'école) s'inscrivent dans une perspective « *d'assigner une dimension expérimentale à l'enseignement des sciences et de la technologie au primaire* » (MEN, 2000).

Dans l'esprit de la démarche d'investigation, l'enseignement des sciences dans la scolarité obligatoire n'est pas destiné uniquement à transmettre aux élèves les résultats de la science et des connaissances bien établies pendant des siècles de travaux scientifiques ou à leur faire acquérir des savoirs figés. L'objectif est de développer chez eux le goût de chercher, penser, faire par soi-même, raisonner, argumenter et discuter avec les autres. En quelques phrases, le PRESTE a donné déjà cette orientation

fondamentale « *Les élèves s'interrogent, agissent de manière raisonnée et communiquent. Les élèves construisent leurs apprentissages en étant acteurs des activités scientifiques* » (Ibidem). Avec la préconisation d'investigations, l'accent est mis aussi sur l'importance des activités langagières et leur rôle dans l'enrichissement des discussions des élèves et le développement des idées explicatives.

Par ailleurs, des chercheurs en didactique de sciences se sont intéressés à la construction des savoirs raisonnés ou dits problématisés (Fabre & Orange, 1997 ; Doussot et al., 2022). Selon Fabre (2009), « *Les didacticiens des sciences se sont à présent emparés de la question des problèmes et de la problématisation et tentent de, définir, de mettre en place et d'évaluer les dispositifs nouveaux tels que les situations problèmes ou les débats scientifiques en classe* » (Fabre, 2009, p.11). Le cadre de l'apprentissage par problématisation donne de l'importance à la construction des problèmes et à l'appui des savoirs sur des raisons. Selon cette optique, faire problématiser les élèves est considéré de grande importance, « *les programmes et les instructions diverses incitent désormais les enseignants à construire leurs cours autour de problèmes, mettre en place de situations d'apprentissage permettant aux élèves de résoudre des problèmes, voire de les poser et de les construire* » (Ibidem, p.11). Malgré l'engagement des enseignants dans le suivi des préconisations pédagogiques actuelles, qui recommandent d'engager les élèves dans des problèmes scientifiques, les savoirs présentés dans la classe sont parfois réduits à des textes qui se contentent de présenter des solutions ou qui ont peu de relation avec les problèmes dont ils constituent les réponses (Fabre, 2007). Dans certains cas, le savoir construit peut se présenter comme des propositions qui exposent des énoncés scientifiques non logiquement connectés ; la nature de ce savoir est dite « *propositionnelle* » (Astolfi, 1992, 2005).

Dans notre présente recherche, nous portons notre intérêt aux fonctions des expériences et des expérimentations dans la construction de savoirs scientifiques au cycle 3¹ de l'école élémentaire. Notre positionnement par rapport à la construction de savoirs scientifiques est celui du cadre de l'apprentissage par problématisation (Fabre et Orange, 1997). Selon cette optique, le savoir construit a le caractère de véritable savoir scientifique au moment où il deviendra problématisé, c'est-à-dire tenu par des raisons. Vu que le statut et le rôle des expériences dans les démarches scientifiques dépend de

¹ Le cycle 3 ou cycle de consolidation, il regroupe les classes du CM1, CM2 et 6^e.

l'approche que l'on a du travail des problèmes, selon une logique de problématisation, en plus des solutions des problèmes, le savoir construit comporte aussi les conditions de possibilité de ces solutions. Les expériences contribuent à l'enrichissement des idées explicatives et à la construction des raisons qui fondent les solutions. Dans une autre logique dite de « réfutation » (Popper, 1985), le travail du problème consiste en la recherche d'une ou de solutions dont la solidité tient au fait qu'elle(s) a(ont) résisté à des mises à l'épreuve empiriques, ces solutions tiennent tant qu'elles n'ont pas été réfutées.

La préoccupation centrale de notre recherche concerne la conception, la mise en œuvre et l'exploitation des expériences lors des séquences d'enseignement des sciences au cycle 3 de l'école élémentaire. Nous nous intéressons à clarifier le rapport des enseignants² face à des investigations expérimentales et à questionner leur fonctionnement et leurs pratiques de classe pour comprendre comment ils investissent les pratiques expérimentales dans la construction de savoirs scientifiques par les élèves. Notre objectif est de repérer la place et la fonction des expériences dans les démarches scientifiques à l'école élémentaire. Pour ce faire, nous étudions des séquences qui comportent des investigations expérimentales dans des situations ordinaires en classes de sciences. Nous nous intéressons à voir comment l'expérimentation contribue à la construction de savoirs scientifiques et selon quelle approche : de problématisation ou de réfutation. Nous nous attachons à voir si l'exploitation des expériences peut conduire à construire des savoirs tenus par des raisons ou à des ouvertures vers des moments de problématisation. Nous mettons l'accent également sur les difficultés qui peuvent être rencontrées par les enseignants dans la mise en place de telles démarches mobilisant des pratiques expérimentales.

Notre recherche antérieure (Barroudi, 2018) s'est intéressée aux fonctions des expériences dans la construction de savoirs scientifiques à l'école élémentaire. Elle nous a permis de mobiliser les catégories des expérimentations de Coquidé (1998) dans l'identification des différentes pratiques expérimentales dans le cadre scolaire. Dans le but de poursuivre notre recherche, nous nous attachons à savoir comment les expériences se mettent en place dans les classes, se déroulent et sont utilisées pour construire un savoir scientifique au cycle 3 de l'école élémentaire. Quels types d'expériences sont introduites à ce stade d'enseignement ? Par qui ? Comment

² Quand on écrit enseignants, cela renvoie à enseignants et enseignantes.

contribuent-elles à la construction d'un savoir scientifique ? Quelles fonctions ont-elles dans la construction de ce savoir ? Dans quelles types démarches s'inscrivent-elles ? A quels types de savoirs conduisent-elles ?

Notre étude de cas s'intéresse à des situations ordinaires (Mercier, 2008) portant sur des problèmes dans des domaines scientifiques différents au cycle 3 (CM1, CM2) de l'école élémentaire, à savoir : sciences physiques, sciences de la vie et la terre (SVT) et Education au Développement Durable (EDD). L'analyse de données va faire fonctionner notre cadre théorique de la problématisation qui met l'accent sur la construction des problèmes et sur les pratiques langagières comme moyen d'accès aux savoirs raisonnés. Nous portons notre attention à tout ce qui est dit et écrit en classe. Nous nous appuyons sur les traces langagières pour examiner leur articulation aux pratiques expérimentales notamment lors des moments de conception des expériences et d'exploitation de leurs résultats dans la construction de savoirs scientifiques par les élèves. L'analyse du corpus se focalisera alors sur l'étude des échanges oraux entre les enseignants et les élèves et sur l'étude des textes de savoirs finaux.

Notre travail comprend sept grandes parties : nous consacrons la première à la présentation des appuis épistémologiques et didactiques auxquels nous allons nous référer. Nous nous attachons dans un premier temps aux pratiques des scientifiques pour voir la place qu'ils donnent aux investigations empiriques dans leur activité de recherche. Puis, nous précisons notre positionnement par rapport à la construction de savoirs scientifiques et à l'exploitation des expérimentations dans le cadre de l'apprentissage par problématisation. Ensuite, nous nous intéressons aux fonctions des investigations empiriques dans l'activité scientifique et dans le cadre scolaire. Nous étudions ainsi le contexte institutionnel de la mise en œuvre des expérimentations avec la préconisation de la démarche d'investigation à l'école. Finalement, nous tentons de caractériser les conceptions possibles des enseignants par rapport à la démarche scientifique, à l'expérimentation et la construction des savoirs à l'école.

Dans la deuxième partie, nous présentons les outils méthodologiques choisis pour le recueil et l'analyse des données de notre étude. Nous explicitons les objectifs à atteindre, le choix des données empiriques retenues par rapport à nos questionnements de recherche ainsi que les outils mobilisés dans l'analyse de notre corpus. Ce dernier comporte deux grandes phases de recueil de données. Le premier est effectué en 2017/2018, il présente quatre études de cas en rapport avec les domaines scientifiques objets

de notre étude : une en sciences physiques (électricité), une en SVT (nutrition des plantes), une articulant SVT et EDD (le rôle des vers de terre dans le compostage des déchets) et une articulant sciences physiques et EDD (le tri des déchets). Les résultats des analyses de ce premier corpus nous ont conduit à approfondir nos investigations empiriques et à envisager un deuxième recueil de données, ce dernier a été repoussé à l'année scolaire 2021/2022 à cause de la crise sanitaire. Il comporte trois études de cas, une en SVT (la nutrition des plantes), une articulant sciences physiques et EDD (le tri des déchets) et une en sciences physiques (les mélanges). Ce nouveau corpus vise à cerner davantage les contraintes et les difficultés rencontrées par les enseignants dans la mise en œuvre et l'exploitation des expériences dans la construction des savoirs scientifiques des élèves.

Pour l'analyse, nous avons rassemblé les études de cas selon les trois domaines scientifiques en jeu. Ainsi, nous avons consacré la troisième partie de notre recherche à l'étude des problèmes de sciences physiques, la quatrième partie à l'étude des problèmes de SVT, la cinquième et la sixième partie à l'étude des problèmes articulant la construction de savoirs scientifiques à des problèmes d'EDD. Nous décrivons chacune des séquences, puis nous étudions les pratiques enseignantes qui ont conduit à la construction de savoirs scientifiques en jeu. Ensuite, nous analysons les traces écrites mémorisables élaborées à la fin de la séquence pour caractériser les savoirs produits. Complémentairement, nous analysons des entretiens semi-directifs conduits avec les enseignants, dans lesquels ils sont amenés à commenter leurs pratiques et à expliciter leurs conceptions par rapport à la démarche scientifique et les fonctions qu'ils attribuent aux expériences.

La dernière partie de notre recherche reprend les résultats des différentes études de cas obtenus, les met en perspective et les compare. Nous dégageons les apports des analyses menées en ce qui concerne les fonctions des expériences dans les démarches scientifiques à l'école et mettons en valeur des éléments de réponse à notre question de recherche. Nous discutons en quoi cette recherche nous a permis de progresser par rapport à la compréhension des difficultés attachées à la mise en œuvre des pratiques expérimentales au cycle 3 de l'école élémentaire. Notre mémoire se clôture par une conclusion générale qui précisera les apports de cette recherche ainsi que ses limites et les approfondissements possibles à poursuivre.

Partie 1 : Appuis théoriques de la recherche

Introduction

Dans le cadre de notre recherche, nous nous intéressons au rôle et aux fonctions de l'expérimentation et des expériences dans la construction de savoirs scientifiques par des élèves de l'école élémentaire. Nous consacrons la première partie à la présentation des fondements théoriques sur lesquels nous nous appuyons. Celle-ci comprend cinq chapitres : dans le premier chapitre, nous donnons quelques repères épistémologiques sur la construction d'un savoir scientifique. Nous portons notre intérêt sur les pratiques des scientifiques dans le but de comprendre ce qui caractérise la construction des savoirs et la place qu'ils donnent aux investigations empiriques dans leur activité de recherche. Dans le deuxième chapitre, nous explicitons notre positionnement par rapport à la construction des savoirs d'un point de vue didactique, à savoir le cadre de l'apprentissage par problématisation. Nous mettons l'accent sur les expérimentations et clarifions comment elles peuvent être pensées selon une logique de problématisation et une logique de réfutation. Dans le troisième chapitre, nous présentons les fonctions des investigations empiriques dans l'activité scientifique (Orange, 2003c) et les approches de l'expérimental dans les classes de sciences (Coquidé, 1998, 2000a, 2003) et l'articulation entre les deux. Nous consacrons le quatrième chapitre à l'étude du contexte institutionnel de la mise en œuvre des expérimentations dans le cadre scolaire. Pour cela, nous allons faire un survol historique montrant l'évolution de la place des expériences tout au long des périodes qui ont marqué l'enseignement des sciences en France. Puis, nous focalisons notre intérêt sur la démarche d'investigation comme démarche dernièrement préconisée dans les programmes. Nous essayons de caractériser la logique selon laquelle sont pensées les pratiques expérimentales au sein de cette démarche. Dans le dernier chapitre de cette partie, nous clarifions quelques concepts qui seront mobilisés dans notre recherche (expérience, expérimentation, manipulation...). Puis, nous explicitons les conceptions des enseignants par rapport à la démarche scientifique, l'expérimentation et la construction des savoirs. Nous éclairons et montrons l'origine des démarches repérées par les didacticiens dans les classes de sciences. Ensuite, nous mettons l'accent sur les difficultés rencontrées par les enseignants dans la mise en œuvre de la démarche d'investigation et dans la transposition des pratiques expérimentales des scientifiques dans les classes de sciences. Une conclusion générale clôture cette partie dans laquelle nous récapitulons les repères théoriques auxquels nous allons nous référer dans l'analyse des données.

Chapitre 1 : Repères épistémologiques sur la construction d'un savoir scientifique

Introduction

Dans le cadre de notre recherche, nous nous intéressons au rôle et aux fonctions des expériences dans la construction de savoirs scientifiques par des élèves de l'école élémentaire. Parce que les pratiques des scientifiques sont vues comme des pratiques sociales de référence des pratiques scientifiques scolaires³, il nous semble indispensable dans un premier temps de caractériser l'activité scientifique chez les chercheurs et de voir comment ils conçoivent les démarches scientifiques et plus particulièrement le statut qu'ils donnent aux expérimentations dans leurs activités. Nous entamons cela par une courte présentation des deux courants épistémologiques de l'activité scientifique, à savoir le courant empiriste et le courant rationaliste. Puis, nous montrons le statut des expériences selon la logique de réfutation développée par Popper (1985). Ensuite, nous explicitons l'importance du travail des problèmes dans l'activité de la recherche scientifique. Nous nous attardons sur l'importance du rôle des pratiques langagières et des pratiques empiriques dans l'activité scientifique. Ces éléments nous permettront de clarifier notre positionnement par rapport à la construction d'un savoir scientifique et à l'expérimentation d'un point de vue épistémologique.

1. Les deux approches épistémologiques de l'activité des scientifiques

L'expérimentation change de statut et de rôle selon l'approche épistémologique que l'on a du savoir scientifique, de sa construction et de la fonction qu'on donne à la démarche scientifique. C'est pour cela que nous débutons notre étude par une brève présentation des deux approches épistémologiques opposées sur le fonctionnement de la science, et, qui ont participé à notre compréhension du monde dans la quête de la connaissance, à savoir : l'approche empiriste et l'approche rationaliste. Nous essayons à travers cette présentation de dégager le rôle des investigations empiriques et notamment des expérimentations dans l'activité des scientifiques selon ces deux conceptions majeures.

³ Ce concept didactique a été introduit et travaillé par Martinand (1986, 2001) pour identifier ce qui peut être considéré comme une reconstruction des pratiques et des recherches des scientifiques à des fins scolaires. Il a interrogé les liens entre les buts et les contenus de l'enseignement avec les situations et les tâches pratiques existantes en dehors de l'école et a posé le principe que des pratiques sociales peuvent servir de référence à des savoirs enseignés à l'école et à des activités scolaires en particulier en sciences.

1.1. L'approche empiriste de l'activité scientifique

Le courant empiriste⁴ fait sa référence aux philosophes (Francis Bacon, John Locke, David Hume, George Berkeley). Selon ces derniers, toute connaissance est dérivée de l'observation et de l'expérience. Ce courant défend l'idée que le « *savoir scientifique se construit par induction*⁵ à partir de ces fondements sûrs que constituent les données d'observation. Plus les faits établis par l'observation et l'expérience s'accumulent et plus ils deviennent sophistiqués et spécialisés au fur et à mesure que nos observations et nos expériences s'améliorent, plus grands sont le degré de généralité et le domaine d'application des théories qu'un raisonnement inductif bien mené permet de construire » (Chalmers, 1987, p. 24). Les empiristes affirment que les observations et les expériences permettent d'accumuler des preuves empiriques qui constituent la base de recherche de la vérité, considérée comme seul but de l'activité scientifique. Ainsi, les investigations empiriques sont considérées comme les fondements dont se sert le scientifique dans la quête de la vérité : le « vrai » lorsqu'une hypothèse est confirmée par l'expérience et le « faux » lorsqu'une hypothèse est infirmée par l'expérience. De ce fait, l'expérimentation est considérée comme étant le propre de la science. Lhoste (2008, p.10) a illustré cela par l'assertion « *l'eau bout à 100°C* », il indique que selon l'approche empiriste « *l'activité scientifique consiste à déterminer toutes les conditions qui fondent cette affirmation (pour une eau de quelle composition ?, pour quelle condition de pression ? etc.)* ». La fonction de l'expérimentation est alors réduite dans l'affirmation ou l'infirmerie de l'hypothèse.

Ce raisonnement inductif amène à considérer les théories scientifiques comme une « vérité » validée par des faits d'observations et d'expérimentations. Le schéma suivant montre la modélisation de l'empirisme en sciences (Beuve, 2017, p. 121).

⁴ L'empirisme est un courant épistémologique, né aux XVe et XVIe siècles, qui s'oppose au Rationalisme. Il désigne toute philosophie qui considère que la source de la connaissance dérive essentiellement de l'expérience.

⁵ Claude Bernard (1952) a donné la définition de l'induction comme étant un procédé de l'esprit qui va du particulier au général. Par exemple : on a de nombreux éléments A qui ont la propriété B. Si cette propriété est observée dans nombreux conditions, cela permet selon ce raisonnement de dire que tous les éléments A possèdent la propriété B. La déduction est le procédé inverse qui va du général au particulier, qui part de propositions tenues pour vraies pour en tirer des conclusions.

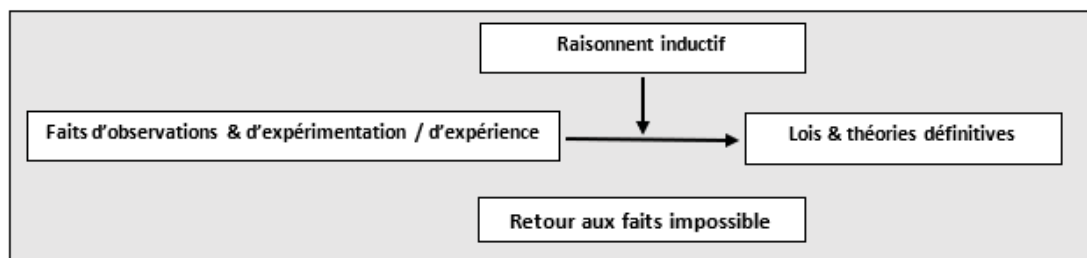


Figure 1 : Schéma de la modélisation de l'empirisme en sciences (Beuve, 2017, p. 121)

1.2. L'approche rationaliste de l'activité scientifique

Le courant rationaliste⁶ fait référence aux philosophes que sont René Descartes, Baruch Spinoza, Gottfried Wilhelm Leibniz, Emmanuel Kant. Ces derniers donnent la priorité à la raison comme source de la connaissance plutôt qu'à l'expérience et à l'observation. Dans ce contexte, Jacob (1981, p.28) voit que la recherche scientifique ne peut pas être initiée par la seule observation *« contrairement à ce qu'on croit souvent, la démarche scientifique ne consiste pas simplement à observer, à accumuler des données expérimentales pour en déduire une théorie »*. Au-delà de l'explication des phénomènes qui est la motivation de toute activité scientifique, dans le courant rationaliste, la raison est beaucoup valorisée dans la production de celle-ci. S'opposant au courant empiriste, toute activité scientifique *« ne commence pas par des énoncés d'observation parce qu'il faut une théorie avant tout énoncé d'observation, et les énoncés d'observation, parce qu'ils sont faillibles, ne constituent pas une base sûre sur laquelle la connaissance scientifique peut être fondée »* (Chalmers, 1987, p. 54). Selon cette approche, l'accent est mis sur le rôle de la raison et l'utilisation de la logique dans la compréhension du monde. Pour mieux illustrer, nous reprenons le même exemple cité par Lhoste (2008, p.10), face à celui qui assène que *« l'eau bout à 100°C »*, le scientifique est amené à montrer la nécessité de cette assertion. C'est-à-dire que l'enjeu *« n'est pas dans la détermination des conditions où cette affirmation est « vraie »*. *Quand on dit « l'eau bout à 100°C », qu'est-ce que l'on veut expliquer avec cela, qu'est-ce que cela veut dire ? Ce qu'il y a à expliquer, c'est la nécessité que l'eau boue à 100°C, même si on*

⁶ Le rationalisme est un courant épistémologique, né aux XVII^e et XVIII^e siècles, qui s'oppose à l'empirisme. Il est défini par Nadeau (1999, p.585) comme étant *« toute philosophie qui met en évidence le rôle de la seule raison dans l'acquisition et la justification du savoir »*. René Descartes est l'un des fondateurs du courant de pensée rationaliste.

augmente la température sous la casserole » (Ibidem, p.10). Le schéma suivant présente la modélisation du rationalisme en sciences (Beuve, 2017, p. 123).

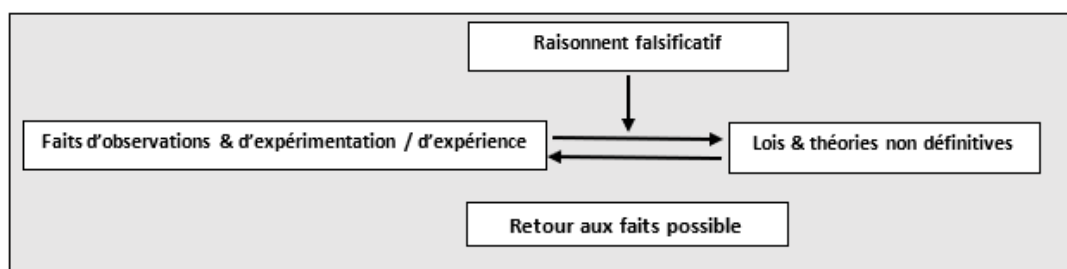


Figure 2 : Schéma de la modélisation du rationalisme en sciences (Beuve, 2017, p. 123)

Selon cette approche, la connaissance scientifique ne peut pas être fondée sur l'accumulation des observations ou de résultats expérimentaux. Popper (1985) a indiqué la falsification comme condition et critère de scientificité des théories scientifiques. Au regard de la thèse poppérienne « *Le falsificationiste n'a aucun mal à admettre que l'observation est guidée par la théorie dont elle présuppose l'existence. Et il renonce le cœur léger à toute prétention d'établir la vérité des théories – ou leur vérité probable – à partir des faits d'observation* » (Chalmers, 1987, p. 60).

Au terme de ces développements, nous pouvons dire que les investigations empiriques n'ont pas le même statut dans les deux approches. L'approche empiriste tient à valoriser l'observation et l'expérimentation comme sources des connaissances scientifiques. Alors que l'approche rationaliste « *rétablit la symétrie entre observation/expérience et le travail d'élaboration théorique* » (Lhoste, 2008, p.10), c'est-à-dire qu'elle s'intéresse aux investigations empiriques autant qu'au travail intellectuel. Pour notre recherche, nous nous positionnons dans ce courant rationaliste de l'activité scientifique.

Si les rationalistes mettent en avant le rôle de la raison dans la construction des connaissances scientifiques, ils ne négligent pas l'importance des preuves empiriques dans l'éclairage des théories scientifiques. Nous nous intéressons dans le point suivant à expliciter l'approche de construction de savoirs scientifiques selon la logique de réfutation développée par Popper (1985) pour juger de la validité d'une théorie scientifique. Nous caractérisons notamment la place et la fonction des investigations empiriques (expériences, observations) selon ce positionnement épistémologique.

2. Le critère de réfutabilité des théories scientifiques chez Popper

Popper a introduit la réfutabilité comme critère de scientificité essentiel pour juger de la validité d'une théorie scientifique. Le principe de ce critère consiste à renoncer à toute prétention d'établir une vérité d'une théorie scientifique à partir des faits expérimentaux. Popper a repensé la question de la vérité en sciences et a montré que les observations et les expériences ne permettent pas de prouver une théorie scientifique ou d'assurer sa scientificité. Selon lui, « *le critère de la scientificité d'une théorie réside dans la possibilité de l'invalider, de la réfuter ou encore de la tester* » (Popper, 1985, p.65). Il voit que la connaissance scientifique a un caractère conjectural et que « *l'on avait supposé, à tort, que la connaissance scientifique était une forme de connaissance* » (Popper, 1981, p. 151). De ce fait, il qualifie les théories scientifiques d'hypothétiques « *il nous faut considérer toutes les lois ou théories comme hypothétiques ou conjecturales, c'est-à-dire comme des suppositions* » (Popper, 1972, p.50). Une théorie ne peut pas émettre des assertions définitives sur le monde, elle n'existe que comme hypothèse, qui peut être écartée s'il existe des tests ou résultats expérimentaux qui la falsifieraient. Selon cette logique, une théorie « *est falsifiable si la logique autorise l'existence d'un énoncé ou d'une série d'énoncés d'observation qui lui sont contradictoires, c'est-à-dire, qui la falsifieraient s'ils se révélaient vrais* » (Chalmers, 1987, p. 62).

Considérer les théories scientifiques comme hypothétiques ou conjecturales veut dire que même si elles résistent aujourd'hui aux tests empiriques, elles ne sont jamais confirmées définitivement ou complètement vraies parce qu'elles ne sont pas à l'abri d'une éventuelle réfutation ultérieure. Rien n'empêche qu'une théorie soit remplacée par une autre plus avantageuse. Mêmes les théories parfaitement établies dans la communauté scientifique, ne sont que provisoirement corroborées : « *Seules les théories les mieux adaptées survivent. On ne s'autorisera jamais à dire d'une théorie qu'elle est vraie, mais on tendra à affirmer qu'elle est la meilleure disponible, qu'elle dépasse toutes celles qui l'ont précédée* » (Chalmers, 1987, p. 60). Nous donnons l'exemple de la théorie de relativité d'Einstein qui englobe celle de Newton et de Galilée. Rien ne veut dire que la théorie d'Einstein ne sera pas remise en cause un jour ou sera réfutée par une autre théorie.

Popper a donc mis la réfutation comme condition nécessaire à l'activité scientifique pour démontrer une théorie scientifique « *Si ce sont des confirmations que l'on*

recherche, il n'est pas difficile de trouver, pour la grande majorité des théories, des confirmations ou des vérifications » et donc « une théorie qui n'est réfutable par aucun événement qui se puisse concevoir est dépourvue de caractère scientifique. Mettre à l'épreuve une théorie est une tentative pour en démontrer la fausseté (to falsify) ou pour la réfuter » (Popper, 1985, p.64). Ainsi, les théories ne peuvent jamais être prouvées, elles sont laissées comme provisoirement vraies ou « vraisemblables », tant qu'elles ne sont pas encore réfutées. Elles représentent en ce sens la proposition la plus approximative possible de la vérité (Popper, 1981, p.110).

Notre recherche s'intéresse aux fonctions des expériences dans la construction de savoirs scientifiques des écoliers. Le rôle et le statut des expériences dépend de l'approche qu'on a des démarches scientifiques. Ces développements que nous avons effectué sur le critère de réfutabilité chez Popper nous ont permis de dégager la logique de réfutation comme une logique possible de penser les pratiques expérimentales dans les pratiques scolaires.

Puisque les investigations empiriques (observations, expériences) sont fortement liées au travail des problèmes scientifiques, nous nous intéressons dans le point suivant à la place qu'accordent les scientifiques aux problèmes dans leurs activités selon les épistémologues rationalistes de l'activité scientifique (Bachelard, 1938/1986 ; Popper, 1985 ; Jacob, 1981 ; Einstein & Infeld, 1983). Nous nous interrogeons également sur le lien entre problèmes, savoirs scientifiques et investigations empiriques selon ce positionnement.

3. La mise en avant du travail des problèmes par les scientifiques

Notre travail s'ancre dans une approche rationaliste de l'activité scientifique. Pour Bachelard (1938) l'épistémologue de la rupture, la science existe en rupture avec la pensée commune. De ce point de vue, la construction des connaissances scientifiques s'oppose à des simples opinions « *L'opinion pense mal ; elle ne pense pas : elle traduit des besoins en connaissances. En désignant les objets par leur utilité, elle s'interdit de les connaître. On ne peut rien fonder sur l'opinion : il faut d'abord la détruire. Elle est le premier obstacle à surmonter* » (Ibidem, p. 14). Ce dernier a mis en jeu la notion d'« *obstacle épistémologique* » pour désigner les connaissances déjà là et les connaissances communes qui peuvent empêcher le cheminement de la pensée et la construction des savoirs. Le plus important pour Bachelard dans le processus de construction des

connaissances scientifiques est de savoir tout d'abord poser des problèmes. Selon lui, les problèmes n'existent pas indépendamment des savoirs et maintiennent avec eux un rapport essentiel « *Pour un esprit scientifique, toute connaissance est une réponse à une question. S'il n'y a pas eu de question, il ne peut y avoir connaissance scientifique. Rien ne va de soi. Rien n'est donné. Tout est construit* » (Ibidem, p.14). Il n'importe pas seulement de résoudre un problème scientifique mais d'être en mesure de le formuler et de le travailler, c'est là où réside la véritable maîtrise des problèmes scientifiques. De son côté, Einstein affirme qu'« *un problème est souvent plus essentiel que d'en donner une solution* » (Einstein & Infeld, 1983, p. 89). Faire émerger et naître de nouvelles questions et problèmes « *demande une imagination créatrice et marque un réel progrès dans la science* » (Ibidem, p.89).

Tout comme Bachelard, Popper a défini la science comme étant un « *processus ayant pour point de départ et pour terme la formulation de problèmes toujours plus fondamentaux et dont la fécondité ne cesse de s'accroître, en donnant le jour à d'autres problèmes encore inédits* » (Popper, 1985, pp. 329-330). Dans ce sens, l'activité scientifique n'a pas pour but d'éliminer des problèmes en les résolvant, mais à en construire de nouveaux. Dans la même orientation, Jacob voit que contrairement à ce que certains pensent on ne tire pas des questions de simples observations, il est important d'avoir une primauté des idées avant d'observer parce qu'« *On peut parfaitement examiner un objet pendant des années sans jamais en tirer la moindre observation d'intérêt scientifique. Pour apporter une observation de quelque valeur, il faut déjà, au départ, avoir une certaine idée de ce qu'il y a à observer. Il faut déjà avoir décidé ce qui est possible* » (Jacob, 1981, pp. 29-30). Selon ce dernier, les observations ne constituent alors qu'une partie de l'activité scientifique et doivent être pilotées nécessairement par un problème.

Après avoir montré la place importante qu'occupent les problèmes chez les scientifiques selon les épistémologues rationalistes, nous en venons à voir comment ils conçoivent la contribution des pratiques empiriques (observations, expériences) et des pratiques langagières dans les activités de recherche scientifique.

4. Rôle des pratiques langagières et des pratiques empiriques dans l'activité scientifique

Les pratiques des scientifiques étant vues comme des pratiques sociales de référence des pratiques scolaires, les savoirs scolaires ne peuvent pas être détachés des conditions de production développées par les chercheurs pendant leur activité de recherche (pratiques empiriques, pratiques langagières). Dans leur travail des problèmes, l'activité scientifique repose sur des pratiques empiriques, « *La réalisation d'expériences et d'observations constitue certainement la partie la plus emblématique du travail de recherche scientifique* » (Bisault, 2009, p.29). Les pratiques empiriques ont toute leur place dans le travail de recherche scientifique. Nous nous intéressons à ce qui caractérise les pratiques des scientifiques telles qu'elles sont pratiquées au sein des laboratoires de recherche. Pour se rapprocher des activités des scientifiques, les sociologues des sciences Latour & Wolgar (1988) ont observé et décrit les routines des pratiques des scientifiques dans le cadre d'une étude de terrain portant sur le fonctionnement de laboratoires de pointe aux États-Unis. Selon eux, le fonctionnement d'un laboratoire scientifique s'apparente au fonctionnement d'une étrange tribu qui passe une grande partie de son temps de travail à coder, marquer, lire, écrire, parler et communiquer. Les scientifiques émettent des hypothèses explicatives, élaborent des schématisations et des tableaux, écrivent des conclusions, corrigent leurs propos et produisent des comptes-rendus et des synthèses de résultats afin de les discuter avec d'autres chercheurs au sein de la communauté scientifique. Ainsi, l'aspect langagier dans le travail des chercheurs est-il essentiel, non seulement dans la communication des résultats de recherche mais aussi dans leur élaboration : « *les activités langagières n'accompagnent pas seulement les activités de recherche, elles en sont un élément constitutif* » (Bisault, 2009, p.29).

Par ailleurs, l'activité des scientifiques ne peut pas être réduite aux pratiques langagières « *il est évident que les pratiques langagières ne sont qu'une des facettes des pratiques scientifiques* » (Jaubert & Rebière, 2000, p.175). Le scientifique et épistémologue Levy-Leblond (1996, p.252) écrit qu'« *Entre l'observation ou l'expérimentation au départ, et la théorisation, l'abstraction à l'arrivée, c'est dans la langue orale que chemine et émerge la connaissance : du visible au lisible, via le dicible* ». Nous pouvons dire donc que les pratiques empiriques sont inévitablement accompagnées de pratiques langagières.

Conclusion

Tout au long de ce chapitre, nous avons pu montrer que les expériences n'ont pas le même statut selon les deux approches de conception de l'activité scientifique. Nous nous sommes positionnés dans le courant rationaliste qui donne de l'importance aux investigations empiriques autant qu'à la raison et au travail intellectuel. Nous avons également développé le critère de réfutabilité chez Popper qui nous a permis de dégager la logique de réfutation comme une logique possible de conception des pratiques expérimentales dans les pratiques scientifiques. Ensuite, nous avons montré que les problèmes ont une place primordiale chez les épistémologues rationalistes de l'activité scientifique. C'est la naissance des nouveaux problèmes qui fait la formation et le progrès de l'esprit scientifique. Nous avons montré aussi que l'activité des scientifiques s'organise, en plus des pratiques empiriques, autour des productions langagières écrites et orales.

Ces repères épistémologiques nous permettront d'exprimer notre positionnement par rapport à la construction de savoirs scientifiques d'un point de vue didactique. Nous consacrons le chapitre suivant à la présentation du cadre de l'apprentissage par problématisation qui accorde de l'importance à la construction des problèmes dans l'enseignement et les apprentissages en sciences. Nous nous intéressons également à ressortir le statut et le rôle des expériences selon ce positionnement didactique.

Chapitre 2 : Le cadre de l'apprentissage par problématisation

Introduction

Dans le contexte scolaire, afin d'initier les élèves à la recherche scientifique, les pratiques des scientifiques sont transposées⁷ dans les classes de sciences pour conduire à la construction de savoirs scientifiques. Ces pratiques sont considérées comme étant des « *pratiques sociales de référence* » des pratiques scolaires. En didactique de sciences, des recherches ont accordé une grande importance à la problématisation dans l'apprentissage et la construction de savoirs scientifiques à l'école. Ce positionnement théorique fait référence aux travaux des épistémologues rationalistes de l'activité scientifique (Bachelard, 1938, 1949 ; Canguilhem, 1955, 1988 ; Popper, 1991 ; Kuhn, 1983). Le cadre de l'apprentissage par problématisation fait de la construction de savoirs scientifiques une des préoccupations majeures de l'enseignement et de l'apprentissage des sciences. Selon ce positionnement, la construction ou dit autrement le travail des problèmes est considéré comme condition d'accès aux savoirs scientifiques. Nous nous attachons dans un premier temps à caractériser le savoir scientifique construit du point de vue de la problématisation. Puis, nous montrons l'importance des pratiques langagières dans la construction des problèmes et l'accès aux savoirs raisonnés. Vu que notre recherche porte sur les fonctions des expériences dans la construction de savoirs scientifiques à l'école, nous portons notre attention sur la fonction des pratiques expérimentales selon ce positionnement didactique et nous la différencions de la logique dite réfutation (Popper, 1985).

1. Un savoir scientifique est lié à un problème explicatif

Comme nous avons montré ci-dessus, les problèmes sont au cœur de la construction de savoirs scientifiques, ils sont vus comme « *des défis intellectuels* » (Orange, 2005, p.75) « *recherchés par la communauté scientifique* » (Ibidem, p.75). D'un point de vue scientifique et épistémologique, un savoir scientifique est caractérisé par la « *maîtrise de véritables problèmes scientifiques* » (Orange, 1997, p.9). On s'intéresse plus à la

⁷ Cela renvoie à la notion de « *transposition didactique* » définie par Chevallard (1985) comme « *Un contenu de savoir ayant été désigné comme savoir à enseigner subit [...] un ensemble de transformations adaptatives qui vont le rendre apte à prendre sa place parmi les objets d'enseignement. 'Le travail' qui d'un objet de savoir à enseigner fait un objet d'enseignement est appelé transposition didactique* » (Chevallard, 1985, p.39). Celle-ci s'effectue à partir d'une transposition des savoirs savants qui se concrétisent par des textes de savoir aptes à être enseignés en classe, et par ailleurs à travers la transposition des démarches scientifiques productrices de ces savoirs dans la communauté discursive de la classe, qui visent à produire des savoirs scientifiques.

construction des problèmes qu'à leur résolution. Orange (2005, p.76) a écrit dans ce contexte qu'« *un savoir scientifique n'est pas seulement un savoir qui permet de résoudre des problèmes ; c'est aussi un savoir qui permet d'en formuler de nouveaux dont le travail va faire progresser en retour les savoirs* ».

En nous inscrivant dans cette approche, l'activité scientifique s'intéresse avant tout à des problèmes explicatifs. Selon Popper, le but de la science « *c'est de découvrir des explications satisfaisantes de tout ce qui nous étonne et paraît nécessiter une explication* » (Popper, 1991, p. 297). Les savoirs en sciences sont fortement liés à des problèmes explicatifs qui s'attachent à rechercher des explications aux phénomènes étudiés et à comprendre leur fonctionnement (Orange, 2006). Un savoir scientifique « *n'est pas la simple description d'une réalité : il permet d'expliquer, et, de façon subsidiaire, de prévoir ; donc de maîtriser des problèmes* » (Orange & Fabre, 1997, p. 37).

Pour illustrer cela, nous évoquons un exemple cité dans Orange (2006). Une question comme « *explique ce que devient la pomme que tu as mangée ?* » ne remplit pas cette dimension explicative car elle centre « *les élèves sur le trajet dans le tube digestif, en marge des vrais problèmes de nutrition (distribution, absorption, signification de la nutrition)* » (Ibidem, p.88). Dans une optique de problématisation, les élèves doivent être placés devant un problème explicatif comme « *Comment les aliments font-ils pour faire grandir ?* » dont « *l'objectif est que les élèves construisent une problématique pertinente par rapport à la question traitée, problématique seule susceptible de donner sens aux solutions trouvées et donc aux connaissances scientifiques construites* » (Fabre & Orange, 1997, p.43).

La scientificité d'un savoir dépend donc avant tout de sa portée explicative, mais aussi de sa teneur argumentative. Dans le cadre de l'apprentissage par problématisation, la construction des raisons ayant conduit aux solutions des problèmes a toute son importance. Pour être qualifié de scientifique, un savoir scientifique est un savoir raisonné. Nous tentons de mieux expliciter cette deuxième caractéristique du savoir scientifique dans le point suivant.

2. Un savoir scientifique est un savoir apodictique (raisonné)

L'apprentissage par problématisation nous place dans un courant rationaliste, où les résultats scientifiques ne sont pas envisagés comme de simples réponses à des questions bien posées (Bachelard, 1949). Selon ce positionnement, la construction des problèmes implique de renoncer à l'image simplifiée de la science qui se cantonne à la transmission des résultats des pratiques des scientifiques et à la présentation des énoncés factuels ou « vrais » transposés en classes. La deuxième caractéristique épistémologique des savoirs scientifiques est celle de leur apodicticité (Bachelard, 1949 ; Canguilhem, 1977/1981). Etant des savoirs problématisés, ils se caractérisent par la construction des raisons, c'est ce point qui marque la rupture essentielle que pointe Bachelard (1938) entre opinion et science. Cette nécessité de construction de raisons permet le passage d'une connaissance ordinaire à un savoir scientifique. Dans ce contexte, Fabre et Orange ont écrit « *faire des sciences, c'est abandonner une connaissance d'opinion, une connaissance mal questionnée, assertorique, c'est-à-dire réduite à un simple constat pour une connaissance qui, une fois problématisée, sera fondée en raison, deviendra apodictique* » (Fabre & Orange, 1997, p. 38).

Ainsi, la scientificité des savoirs est liée à leur portée explicative et raisonnée « *Il ne s'agit pas seulement de s'approprier la solution du problème « savoir que », il faut aussi maîtriser ce qui fait qu'on en arrive à cette solution et pas à une autre* » (Orange Ravachol, 2011, p.8). Par son caractère problématisé, le savoir scientifique tient parce qu'il ne peut pas être autre (Reboul, 1992). Les savoirs scientifiques ne peuvent pas se limiter pas aux solutions des problèmes (savoirs assertoriques), mais comportent aussi ce qui fait que ces solutions sont retenues parmi d'autres, autrement dit ils incluent les raisons qui sous-tendent ces solutions.

Par l'adoption de ce positionnement épistémologique et didactique, les savoirs scientifiques portent les conditions de possibilités des solutions « *il ne s'agit pas simplement de construire un problème pour produire une solution, mais d'explorer et de « cartographier » le champ des possibles* » (Orange, 2005, p. 76). De ce point de vue, les savoirs scientifiques sont construits en termes de possible/nécessaire plutôt qu'en termes de vrai/faux. Pour illustrer cela et mieux distinguer le travail sur les solutions et le travail sur les nécessités qui contraignent les solutions, nous prenons l'exemple du problème de « *la nutrition humaine* » travaillé par Orange (2003a). Les élèves d'une classe de cycle 3 de l'école élémentaire tentent d'expliquer les relations

entre la nutrition et la « *force* » des différentes parties du corps. Pour ce faire, les groupes des élèves produisent des affiches avec texte et schéma. Les solutions proposées par les élèves sont variées, mais la discussion au sein de la classe montre que toutes ces solutions s'appuient sur une même distinction entre les « *bons* » aliments et les « *mauvais* » aliments. Limiter le travail du problème à la solution consiste à savoir que les aliments sont transformés en nutriments absorbés dans le sang au niveau de l'intestin, puis distribués dans tout le corps. Il s'agit d'un savoir factuel situé dans une épistémologie du vrai et du faux. Dans une logique de problématisation, les savoirs sont dits apodictiques s'ils présentent un caractère de nécessité, c'est-à-dire lorsqu'ils portent aussi la construction de la nécessité de cette transformation, du tri et de la distribution de substances provenant des aliments dans tout le corps (Ibidem, pp. 86-87). Le savoir n'est pas limité à la solution du problème, il doit contenir les raisons qui font qu'on en arrive à ces solutions et pas à d'autres (Orange Ravachol, 2011, p.8).

Dans le cadre du travail d'un problème explicatif, la problématisation est définie comme étant « *l'exploration des articulations possibles entre registre des modèles et registre empirique ; elle conduit à l'identification de contraintes et de conditions de possibilités des solutions (nécessités)* » (Orange, 2006, p.78). Autrement dit « *il s'agit toujours d'expliquer le monde visible par des forces invisibles, d'articuler ce qu'on observe sur ce qu'on imagine* » (Jacob, 1981, p.29), cette articulation représente l'explication construite à partir de la mise en relation et l'articulation des deux registres (Martinand, 1986) :

Le registre empirique : « *celui des faits et des phénomènes que l'on cherche à expliquer* » (Orange, 2003a, p.86), c'est le monde des faits constatables.

Le registre des modèles : « *celui des élaborations explicatives construites comme tentatives de solution* » (Ibidem, p.86), c'est le monde des idées explicatives.

Orange a ajouté un troisième registre qu'il a nommé registre explicatif. Ce dernier correspond aux explications qui donnent le sens et le pouvoir explicatif au modèle (Orange, 2000, p.25). Nous consacrons le point suivant à montrer l'importance de l'articulation des investigations empiriques (expériences, observations) au monde des idées explicatives dans la construction des savoirs raisonnés.

3. Articulation du registre empirique et du registre des modèles

Dans notre sujet de recherche, nous focalisons notre intérêt sur les fonctions des expériences dans la construction de savoirs scientifiques des élèves. Nous nous intéressons particulièrement à comment les expériences sont interprétées et exploitées par les enseignants dans les démarches en classe. Pour expliquer certains aspects du monde du réel et donner du sens aux pratiques expérimentales, les élèves doivent être amenés à lier le monde du réel, des expérimentations et des observations aux tentatives d'explications, soit au monde des idées explicatives.

La mise en tension et le va-et-vient permanent entre le monde des faits constatables (expérimentation, observation, vécu) et le monde des idées explicatives (modèles) conduit à la construction des problèmes scientifiques. En s'inspirant des travaux effectués par Martinand (1986) sur la modélisation, Orange (2003b) a fait un schéma simplifié de l'activité scientifique (figure 3). Celle-ci est définie comme une construction articulant les deux registres (registre empirique et registre des modèles) au sein d'une communauté critique.

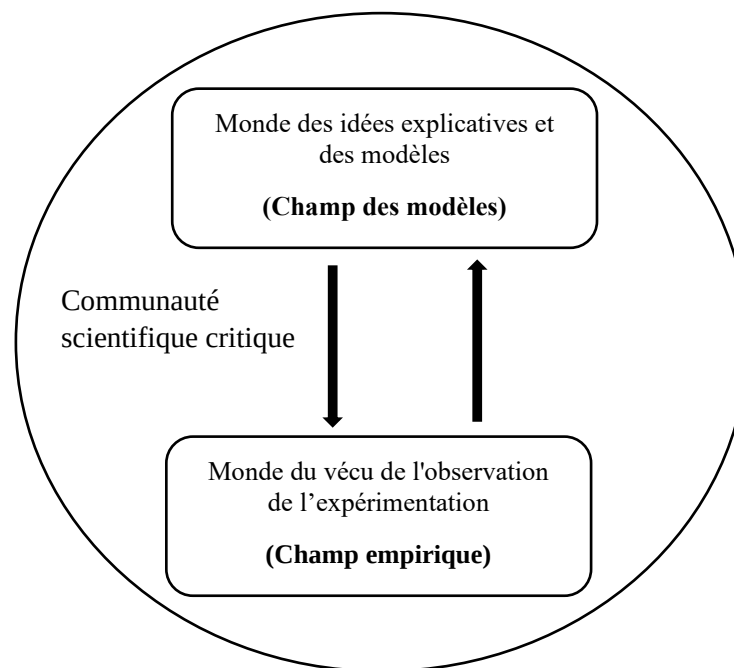


Figure 3. Schéma de l'activité scientifique (Orange, 2003b, p.4)

La mise en tension des deux registres caractérise la problématisation scientifique et la construction des raisons (ou nécessités) qui donne au savoir son caractère apodictique. Ces registres ne sont pas donnés mais construits, selon Lhoste (2006), les éléments du registre empirique « *correspondent à ce qu'il y a à expliquer [....]il est construit par*

les élèves ou les personnes qui s'engagent dans un processus de problématisation » (Ibidem, p. 83). Quant au registre des modèles, il contient les éléments constituant « *les tentatives de solutions proposées pour expliquer les éléments du registre empirique »* (Ibidem, p.83).

Pour illustrer cela, nous donnons l'exemple du travail du problème « *Comment est constitué le « bras » pour qu'il puisse bouger »* par des élèves de l'école élémentaire (Orange & Orange Ravachol, 2007, p.38). Les schémas et les textes explicatifs que les élèves produisent « *le registre des modèles »* sont en permanente relation, dans leurs échanges, avec « *le registre empirique »* représenté par l'expérience qu'ils ont du fonctionnement et de l'organisation de leur corps. La dimension langagière en classe s'avère essentielle pour discuter les modèles explicatifs et mettre en relation le registre empirique et le registre des modèles. Le travail qui va des idées explicatives aux raisons (nécessités) permet de définir les savoirs scientifiques comme problématisés et leur donne la véritable valeur scientifique. Le cadre de l'apprentissage par problématisation donne beaucoup d'importance au rôle des pratiques langagières dans la construction des problèmes et l'accès aux savoirs raisonnés. Il convient alors de nous interroger sur le rôle des activités langagières dans les apprentissages scientifiques selon ce positionnement didactique.

4. L'accès aux savoirs raisonnés par le biais des pratiques langagières

Nous avons montré ci-dessus que l'activité scientifique repose sur des investigations empiriques et sur des pratiques langagières tout en mettant en avant le travail des problèmes qui caractérise la construction des connaissances scientifiques (Bachelard, 1938). L'enseignement des sciences à l'école ne peut donc pas se réduire à la mémorisation ou à la transmission des résultats des recherches et des explications élaborées par les scientifiques dans les laboratoires. Astolfi (2005, p. 69) a écrit dans ce contexte que « *l'enseignement scientifique ne saurait se ramener à un enseignement des résultats de la science, ni les énoncés scientifiques à un seul « texte du savoir ». Si pour le chercheur, l'énoncé renvoie à des pratiques qui lui sont familières, il n'en va pas de même pour l'élève, qui risque d'apprendre des formules plutôt que de participer à une élaboration. Ce sont donc les pratiques de la science et le mode d'établissement des énoncés qui en résultent qu'il s'agit de transposer »*. C'est dire l'intérêt de faire vivre dans l'activité d'apprentissage scolaire ce qui se joue dans l'activité de recherche

chez les scientifiques. Les élèves sont considérés comme des jeunes chercheurs qui apprennent les sciences en faisant des sciences dans la communauté discursive⁸ que représente la classe.

Même si les élèves n'ont pas à produire des nouveaux savoirs mais à s'approprier des savoirs préétablis, il est alors indispensable qu'ils s'approprient des pratiques scientifiques (empiriques et discursives). La dimension langagière dans le travail des scientifiques est incontournable et ne peut pas être omise notamment dans la transposition des savoirs et des pratiques des scientifiques dans le cadre scolaire.

En étudiant le rôle de la communication orale et écrite des élèves dans les activités d'éveil scientifiques à l'école élémentaire, Ducancel (1980, p. 5) a montré que celle-ci est indispensable « *au progrès de la pensée scientifique et se confond avec lui, en particulier par les échanges, les controverses, les "disputes" qu'elle permet et par les formulations successives avec quoi se confondent les étapes de l'activité de résolution de problèmes* ». De son côté, Astolfi et al. (1991) considèrent le langage oral et écrit comme outils importants à l'appropriation des savoirs scientifiques. D'autres travaux de recherche portant sur l'étude du langage en sciences à l'école (Vérin, 1995 ; Jaubert & Rebière, 2000 ; Jaubert, 2007) se sont intéressés à dévoiler l'importance des pratiques langagières dans l'apprentissage des sciences. Ces recherches se sont attachées aux activités des chercheurs et aux activités scolaires et ont montré qu'il existe une grande relation entre les activités langagières qu'elles soient orales et écrites et l'appropriation des savoirs scientifiques. Dans ce contexte, Jaubert et Rebière (2000) ont fait un travail d'analyse des activités langagières des élèves en sciences et ont précisé que la construction d'un savoir est indissociable de l'appropriation des pratiques langagières : « *apprendre, c'est s'instituer acteur dans chaque contexte disciplinaire ce qui suppose de s'approprier les pratiques socio-langagières qui fondent sa cohérence* » (Ibidem, p.173). Ainsi, nous pouvons dire que le langage a toute sa part d'importance dans l'apprentissage des sciences à l'école. Dans ce sens, les activités langagières orales et écrites (échanges, discussions, débats, productions écrites,...) suscitent l'activité intellectuelle des élèves et mobilisent leur pensée.

⁸ L'adjectif « discursive » veut faire ressortir la dimension langagière et communicationnelle de toute construction de connaissances (Dictionnaire des concepts fondamentaux des didactiques, Yves Reuter, Cora Cohen-Azria, Bertrand Daunay, Isabelle Delcambre, Dominique Lahanier-Reuter, 2013, p.27).

Afin de faire de ces activités, des activités « problématisantes » dans l'enseignement des sciences, le cadre de l'apprentissage par problématisation lie l'accès aux savoirs raisonnés aux pratiques langagières. Dans ce contexte, Orange (2003a, p.83) a écrit que « *Les travaux d'épistémologie, de sociologie des sciences et de didactique sont en effet d'accord pour dire que l'activité scientifique ne se réduit pas à la conduite d'expériences ou d'observations, mais qu'elle est caractérisée par une attitude critique qui ne se développe que dans des échanges écrits et oraux* ». Le fait de mettre en avant le rôle du langage dans les sciences ne veut pas dire négliger celui des investigations empiriques dans la construction des problèmes scientifiques, mais insister sur le travail critique qui concerne aussi bien les aspects empiriques que théoriques (Orange, 2005, p. 82). Du point de vue de construction des problèmes, les pratiques langagières sont un moyen d'exploration des champs de possibles et non seulement de travail sur les solutions.

De ce fait, on ne peut pas concevoir la construction de savoirs scientifiques en dehors des activités langagières. Cela nous amène à nous interroger sur comment emmener les élèves à problématiser leurs savoirs ? Comment les conduire à produire des raisons de manière à ne pas se focaliser sur les solutions ? Selon Orange (2005, p.82), l'accès aux raisons « *n'est possible que par l'argumentation, donc la mise en texte* ». Dans une optique de problématisation, c'est notamment la mise en place de débats scientifiques portant sur des problèmes explicatifs qui permet aux élèves de discuter, argumenter, se confronter les idées et d'accéder aux raisons scientifiques qui sous-tendent les solutions des problèmes.

Dans cette section, nous avons essayé de mettre en avant la place et le rôle fondamental des pratiques langagières dans la construction de raisons contraignant les savoirs. Dans ce sens, les activités langagières se manifestent sous forme d'énoncés oraux ou écrits mobilisant le savoir en jeu à travers des explications, des discussions et des controverses développées au sein de débats scientifiques. Ces moments sont propices à la réflexion et au développement des idées et sont considérés comme des moments favorables à la construction des argumentations et la problématisation des savoirs.

5. Les débats scientifiques, moments propices pour la problématisation

La dimension argumentative dans le travail des problèmes est essentielle parce qu'il s'agit de comprendre les idées d'autrui, les confronter et se mettre d'accord sur une explication donnée. Comme le précise Orange (2005), le lien entre la problématisation et la conceptualisation scientifique et les activités langagières donne toute son importance aux débats scientifiques dans la classe *« s'il est théoriquement envisageable qu'une problématisation scientifique puisse être « monogérée », en pratique, même chez les chercheurs experts, les échanges argumentés sont une aide précieuse »* (Ibidem, p.82). Les débats scientifiques représentent *« une condition de possibilité des savoirs scientifiques »* (Orange et al., 2001, p.113) au cours desquels *« les élèves développent leurs idées et s'engagent intellectuellement »* (Ibidem, p.113).

Dans le cadre scolaire, nous ne pouvons pas imaginer un travail de problème scientifique en sciences sans passer par une phase d'émergence des représentations ou des conceptions des élèves. Ces conceptions sont à l'origine des obstacles épistémologiques selon la pensée bachelardienne (1938). Elles deviennent un frein qui empêche l'accès à la connaissance scientifique. En didactique, afin de dépasser ces obstacles, on s'intéresse à comment déstabiliser les conceptions des élèves et à les exploiter dans la construction de savoirs scientifiques. Parmi les dispositifs didactiques envisagés, il y a le travail sur les conceptions des élèves visant le changement conceptuel. Ce travail repose sur l'idée de conflits cognitifs⁹ ou socio-cognitifs¹⁰. Orange (2000) a proposé de dépasser ce travail sur les conceptions des élèves et de travailler selon une perspective de construction des problèmes. Le tableau ci-dessous résume la différence entre les deux (Orange, 2000, pp.14-15) :

⁹ Un conflit cognitif *« se développe lorsqu'apparaît, chez un individu, une contradiction ou une incompatibilité entre ses idées, ses représentations, ses actions. Cette incompatibilité, perçue comme telle ou, au contraire, d'abord inconsciente, devient la source d'une tension qui peut jouer un rôle moteur dans l'élaboration de nouvelles structures cognitives »* (Astolfi, 1997, p.36).

¹⁰ Le terme de conflit socio-cognitif est issu des recherches de Vygotsky sur l'importance des relations sociales dans l'apprentissage. Il a été introduit par Doise, Mugny et Perret-Clermond dans les années 75, il désigne *« la confrontation entre des avis divergents qui est constructive dans l'interaction sociale »* (Mugny et al., 1975).

	Point de vue du « Travail sur les conceptions »	Point de vue de la « Construction de problème »
Objectifs d'apprentissage	Faire passer les élèves d'une conception C1 à une conception C2 C1 et C2 sont de même nature C2 est plus proche des savoirs actuels que C1	Faire passer les élèves d'une opinion O à un savoir scientifique S O et S ne sont pas de même nature S est un savoir raisonné
Principes de fonctionnement	Faire prendre conscience à l'élève de ses conceptions et de leurs limites (qui a raison ?) Moyens : Conflits cognitifs et/ou socio-cognitifs	Faire construire le problème et, en particulier les raisons (quelles raisons se cachent derrière vos idées ?) Moyens : Justifications, confrontations, explicitation des contraintes repérées

Tableau 1. Objectifs d'apprentissage et principes de fonctionnement du « débat scientifique » dans la classe (Orange, 2000, pp.14-15, modifié par Chalak, 2012, p.41)

En s'inspirant des travaux de Orange (2000), Astolfi explique que dans la première perspective de travail sur les conceptions « *La question essentielle est alors de savoir qui a raison [...], il s'agit de s'appuyer sur les oppositions entre points de vue pour faire triompher la meilleure conception possible* » (Astolfi, 2005, p.72). Il s'agit de faire passer les élèves d'une conception C1 à une autre C2 plus conforme aux savoirs scientifiques actuels. D'un point de vue de problématisation « *La question essentielle n'est alors plus de savoir qui a raison mais de comprendre les raisons des points de vue en présence* » (Ibidem, p.72). Le but est de dépasser la logique de changement des conceptions de l'élève parce que « *Passer d'une conception à une autre sans comprendre pourquoi cela ne peut pas être autrement, donc sans raisons, relève de la conversion, non du travail scientifique* » (Orange, 2006, p.89).

Les échanges qui se produisent lors des débats peuvent donc être vus comme des moments privilégiés à la problématisation des savoirs scientifiques. Comme l'écrit Orange (2003a, p.85) « *les explicitations qui se font au cours du débat, les controverses*

qui s'y développent et les argumentations des élèves ne sont pas simplement des moyens sur lesquels on s'appuie pour changer les conceptions individuelles : elles constituent les matières premières des raisons scientifiques que l'on veut voir se construire ». Pour illustrer cela, nous reprenons le même exemple portant sur « *la nutrition humaine* » (Orange, 2005). Dans une logique de construction de problèmes, le rôle essentiel du débat scientifique ne se limite pas à changer les conceptions initiales des élèves en conceptions plus évoluées et proches du savoir actuel, ni de dire que cette solution est bonne et que l'autre est fausse. Il s'agit de les emmener à construire le problème, de les faire passer d'une problématique à une autre. L'enjeu ici est « *de faire construire aux élèves des nécessités constitutives du savoir scientifique sur la nutrition* » (Ibidem, p.83), à savoir : la nécessité de transformation des aliments, la nécessité de tri et la nécessité de distribution à tout le corps. Le travail du débat « *a comme fonction didactique de faire passer les élèves des idées aux nécessités, ou encore des solutions qu'ils ont construites à la problématisation explicite* » (Ibidem, p.83). Il s'agit de passer d'une idée de tri (non désignée) à une nécessité explicitée et désignée : « *il faut que ça trie* » (Ibidem, p.85). Nous pouvons dire que la mise en place de certaines formes de débat scientifique constitue une condition nécessaire d'accès à des savoirs problématisés.

Dans les classes, il paraît alors essentiel de donner une place à l'expression et à la discussion des idées des élèves et de les mettre dans des conditions qui leur permettront véritablement de travailler les problèmes. Il faut permettre l'apparition des moments de divergence (Orange Ravachol, 2011, p. 4), où les élèves sont susceptibles de produire des réponses différentes, d'imaginer et d'explorer des possibles. Ces moments sont propices à des échanges et à des débats au sein de la communauté scientifique que représente la classe. Ils permettent de construire des savoirs raisonnés, à l'inverse des savoirs assertoriques ou propositionnels, comme c'est souvent le cas dans les situations ordinaires de classe.

Nous avons explicité dans ce point le rôle des pratiques langagières et notamment des débats scientifiques dans la construction de savoirs scientifiques. Comme notre recherche s'intéresse aux fonctions des expériences dans la construction de savoirs scientifiques des élèves, nous en venons maintenant à voir comment les pratiques expérimentales peuvent contribuer à la construction des savoirs problématisés.

6. Rôle des pratiques expérimentales dans la construction de savoirs scientifiques

Les fonctions des pratiques expérimentales au sein des démarches scientifiques dépendent nécessairement de l'approche qu'on a de la science et de la construction des savoirs. En nous référant à nos repères épistémologiques (Popper, 1985 ; Bachelard, 1938) et didactiques (Fabre & Orange, 1997 ; Orange Ravachol, 2010b, 2010c), nous comparons la manière dont les expériences peuvent être conçues et exploitées selon une logique de réfutation et selon une logique de problématisation :

- une logique de réfutation

Comme nous l'avons déjà explicité plus haut, selon la logique de réfutation développée par Popper (1985), les théories scientifiques sont hypothétiques, elles sont toujours susceptibles d'être réfutées ou en partie réfutées un jour si de nouveaux faits les contredisent. Il s'agit d'une logique du « faux », du « réfutable » et du « vraisemblable ». L'idée de la vérité est discutable parce qu'une théorie ne peut jamais être complètement ou définitivement vraie, elle tient tant qu'elle résiste aux tests empiriques, donc elle est provisoirement vraisemblable, rien ne la rend nécessaire.

Dans l'enseignement des sciences à l'école, selon cette logique, le travail du problème scientifique consiste en la recherche d'une ou de solutions dont la solidité tient tant qu'elle(s) a(ont) résisté à des mises à l'épreuve empiriques, qui peuvent passer par des expériences. Selon cette logique, les expériences servent à trier et à filtrer la ou les solutions du problème. Le texte de savoir contient un tri de la ou des solutions du problème, il peut comporter aussi les éléments et les arguments leur ayant permis de résister à la mise à l'épreuve (par expériences).

- une logique de problématisation

À partir des précisions épistémologiques et didactiques menées ci-dessus, le cadre théorique de l'apprentissage par problématisation met en avant le travail des problèmes et la construction de savoirs raisonnés. Selon cette logique, en plus des solutions des problèmes, le savoir construit comporte aussi les conditions de possibilité de ces solutions. Le travail du problème scientifique conduit à la construction d'un savoir scientifique tenu par des raisons. Selon cette optique, l'articulation de la problématisation et des investigations empiriques est fortement nécessaire, Orange affirme que « *l'apprentissage et l'enseignement scientifique selon la construction de*

problèmes nécessite de renoncer à toute démarche stéréotypée au profit d'une interaction permanente entre problématisation et investigations empiriques, sous toutes leurs formes (observation, expérimentation, documentation). » (Orange, 2002b, p. 40). Par conséquent, les savoirs scientifiques ne peuvent pas se limiter aux solutions, mais ils sont fondés sur des nécessités qui « ne viennent pas simplement de constats empiriques [parmi lesquels il peut y avoir des résultats expérimentaux] mais d'une construction critique de modèles explicatifs » (Orange, 2005, p.77). Autrement dit, pour que la problématisation soit accessible aux élèves, le travail des problèmes consiste à exploiter les investigations empiriques dans la construction des savoirs tenus par des raisons. Selon cette perspective, mener une investigation scientifique à caractère expérimental dans les classes de sciences doit conduire les élèves à dépasser la fonction de validation/réfutation de la ou les solutions du problème par le biais des expériences. Orange et al. (1999, p.109, 110) notent que l'expérience « n'a pas uniquement pour fonction de sélectionner négativement les hypothèses et les modèles, comme le voudrait une vision purement réfutationniste¹¹ : elle informe et nourrit les idées lors de la construction des problèmes. Elle vient enrichir les contraintes empiriques, ce qui peut avoir comme conséquence de rendre non viables certains modèles (réfutation) ; mais aussi de développer de nouvelles nécessités ou de nouveaux possibles pour les modèles ». On est sur une logique de possible et d'impossible, du contingent et du nécessaire. Dans ce contexte, le recours à l'expérience « ne se définit pas comme un moment d'une démarche ou d'une méthode : ce sont ses fonctions dans la construction du problème qui lui donnent sens » (Ibidem, p.109). Ainsi, l'expérimentation peut être privilégiée comme voie d'investigation scientifique « non pas quand c'est possible, mais quand c'est pertinent par rapport aux apprentissages visés » (Orange, 2002a, p.20). Lorsqu'elle est envisageable et pensable, l'expérimentation est scientifique lorsqu'elle est interprétée et exploitée au regard d'une dimension explicative et argumentative des faits et des phénomènes « l'expérimentation, quand elle est possible, n'est scientifique que si elle entre dans un projet explicatif et critique » (Ibidem, p.20).

¹¹ Réfutationniste : liée au critère de réfutabilité chez Popper (1985) qui considère qu'il n'y a pas de théorie complètement vraie, toute théorie peut être réfutée ultérieurement si un fait le contredit.

Conclusion

Au terme de ce premier chapitre, nous rappelons que notre recherche s'inscrit dans le cadre d'une épistémologie rationaliste de l'activité scientifique, où la connaissance scientifique est en rupture avec la connaissance commune (Bachelard, 1938). Dans ce qui précède, nous avons essayé de faire le point sur le cadre conceptuel de la problématisation que nous mobilisons. Nous avons réussi à présenter les différentes conditions qui caractérisent la construction d'un savoir scientifique selon une approche de problématisation (lien savoir-problème, apodicticité des savoirs). Nous avons pointé l'importance de la construction de savoirs raisonnés, par opposition à de simples savoirs factuels et assertoriques. Nous avons relevé le rôle des pratiques langagières (écrites et orales) dans la construction de raisons contraignant les savoirs. Pour cela, les débats apparaissent comme des moments privilégiés de montée en problématisation dans la construction de savoirs. Nous avons explicité finalement la manière dont les pratiques expérimentales peuvent participer à la construction de savoirs raisonnés selon une logique de problématisation. Selon notre positionnement didactique, nous avons montré que les expériences n'ont pas seulement pour fonction de sélectionner négativement les hypothèses comme le voudrait la logique de réfutation, mais elles doivent contribuer à la construction des problèmes et à la construction de savoirs tenus par des raisons.

Dans notre recherche, nous nous intéressons aux fonctions que peuvent remplir les pratiques expérimentales au sein des classes de sciences. Notre but est de voir comment ces pratiques sont investies par les enseignants dans la construction de savoirs scientifiques par des élèves de l'école. Sont-elles exploitées selon une logique de réfutation/validation ? Peut-il y avoir des moments d'ouverture vers une problématisation ? Dans le chapitre suivant nous nous intéressons aux fonctions des pratiques empiriques dans l'activité de la recherche scientifique et dans le cadre scolaire. Nous essayons d'articuler les deux pour voir quelles pratiques expérimentales sont les plus adaptées au développement d'une activité de problématisation.

Chapitre 3 : Les fonctions des expériences dans l'activité de recherche scientifique et dans le cadre scolaire

Introduction

Notre recherche d'intéresse aux fonctions des expériences dans la construction de savoirs scientifiques à l'école. Après avoir montré la manière dont les didacticiens conçoivent l'exploitation des expériences dans le cadre de l'apprentissage par problématisation, nous essayons dans ce chapitre de voir les fonctions attribuées aux investigations empiriques (observations, expériences) dans l'activité scientifique en relation avec le registre du modèle et la construction des problèmes (Orange, 2003c). Puis, nous nous appuyons sur les travaux de Coquidé (1998, 2000a, 2003) pour saisir la diversité des pratiques expérimentales lors des pratiques d'apprentissage scolaire. Ensuite, nous nous attachons à articuler les fonctions des investigations empiriques repérées dans l'activité scientifique aux modes didactiques repérées dans les pratiques expérimentales scolaires, pour déterminer la catégorie des expériences qui pourrait permettre le développement d'un travail de problématisation dans les classes.

1. Les fonctions des investigations empiriques dans l'activité de recherche scientifique

Les pratiques de la recherche scientifique sont vues comme des pratiques sociales de référence des pratiques scolaires. Les expériences font partie des investigations empiriques, pour repérer le rôle et les fonctions de celles-ci dans les activités de recherche scientifique, nous nous référons essentiellement aux travaux d'Orange (2003c). Ce dernier a attribué différentes fonctions aux investigations empiriques dans leur relation avec la construction des modèles explicatifs. En s'appuyant sur l'activité scientifique d'un chercheur en pétrologie, Orange (Ibidem, pp.7-9) a identifié quatre fonctions épistémologiques des investigations empiriques des chercheurs qui se distinguent selon leur emploi lorsqu'elles interagissent ou pas avec le registre du modèle (ou des modèles) :

1.1. La mise à l'épreuve d'un modèle

La première fonction des investigations empiriques est inspirée de la thèse de Karl Popper basée sur la falsification et la réfutation que nous avons vu dans le premier chapitre. Dans ce cas, la mise en relation du registre empirique et du registre du modèle

(ou des modèles) est bien assurée. La fonction attribuée aux investigations empiriques est la mise à l'épreuve d'une hypothèse bien réfléchie (d'un modèle), elle « *apparaît généralement comme prototypique d'une démarche scientifique* » (Ibidem, p.7). Dans cette optique, les investigations empiriques ne peuvent pas être pensées dans une logique de problématisation et de construction de savoirs tenus par des raisons.

1.2. La mise en tension critique des idées explicatives et des investigations empiriques

La deuxième fonction des investigations empiriques se situe dans le cadre conceptuel de l'apprentissage par problématisation où la mise en lien entre le registre empirique et le registre des modèles est établie par le biais du va-et-vient permanent entre faits constatables ou construits (expérimentation, observation, vécu) et le monde des idées explicatives (modèles). Cette situation se retrouve au cœur du schéma de l'activité scientifique (chapitre 2, p.44). C'est la mise en tension critique des idées explicatives et des investigations empiriques qui permet la construction de problèmes scientifiques. Dans cette optique, les expériences ne peuvent pas être réduites en une activité matérielle seulement, mais elles doivent être pensées selon une perspective d'exploration des possibles et d'élaboration des raisons qui contraignent les solutions. Dans un tel cas de figure, les investigations empiriques ne se limitent pas à la seule investigation mais elles permettent en plus une activité de problématisation.

1.3. "L'instanciation" des modèles

Cette fonction veut dire que les investigations empiriques ont pour but la recherche d'informations sur le registre des modèles et d'y apporter des précisions (une mesure par exemple). Elles sont orientées par le modèle travaillé et ne permettent ni de résoudre le problème en jeu ni d'y apporter des explications. Les investigations empiriques ambitionnent d'affiner un modèle, c'est le cas par exemple des investigations visant la caractérisation du domaine de stabilité d'un minéral. Dans de telles situations, la mise en relation du registre empirique et du registre du modèle est toujours assurée. En contrepartie et à l'aide des précisions apportées au modèle travaillé, les investigations permettent l'achèvement de la résolution du problème en jeu.

1.4. Les expériences ou les relevés descriptifs

Dans ce cas, les investigations empiriques ne sont pas engagées dans un projet explicatif et n'ont pas d'intention d'expliquer des phénomènes ou apporter des précisions au modèle travaillé. Par exemple, c'est le cas des investigations mises en œuvre pour

établir une carte génétique pour un être vivant, etc. De telles investigations ne visent pas à affiner ou à préciser un modèle, en revanche elles ont pour but d'enrichir le registre empirique. Leur intérêt vient du fait qu'elles peuvent s'articuler sur le registre du modèle (ou des modèles) et attribuer d'une manière ou d'une autre au travail de problèmes scientifiques.

Pour récapituler, les fonctions des investigations empiriques ne peuvent pas être réduites dans la recherche des informations sur le registre empirique ou dans la mise à l'épreuve des hypothèses préalablement réfléchies, comme le veut la première fonction (Orange, 2003c, p.7). La mise en tension critique des investigations empiriques avec des idées explicatives permet de rendre possible la problématisation, qui va de la construction du problème scientifique en jeu à sa résolution. Après avoir explicité la diversité des fonctions des investigations empiriques dans une activité de recherche scientifique, nous nous interrogeons dans le point suivant sur les approches de l'expérimental dans le cadre scolaire. Pour saisir la diversité des pratiques expérimentales dans l'activité d'apprentissage scientifique, nous nous focalisons sur les travaux de Coquidé (1998, 2000a, 2003).

2. Les approches de l'expérimental dans le cadre scolaire

Dans le cadre scolaire, les pratiques expérimentales contribuent à la compréhension du monde et des phénomènes qui les entourent. Le statut de l'expérimental en classe n'est pas toujours clarifié dans les pratiques d'enseignement en sciences. Cela dépend de plusieurs facteurs y compris l'approche suivie par l'enseignant, ses choix pédagogiques et les objectifs escomptés par l'intermédiaire des activités expérimentales mises en place. Afin de saisir la diversité des pratiques expérimentales au niveau d'une activité d'apprentissage scientifique scolaire, ses contextes, ses objectifs et ses fonctions, nous nous appuyons sur les travaux de Coquidé (1998, 2000a, 2003). Celle-ci a distingué trois modes didactiques de l'expérimental avec une entrée didactique spécifique que nous caractérisons ci-dessous.

2.1. Mode de familiarisation pratique ou « les expériences-action »

Ce mode peut être qualifié d'« *expérience-action* ». Il concerne l'activité de l'élève lors d'une initiation scientifique ou quand un nouveau sujet d'étude est abordé. Coquidé écrit que nous appelons mode de familiarisation pratique « *une première configuration de l'expérimental en classe [...] Il permet aux élèves d'explorer et d'agir, à travers des*

situations variées et diversifiées » avec pour finalité d'« apprivoiser » des objets, des phénomènes ou des instruments, d'inciter au questionnement, de constituer un capital expérientiel commun pour la classe » (Coquidé, 2003, p.13). D'un point de vue pédagogique, les pratiques expérimentales correspondent aux activités de rencontre et de familiarisation des élèves avec un matériel, des phénomènes ou des techniques. Elles ont pour but « de constituer un référent empirique » (Coquidé, 1998, p.113). Cette notion représente « l'ensemble des objets, des phénomènes et des procédés pris en compte, par expérience directe ou par évocation, et des premières connaissances d'ordre pratique qui leur sont associées » (Martinand, 1986, cité par Coquidé, 1998, p. 113).

Pour illustrer le mode de familiarisation pratique, nous donnons l'exemple du matériel expérimental à explorer lors d'une séance d'initiation scientifique au concept du circuit électrique. L'élève se familiarise avec le matériel (piles, ampoules, fils conducteurs, etc.) et tente de faire briller l'ampoule à l'aide de différents objets. Il est devant un matériel nouveau, curieux de voir comment ça fonctionne et ce qui va se passer en le touchant et en le tournant en tout sens. Ces activités pratiques « peuvent lui faire acquérir des savoir-faire préalables ou s'approprier des techniques d'investigation (instruments et procédures) » (Coquidé, 1998, p.113). Le caractère spontané et non intentionnel des expériences-action peut satisfaire le besoin de curiosité et de découverte chez l'élève qui « expérimente 'pour voir', il explore et contrôle peu à peu ses actions, il apprend à maîtriser des pratiques » (Ibidem, p.113). Le tableau suivant donne à voir le point de vue didactique et pédagogique de ce type d'expériences (Coquidé, 2003, p.15).

MODE DE FAMILIARISATION PRATIQUE
(Expériences pour voir, essayer, explorer)
Contexte : Première initiation scientifique ou abord d'un nouveau sujet étude, d'une nouvelle technique, d'un nouvel instrument.
Buts : Familiariser l'élève avec des objets et des phénomènes. Développer un questionnement scientifique. Faire progresser un savoir-faire préalable. Permettre l'appropriation de techniques d'investigation. Constituer un référent empirique.
Nature du dispositif pour l'élève : Exploration empirique et contrôle des actions.

Priorité du guidage par l'enseignant : Proposer des situations variées et diversifiées. Initier une articulation entre le réel et l'abstraction. Favoriser les comparaisons et les confrontations multiples.

Relancer le questionnement. Introduire le doute. Aider à reformuler. Développer les apprentissages techniques.

Tableau 2. Le mode de familiarisation pratique (Coquidé, 2003, p.15)

Ces expériences sont considérées comme des moments de prise de contact avec le réel sans avoir nécessairement une intention d'aboutir à des conclusions ou à des savoirs structurés. De telles pratiques impliquent une intervention de l'enseignant pour exploiter ces moments d'action dans la familiarisation des élèves à la démarche scientifique. Celles-ci représentent une occasion pour élaborer des questionnements et développer une attitude scientifique.

2.2. Mode d'élaboration théorique ou « les expériences-outil »

Ce mode peut être aussi qualifié d'« expériences-outil ». Elles « ont pour but d'élargir le référent empirique, de participer à la construction de concepts et à l'élaboration de modèles scientifiques » (Coquidé, 1998, p.114). Ces expériences réalisées ou évoquées « fonctionnent comme un outil au service de la construction des sciences » (Coquidé, 2003, p. 14). Il peut s'agir d'expériences illustratives ou de pratiques de monstration où l'expérience « n'est qu'un artifice pour exhiber une notion qu'elle concrétise et manifeste » (Astolfi, 1998, p.112). Dans de telles situations, l'enseignant choisit et prévoit une expérience parce qu'elle « marche » et parce que ses résultats illustrent ce qu'il veut faire transmettre aux élèves. Coquidé voit que « Les observations effectuées par l'élève dans ce mode sont, le plus souvent, convergentes et l'expérimental est mis au service de l'appropriation conceptuelle et modélisante » (Coquidé, 1998, p. 114). En effet, « Les termes classiques d'expérience de référence, de confirmation ou de renforcement prennent leur sens dans ce contexte » (Astolfi et al., 1998, p.112). Le tableau suivant donne à voir le point de vue didactique et pédagogique de ce type d'expériences (Coquidé, 2003, p.15).

MODE D'ÉLABORATION THÉORIQUE <i>(Expériences pour démontrer, conceptualiser, modéliser)</i> Contexte : Élaboration conceptuelle ou modélisante. Buts : Contribuer à la construction théorique des sciences (élaboration et application). Élargir le référent empirique. Nature du dispositif pour l'élève : Sollicitation d'allers-retours entre le registre empirique et la conceptualisation. Priorité du guidage par l'enseignant : Proposer des activités dans les domaines de validité des constructions théoriques qui doivent être explorés pour en éprouver la pertinence.

Tableau 3. Le mode d'élaboration théorique (Coquidé, 2003, p.15)

2.3. Mode d'investigation empirique ou « les expériences-objet »

Ce mode est caractérisé par la mise en œuvre d'une démarche investigatrice avec tâtonnements et allers-retours entre hypothèses et données expérimentales. Il peut articuler le registre de familiarisation pratique aux objets et aux phénomènes et le registre d'élaboration intellectuelle (Coquidé, 1998, p.113). Les activités expérimentales « *envisagées et effectuées, pourraient, globalement, être qualifiées d'expérimentation* » (Ibidem, p.112). Il s'agit de « *mettre en œuvre une démarche d'investigation, avec peut-être des moments plus divergents d'exploration et des moments plus convergents de validation de propositions* » (Ibidem, p.112). Cette méthode de travail se rapproche d'une démarche réelle de recherche, sa logique est celle d'une résolution ouverte de problèmes (Coquidé, 2003, p.13). Elle correspond à « *une transposition didactique des démarches d'un chercheur, les situations expérimentales ont pour but d'initier l'élève à des raisonnements scientifiques, de lui faire utiliser les instruments et les procédures d'une réelle investigation, de lui faire approcher la résistance du réel.* » (Coquidé, 1998, p.113). La classe est invitée à discuter et à argumenter et à tester, c'est l'occasion pour les élèves pour confronter les hypothèses aux résultats des expériences, faire des interprétations possibles et tirer des conclusions. Ces pratiques expérimentales ont pour objectif « *d'aider les élèves à construire un problème, [...]. Ce qui est d'abord visé, c'est une certaine attitude scientifique, la maîtrise d'outils méthodologiques, l'habitude du débat scientifique* » (Astolfi et al., 1998, p.113). Le tableau suivant donne à voir le point de vue didactique et pédagogique de ce type des expériences (Coquidé, 2003, p.15).

MODE D'INVESTIGATION EMPIRIQUE

(Expériences pour tester, contester, argumenter)

Contexte : Pratiques d'investigation, recherche problématisée.

Buts : Initier à des démarches scientifiques. Utiliser des techniques d'investigation.

Nature du dispositif pour l'élève : Mise en œuvre (en tout ou partie) d'une réelle démarche d'investigation (recherche bibliographique, problématisation, investigation dont expérimentation, conception et réalisation de protocoles, communication, discussion). Réalisation d'un mini-projet.

Priorité du guidage par l'enseignant : Aider à problématiser ou à émettre un projet. Favoriser la mise en œuvre des investigations. Développer la rigueur dans les démarches de validation par les élèves. Encourager les confrontations multiples. Faire réfléchir les élèves sur leurs démarches de recherche et leurs raisonnements.

Tableau 4. Le mode d'investigation empirique (Coquidé, 2003, p.15)

Notre étude s'intéresse aux fonctions des expériences dans la construction de savoirs scientifiques à l'école élémentaire. Cette explicitation des approches de l'expérimental dans le cadre scolaire (Coquidé, 1998) peut nous servir pour la suite de notre travail dans la caractérisation de la typologie des expériences mises en place dans les classes. Nous passons maintenant à articuler les fonctions des expériences repérées dans l'activité scientifique (Orange, 2003c) aux approches didactiques de l'expérimental repérées dans le cadre scolaire (Coquidé, 1998, 2000a, 2003) et à déterminer le mode didactique des expériences le plus compatible au développement d'une activité de problématisation.

3. Articulation des fonctions des expériences dans l'activité scientifique avec les approches de l'expérimental repérées à l'école

Orange (2003c) a comparé les modes didactiques de l'expérimental identifiés par Coquidé (1998, 2003) avec les fonctions épistémologiques des investigations empiriques de l'activité scientifique qu'il a pu dégagées lors de son étude. A travers cette articulation, il est arrivé aux constats suivants :

- En « mode de familiarisation pratique », les expériences-action ne trouvent pas leur place dans les fonctions des investigations empiriques repérées dans l'activité de la recherche scientifique. Orange (2003c, p.13) a écrit qu'il s'agit d'« *une construction didactique qui ne trouve pas son équivalent dans l'activité du chercheur* ». Il rajoute

que même si « *Si le tâtonnement qu'on y trouve peut rappeler certaines investigations de type IE2¹², il ne donne pas lieu à une véritable problématisation* » (Ibidem, p.12).

- En « mode d'élaboration théorique », dont la priorité est donnée à la construction des concepts et des modèles, « *L'expérience jouerait donc une fonction de type IE1¹³* » (Ibidem, p.12).

- En « mode d'investigation empirique », l'objectif des expériences-objet est d'initier les élèves à des raisonnements scientifiques. L'expérience joue ici la fonction de confrontation des idées explicatives et des investigations empiriques (Ibidem, p.12). Ce mode didactique « *peut prendre en charge la problématisation, mais semble renoncer à des apprentissages conceptuels importants au profit d'apprentissages méthodologiques et techniques. Cela traduit bien la difficulté qu'il y a, pour le maître et les élèves, à tout gérer en même temps* » (Ibidem, p.13).

Conclusion

Nous avons vu tout au long de ce chapitre les fonctions de l'activité scientifique en lien avec les approches des pratiques expérimentales dans le cadre scolaire. Pour récapituler, nous avançons que les deux modes didactiques du fonctionnement de l'expérimental en classe (le mode d'élaboration théorique et le mode de familiarisation pratique) mettent en avant l'acquisition de connaissances conceptuelles ou empiriques « *sans nécessairement rechercher la construction de problèmes par les élèves* » (Ibidem, p.13). Alors que le mode d'investigation empirique constitue une construction didactique qui peut trouver son équivalent dans l'activité de recherche scientifique, et peut donner lieu à une activité de problématisation des apprentissages.

Puisque l'objet de notre recherche concerne les fonctions des expériences dans la construction de savoirs scientifiques des élèves au cycle 3 de l'école élémentaire, nous trouvons important de conduire une étude sur la place accordée à l'expérimentation et aux expériences dans le contexte institutionnel actuel de l'enseignement des sciences notamment avec la préconisation de la démarche d'investigation comme une approche innovante dans l'enseignement des sciences.

¹² Correspond à la deuxième fonction des investigations empiriques de l'activité des chercheurs : la mise en tension critique des idées explicatives et des investigations empiriques (Orange, 2003c, p.8).

¹³ Correspond à la première fonction des investigations empiriques de l'activité des chercheurs : la mise à l'épreuve d'un modèle (Orange, 2003c, p.7).

Chapitre 4 : Place accordée à l'expérimentation dans les instructions officielles de l'enseignement des sciences à l'école

Introduction

Notre recherche s'intéresse aux fonctions des expériences dans la construction de savoirs scientifiques au cycle 3 de l'école élémentaire. Vu que l'enseignement de sciences à l'école se réfère nécessairement aux programmes scolaires, il nous semble utile de cerner la place accordée à l'expérimentation dans les instructions officielles et dans les programmes actuels et récents de l'enseignement des sciences à l'école. Dans le but de mieux saisir comment le statut de l'expérimentation et aux expériences a évolué au fil des années dans le contexte institutionnel français, nous effectuons un rapide survol historique des grandes phases chronologiques qui ont marqué l'enseignement des sciences en France depuis ses origines et jusqu'aux programmes de 2020. Puisque nos investigations empiriques sur le terrain concernent des séquences d'enseignement attachées aux programmes du cycle 3 (2015 et 2020), nous focalisons notre intérêt sur ces derniers pour voir la fonction attribuée aux pratiques expérimentales dans l'esprit de la démarche d'investigation, démarche promue depuis plusieurs dizaines d'années dans l'enseignement des sciences. Puis, nous nous attardons sur le rôle accordé aux pratiques langagières au sein de cette démarche et sur comment elles peuvent s'articuler aux pratiques expérimentales dans le travail des problèmes scientifiques. Ensuite nous essayons de saisir le degré de comptabilité de la démarche d'investigation avec le cadre de l'apprentissage par problématisation. Enfin, nous montrons les difficultés rencontrées par les enseignants dans la mise en œuvre de la démarche d'investigation à l'école. Avant de clore ce chapitre, nous nous intéressons aux contraintes que peut poser la transposition des pratiques expérimentales dans les classes au regard de la construction de savoirs scientifiques.

1.Place de l'expérimentation dans l'histoire de l'enseignement des sciences

Dans le but de montrer comment les fonctions attribuées aux expériences sont évoluées tout au long de l'histoire de l'enseignement des sciences et de voir l'approche dominante dans la conception des pratiques expérimentales à l'école, nous remontons dans le temps aux périodes marquantes de cet enseignement, à savoir : la leçon des choses (1887), les activités d'éveil (1970), l'opération « La main à la pâte » (1996), le

PRESTE¹⁴ (2000), les nouveaux programmes d'enseignement des sciences à l'école primaire (2002, 2008, 2015, 2020).

1.1. La leçon des choses (1887)

Depuis que l'enseignement des sciences a été rendu obligatoire par la loi de Jules Ferry¹⁵ en 1882, la leçon des choses s'est imposée comme « *le paradigme de l'enseignement des sciences* » (Kahn, 2000, p. 9) à l'école. Il s'agit d'un passage d'un enseignement fondé sur l'abstraction à un enseignement fondé sur l'observation et l'expérience. Avec la leçon des choses, l'enseignement des sciences a eu un caractère utilitaire. Les instructions officielles de cette période précisent que « *Les élèves de l'école primaire n'ont pas de temps à perdre en discussions oiseuses, en théories savantes, en curiosités scolastiques [...]. La vérité s'acquiert et se constate par l'observation et par l'expérience. Elle résulte uniquement de la connaissance des faits* » (Les instructions officielles de 1887, cité par Berthou, 1996, p.6). La démarche prônée dans la leçon des choses est une démarche empirique et inductive, avec l'idée que « *les élèves ne doivent pas être en « situation de recherche* » » (Ibidem, p.6). Les élèves observent et manipulent mais s'expriment peu, leur marge d'activité autonome est réduite. C'est à l'enseignant de transmettre des savoirs, de faire comprendre et d'expliquer, il « *se sert d'objets sensibles, fait voir et toucher les choses, met les enfants en présence de réalités concrètes, puis peu à peu les exerce à en dégager l'idée abstraite, à comparer, à généraliser* » (Instructions officielles, 1887, cité dans Berthou 1999, p.88).

Durant cette période l'observation et l'expérimentation sont beaucoup valorisées, selon Fabre (2009, p.11) « *l'enseignement des sciences, à l'école, au collège et au lycée a été longtemps proposé "garanti sans problèmes" jusqu'au les années 1980, animé qu'il était par des épistémologies positivistes voire empiristes qui valorisent l'observation ou l'expérimentation dans la fameuse leçon des choses, sans forcément les apporter à un étonnement quelconque* ». La leçon des choses a pour but de faire comprendre aux élèves les relations entre les phénomènes et le monde ou l'environnement où ils se situent. Hébrard (1997, p.3) a écrit que « *L'expérience ne sert pas ici à confirmer ou infirmer une hypothèse. Elle a seulement pour ambition de permettre à l'enfant d'observer des phénomènes qui n'auraient pas attiré son attention si une manipulation,*

¹⁴ Le plan de rénovation de l'enseignement des sciences et de la technologie à l'école.

¹⁵ La loi Ferry est la loi du 28 mars 1882 qui rend la scolarité obligatoire des enfants de 6 ans à 13 ans.

venue au bon moment, n'avait arrêté son regard ». L'objectif de l'expérience dans cette période d'enseignement vise alors à rendre l'élève un bon observateur. En ce sens, la leçon de choses n'est « *qu'une accumulation d'observations pertinentes dont la récurrence forge progressivement, dans la mémoire de l'enfant, le matériau empirique dont pourra naître la claire conscience d'une relation de cause à effet ou d'une loi* » (Ibidem, p.3).

La leçon des choses a été présente dans l'enseignement des sciences pendant presque un siècle (de 1882 à 1969). Kahn (2000, p. 21) montre que la culture scientifique dans les années soixante a réduit la pertinence de ce modèle inductif qui n'était pas dans la mesure à répondre aux nouvelles exigences de la vie scientifique dans un monde envahi par la technologie. Les disciplines d'éveil font alors leur apparition dans les années 1970.

1.2. Les activités d'éveil (1970)

A partir des années 1970, l'enseignement des sciences fait partie des disciplines d'éveil (histoire, géographie, sciences, travaux manuels). Les activités d'éveil ont alors remplacé la leçon de choses. Par opposition aux épistémologies empiristes et inductivistes¹⁶ (basée sur l'observation) qui ont marqué la période de la leçon des choses, il s'agit « *d'enseigner les sciences de manière constructiviste¹⁷ en mettant l'élève dans une situation proche de celle du scientifique, avec ses tâtonnements et ses retours en arrière* » (Molvinger, 2017, p. 49). Si la leçon de choses avait pour objet de faire de l'élève un bon observateur des phénomènes qui l'entourent, l'observation dans la pédagogie d'éveil « *n'est pas uniquement décrite comme un simple exercice sensoriel consistant à reconnaître et à bien nommer ce que l'on voit. Il s'agit d'une activité investigatrice, un questionnement relatif à un objet, qui met en œuvre les connaissances du sujet et ses capacités d'assimilation cognitive* » (Berthou, 1999, p.96). Les activités d'éveil s'intéressent à la prise en compte des « conceptions » des élèves en mettant en avant les questionnements des élèves qui débouchent sur la formulation d'un problème et sur sa résolution.

¹⁶ Popper a défini l'induction comme « *une inférence qui passe d'énoncés singuliers tels que les comptes rendus d'observation ou d'expérience, à des énoncés universels (parfois appelés aussi énoncés particuliers), tels des hypothèses ou des théories* » (Popper, 1973, p. 23).

¹⁷ Le constructivisme est une théorie de l'apprentissage développée par Jean Piaget (1964) en réaction au behaviorisme. Cette théorie est « *fondée sur l'idée que la connaissance est élaborée par l'apprenant sur la base d'une activité mentale. Cette théorie repose sur l'hypothèse selon laquelle, en réfléchissant sur nos expériences, nous nous construisons et construisons notre propre vision du monde dans lequel nous vivons* » (Kerzil, 2009, p.113).

Dans cette période, l'expérimentation dépasse son cadre habituel de manipulation vérificatrice (Berthou, 1996, pp. 96-97). L'élève apprend en agissant, s'interroge sur le monde qui l'entoure et essaye de l'expliquer et de le comprendre. Il est alors question de l'initier à une démarche investigatrice. L'élève, « *par la mise en œuvre de certains aspects de la démarche scientifique, apprend à formuler des questions, à proposer des solutions raisonnées à partir d'observations, de mesures, de mises en relation de données et d'exploitation de documents* » (Instructions officielles, cité dans Berthou, 1996, p.10).

L'accent est mis sur l'activité manuelle et intellectuelle des élèves, avec une place privilégiée accordée aux expérimentations. Le but est d'apprendre aux élèves à pratiquer une démarche expérimentale afin d'acquérir des connaissances scientifiques et des capacités intellectuelles et d'avoir des moyens de faire face aux différents problèmes posés. Durant les années 1970, « *L'utilisation d'une démarche scientifique est annoncée, mais la seule démarche expérimentale « reconnue » est OHERIC¹⁸* » (Berthou, 1996, p.8). Cette dernière est longtemps imposée comme modèle de démarche scientifique dans les activités d'éveil.

Selon Kahn (2000), les activités d'éveil scientifique ont connu un échec dans les années 1984 et 1985. Cet échec est venu des difficultés rencontrées par les enseignants dans la mise en place de ces activités. De ce fait, les disciplines d'éveil sont devenues des activités secondaires à l'école primaire. C'est l'opération « La main à la pâte » qui contribuera une dizaine d'années plus tard à la rénovation de l'enseignement des sciences.

1.3. L'opération « la main à la pâte » (1996)

A l'initiative, en 1996, de Georges Charpak (1924-2010 ; physicien, prix Nobel de physique en 1992), et dans le but de rénover l'enseignement des sciences à l'école, l'opération « La main à la pâte » est mise en place dans l'enseignement des sciences. L'élève doit devenir acteur de son apprentissage « *On apprend par l'action, en s'impliquant ; on apprend progressivement en se trompant ; on apprend en interagissant avec ses pairs et avec de plus experts, en exposant son point de vue, en le confrontant à d'autres points de vue et aux résultats expérimentaux pour en tester la pertinence et la validité* » (Charpak, 1996). Dans le but de promouvoir la pratique

¹⁸ Il s'agit de l'interprétation erronée de la méthode expérimentale de Claude Bernard simplifiée par l'acronyme OHERIC (observation, hypothèse, expérience, résultats, interprétation, conclusion).

expérimentale, l'opération « La main à la pâte » met en avant le rôle des activités pratiques dans l'apprentissage des sciences et considère la réalisation d'expériences concrètes à l'école primaire comme centrale. La place accordée aux pratiques expérimentales est devenue de plus en plus importante, avec l'idée que ces pratiques permettent d'acquérir des attitudes scientifiques et de construire des notions scientifiques.

Vu le retard du système éducatif français en matière d'enseignement scientifique, l'Académie des sciences et le Ministère de l'éducation nationale apportent leur soutien au projet de Georges Charpak qui a fait entrer et développer l'opération « La main à la pâte » au sein du système éducatif français. Ainsi, en juin 2000, cette dernière a obtenu un statut « officiel » en intégrant, comme pôle innovant, le plan de rénovation des sciences proposé par le Ministère de l'Education Nationale. En effet, il s'agit d'un plan d'action *« distinct de l'opération "La main à la pâte", mais qui prenne en compte ses acquis et l'intègre en tant que pôle innovant »* (B.O. n°23 du 15 Juin 2000). Les orientations officielles de cette période insistent sur la valorisation de l'expérimentation. Le but est de *« de rendre plus effectif l'enseignement des sciences et de la technologie à l'école, de lui assigner autant qu'il est possible une dimension expérimentale, de développer la capacité d'argumentation et de raisonnement des élèves, en même temps que leur appropriation progressive des concepts scientifiques »* (Ibidem). Nous nous attardons dans le point suivant sur les orientations de l'enseignement des sciences définis par le PRESTE.

1.4. Le PRESTE (2000)

Depuis son instauration dans les textes officiels de l'Education Nationale en juin 2000, le PRESTE est fortement inspiré par l'opération « La main à la pâte ». Il s'agit d'un plan qui consiste à rénover l'enseignement des sciences et vise à susciter chez les élèves l'envie d'apprendre les sciences. La mise en œuvre du PRESTE a supposé d'établir des nouveaux programmes qui se considèrent parmi des moments marquants de l'histoire de l'enseignement des sciences. Les nouveaux programmes de 2002 pour le cycle 3 de l'école préconisent que *« les compétences et les connaissances sont construites dans le cadre d'une méthode qui permet d'articuler questionnement sur le monde et démarche d'investigation »* (B.O hors-série, n°1, 14 février 2002, p. 86). La « la démarche

d'investigation¹⁹ » est ainsi mise en place dans les programmes de 2002 en tant qu'approche pédagogique qui vise l'acquisition de savoirs et de compétences scientifiques à l'école. Ces programmes proposent une réorganisation de l'enseignement des sciences et proposent des démarches conformes aux orientations et aux objectifs définis par le PRESTE (tableau 5).

Les orientations du PRESTE²⁰
Les élèves construisent leurs apprentissages en étant acteurs des activités scientifiques²¹ .
Ils observent un phénomène du monde réel et proche , au sujet duquel ils formulent leurs interrogations.
Ils conduisent des investigations réfléchies en mettant en œuvre des démarches concrètes d'expérimentation , complétées le cas échéant par une recherche documentaire. Il est important que les élèves pratiquent l'une et l'autre de ces deux voies complémentaires.
Ils échangent et argumentent au cours de l'activité, ils partagent leurs idées, confrontent leurs points de vue et formulent leurs résultats provisoires ou définitifs, oralement et par écrit . Ce faisant, ils sont conduits à s'écouter mutuellement, à considérer l'autre, à le respecter et à prendre en compte son avis.

Tableau 5. Les orientations du PRESTE (M.E.N. 2000)

Ces orientations mettent l'accent sur l'élève qui doit devenir acteur de son apprentissage. L'expérimentation est recommandée comme un outil d'investigation privilégié, à compléter par la documentation. Le PRESTE met en avant les démarches d'expérimentation en donnant de l'importance aux échanges et à l'argumentation.

Pour récapituler, nous pouvons dire que l'expérimentation était toujours présente tout au long des périodes qui ont marqué l'enseignement des sciences à l'école, de l'observation des phénomènes dans la leçon des choses, à l'initiation aux démarches expérimentales dans les activités d'éveil, au développement de la créativité et de l'esprit critique avec la préconisation de la démarche s'investigation. Le tableau 6 récapitule et illustre ces périodes et montre comment la place de l'expérimentation évolue au fil des

¹⁹ Il est à signaler que le terme « investigation » est employé depuis longtemps, Calmettes et Boilevin (2014, p.103) ont situé l'origine de l'idée de « démarche d'investigation » en France à la fin des années 1960 et au début des années 1970.

²⁰ Bulletin officiel n°23 du 15 Juin 2000.

²¹ Surligné par nous.

années. Puisque notre terrain de recherche concerne des études de cas au cycle 3 de l'école élémentaire, nous mettons l'accent sur les derniers programmes scolaires du cycle 3 (2002, 2008, 2015, 2020) pour voir comment est conçue l'expérimentation au sein de ces programmes.

Période	Statut de l'expérimentation
La Leçon des choses 1887	Une démarche empirique et inductive basée sur l'observation. « <i>L'expérience ne sert pas ici à confirmer ou infirmer une hypothèse. Elle a seulement pour ambition de permettre à l'enfant d'observer des phénomènes qui n'auraient pas attiré son attention</i> ²² si une manipulation, venue au bon moment, n'avait arrêté son regard » ²³ .
Les activités d'éveil 1970	Les orientations générales des activités d'éveil visent à développer des attitudes scientifiques chez les élèves et à leur apprendre à pratiquer la démarche scientifique. « <i>La première culture scientifique et technique apportée par l'école organise les expériences et met en forme les problèmes auxquels l'enfant est confronté. Cet enseignement a aussi pour objectif de faire acquérir les méthodes propres à la démarche scientifique (Observer, Analyser, Expérimenter puis Représenter)</i> » ²⁴ .
L'opération « la main à la pâte ». 1996	Une tendance à la valorisation de l'expérimentation : « <i>Le développement de la culture scientifique est un enjeu majeur pour notre société. Un accord unanime s'établit notamment autour de la nécessité de rendre plus effectif l'enseignement des sciences et de la technologie à l'école, de lui assigner autant qu'il est possible une dimension expérimentale, de développer la capacité d'argumentation et de raisonnement des élèves, en même temps que leur appropriation progressive des concepts scientifiques</i> » ²⁵ .
Le PRESTE La préconisation de la démarche d'investigation 2000	L'expérimentation est recommandée comme un moyen d'investigation privilégié, en complément avec d'autres outils (observation, documentation). « <i>l'acquisition de connaissances et de savoir-faire, grâce à un juste équilibre entre l'observation de phénomènes et d'objets réels, l'expérimentation directe et l'analyse de documents complémentaires, afin de former l'élève aux méthodes scientifiques d'accès à la connaissance, de l'habituer à identifier et à vérifier ses sources d'information, développant ainsi son esprit critique et citoyen</i> ». ²⁶

²² Surligné par nous.

²³ Hébrard (1997), in la main à la pâte, 1996.

²⁴ Instructions officielles, cité dans Berthou (1996, p.9).

²⁵ M.E.N. Bulletin Officiel n° 23 du 15 juin 2000.

²⁶ Extrait du document d'accompagnement des programmes « Enseigner les sciences à l'école – cycle 3 ».

Les programmes de 2002	L'expérimentation est recommandée comme un moyen d'investigation parmi d'autres. « <i>Les compétences et les connaissances sont construites dans le cadre d'une méthode qui permet d'articuler questionnement sur le monde et démarche d'investigation. Cette démarche peut recourir à diverses formes de travail :</i> - <i>expérimentation directe (à privilégier chaque fois qu'elle est possible) conçue et réalisée par les élèves ;</i> - <i>réalisation matérielle (recherche d'une solution technique) ;</i> - <i>observation directe ou assistée par un instrument, avec ou sans mesure ;</i> - <i>recherche sur des documents ;</i> - <i>enquête et visite »</i> ²⁷.
Les programmes de 2008	Les programmes de 2008 mettent l'accent sur la démarche d'investigation et sur l'expérimentation « <i>Observation, questionnement, expérimentation et argumentation pratiqués, par exemple, selon l'esprit de la Main à la pâte sont essentiels pour atteindre ces buts (comprendre et décrire le monde réel) ; c'est pourquoi les connaissances et les compétences sont acquises dans le cadre d'une démarche d'investigation qui développe la curiosité, la créativité, l'esprit critique et l'intérêt pour le progrès scientifique et technique »</i> ²⁸.
Les programmes de 2015 et de 2020	Une diversité des pratiques et d'approches d'investigation. L'expérimentation est placée parmi différents outils d'investigation. « <i>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 gout d'apprendre »</i> ²⁹.

**Tableau 6. Le statut de l'expérimentation durant les périodes marquantes
l'enseignement des sciences en France**

Les programmes du cycle 3 (2002, 2008, 2015, 2020) s'inspirent des orientations du PRESTE et mettent en avant la démarche d'investigation comme démarche innovante dans l'enseignement des sciences en plaçant l'expérimentation parmi différents outils d'investigation tout en insistant sur la diversité des voies d'investigation. La dimension expérimentale prend donc toute sa place dans l'enseignement des sciences à l'école.

²⁷ M.E.N. Bulletin officiel 2002, hors-série n°1 du 14 février.

²⁸ M.E.N. Programmes de l'école primaire, B.O n°3 du 19 Juin 2008, p. 24.

²⁹ M.E.N. Bulletin officiel spécial n° 11 du 26 novembre 2015.

M.E.N. Bulletin officiel spécial n° 31 du 30 juillet 2020, p. 78.

Nous nous intéressons dans notre terrain de recherche à des séquences d'enseignement ordinaires déclarées fondées sur une investigation expérimentale. Il nous apparaît alors légitime de consacrer un moment pour expliciter davantage le contexte institutionnel de promotion de la démarche d'investigation et de saisir la fonction attribuée à l'expérimentation au sein de cette approche innovante de l'enseignement des sciences à l'école.

2. La préconisation de la démarche d'investigation

2.1. Le contexte institutionnel français de la mise en œuvre de la démarche d'investigation (2000)

Comme nous l'avons déjà avancé dans le point précédent, afin de répondre à la nécessité de renouvellement de l'enseignement des sciences en France durant la scolarité obligatoire et pour rendre plus attractive l'image de la science à l'école, la démarche d'investigation est promue dans l'enseignement des sciences. A la suite du lancement du PRESTE (2000), cette démarche est présente dans les programmes des sciences et technologies de l'école primaire comme étant une approche pédagogique fondée sur le questionnement et l'investigation où « *Les élèves s'interrogent, agissent de manière raisonnée et communiquent. Les élèves construisent leurs apprentissages en étant acteurs des activités scientifiques* » (B.O. n°23 du 15 juin 2000).

Après son introduction à l'école primaire en 2002, les instructions officielles relatives à l'enseignement des sciences incitent sur l'engagement des élèves dans l'investigation scientifique. La démarche d'investigation est définie comme étant « *une démarche qui privilégie la construction du savoir par l'élève* » (B.O hors-série n° 1 du 14 février 2002). Elle apparaît comme « *un « label », assez souple et ouvert à différentes approches pédagogiques, pour éviter d'enfermer l'enseignant et les élèves dans une procédure rigidifiée* » (Coquidé et al., 2009, p.55). Dans le but d'« *aider les élèves à s'approprier du savoir et pas seulement à le recevoir* » (Astolfi & Develay, 1989, p. 104), la démarche d'investigation donne une marge d'action aux élèves afin de développer des attitudes scientifiques et de dépasser la simple transmission des connaissances. Au cours des investigations, « *les enfants argumentent et raisonnent, mettent en commun et discutent leurs idées et leurs résultats, construisent leurs connaissances, une activité purement manuelle ne suffisant pas* »³⁰.

³⁰ Principes de la main à la pâte. Disponible sur le site de la main à la pâte : <http://www.lamap.fr/>

La mise en œuvre de la démarche d'investigation est organisée dans les instructions officielles autour de deux principes que nous détaillons dans le paragraphe suivant.

2.2. Les principes de la démarche d'investigation

Selon Coquidé et *al.* (2009, p.53), le texte présenté par le groupe associé au comité de suivi du PRESTE considère que la démarche d'investigation est structurée selon deux principes :

Le principe d'unité : il « *s'appuie sur une continuité entre le questionnement initial des élèves, l'investigation réalisée pour y répondre et l'acquisition des connaissances et des savoir-faire.*

Le principe de diversité : il « *recommande de ne pas se limiter à la seule investigation expérimentale, mais d'explorer d'autres modalités d'investigation* ».

Dans les programmes (2002) du cycle 3, la démarche d'investigation peut revêtir la forme de diverses formes de travail (B.O hors-série, n°1 du 14 février 2002, p. 86) :

- *expérimentation directe (à privilégier chaque fois qu'elle est possible) conçue et réalisée par les élèves ;*
- *réalisation matérielle (recherche d'une solution technique) ;*
- *observation directe ou assistée par un instrument, avec ou sans mesure ;*
- *recherche sur des documents ;*
- *enquête et visite.*

Ces deux principes orientent la mise en œuvre de la démarche d'investigation à l'école. Cette dernière se décline en un ensemble de moments qui va de la formulation du problème à la structuration des connaissances. Explicitons un peu dans le point suivant.

2.3. Les moments de la démarche d'investigation à l'école élémentaire

Dans le cadre du travail d'un problème en sciences à l'école, la démarche d'investigation est un processus cognitif qui consiste à confronter les faits à des explications grâce aux différents moyens d'investigation. Cette démarche « *emprunte à l'enquête de Dewey l'idée que tout apprentissage repose sur la nécessité, pour l'élève, de « faire des choses » qui ont sens pour lui* » (Coquidé et *al.*, 2009, p.60). Dans l'esprit de cette démarche, il s'agit d'impliquer intellectuellement l'élève, de lui laisser une certaine marge de manœuvre et de lui donner plus d'autonomie dans la recherche et dans la construction de son savoir. L'élève est alors engagé pour résoudre un problème « *en le reformulant, en faisant des hypothèses. Il met en place des expériences pour tester les hypothèses. Les résultats obtenus sont ensuite analysés, l'hypothèse est*

validée ou infirmée. L'activité de l'élève est alors centrée sur le « comment faire », en programmant les tâches à effectuer pour tester l'hypothèse » (Coquidé, 2009, p.60).

Le bulletin officiel n° 25 du 22 juin 2023 inclut le nouveau programme de sciences et technologie mis en application à la rentrée 2023. Pour notre recherche, les séquences étudiées se rapportent aux programmes de 2015 et 2020. Raison pour laquelle nous nous référons particulièrement à ces programmes. La démarche d'investigation se décline en un ensemble de moments (école) ou d'étapes (collège) selon les niveaux d'enseignement du cursus scolaire. A l'école primaire, cinq moments essentiels ont été identifiés dans les programmes de 2015³¹ et de 2020³² (tableau 7).

Les moments de la démarche d'investigation dans les programmes (2015, 2020)	
1	- <i>formuler une question ou une problématique scientifique ou technologique simple ;</i>
2	- <i>proposer une ou des hypothèses pour répondre à une question ou un problème ;</i>
3	- <i>proposer des expériences simples pour tester une hypothèse ;</i>
4	- <i>interpréter un résultat, en tirer une conclusion ;</i>
5	- <i>formaliser une partie de sa recherche sous une forme écrite ou orale.</i>

Tableau 7. Les moments de la démarche d'investigation à l'école primaire (programmes 2015, 2020)

³¹ Programmes de cycle 3, publié au BO n°31 du 30 juillet 2020, p.78, 79.

³² Programmes de cycle 3, publié au BO n°11 du 26 novembre 2015, p.189.

Coquidé et *al.* (2009) ont résumé ces moments en cela :

Les moments-clés de la démarche d'investigation	
1	Le choix d'une question de départ
2	La formulation du questionnement des élèves
3	L'élaboration des hypothèses et la conception de l'investigation à réaliser pour les valider/invalides
4	L'investigation conduite par les élèves
5	L'acquisition et la structuration de connaissances

**Tableau 8. Les moments de la démarche d'investigation à l'école primaire
(Coquidé et *al.*, 2009, pp.53-54)**

La présentation des moments de la démarche d'investigation dans les programmes scolaires met l'accent sur la conception des hypothèses comme étant le moment le plus créatif d'une démarche scientifique, occupant une place privilégiée dans la construction de savoirs scientifiques. Selon Develay (1989, p.6), l'hypothèse représente « *une conjecture douteuse mais vraisemblable, par laquelle l'imagination anticipe sur la connaissance, et qui est destinée à être vérifiée ultérieurement* ». Dans la démarche préconisée dans les programmes (2015, 2020), il doit y avoir des allers-retours permanents entre hypothèses, résultats expérimentaux et problématique de départ. L'ordre dans lequel se succèdent ces moments ne constitue pas une trame à adopter de manière linéaire.

Vu que notre recherche s'intéresse aux fonctions des expériences dans la construction de savoirs scientifiques à l'école élémentaire, nous nous attardons dans le point suivant sur la fonction attribuée aux expériences selon l'esprit de la démarche d'investigation.

2.4. Place et fonction de l'expérimentation et des expériences dans le cadre de la démarche d'investigation

En s'opposant à « des démarches de « présentation » ou « d'illustration » (Coquidé et *al.*, 2009, p. 2), la démarche d'investigation vise à rendre l'enseignement des sciences plus vivant et motivant des élèves. Dans les orientations du PRESTE, l'expérimentation est valorisée, il s'agit de conduire les élèves à s'interroger sur un phénomène en favorisant « *des investigations réfléchies, mettant en œuvre des démarches concrètes d'expérimentation, complétées le cas échéant par une recherche documentaire* » (PRESTE, Bulletin officiel n° 23, 15 juin 2000). Les nouveaux programmes du cycle 3

d'enseignement des sciences (2015, 2020) recommandent la diversité des démarches en mettant en avant les expérimentations et l'activité pratique des élèves. L'action directe sur le réel par le biais d'expérimentations ou d'observations est privilégiée au sens où elles conduisent à impliquer les élèves dans leurs apprentissages et à les initier à la démarche des scientifiques.

La démarche d'investigation promue aujourd'hui par les programmes « *ne se limite pas à une approche inductiviste* » (Coquidé et al., 2009, p.50), elle est qualifiée d'« *hypothético-déductive* »³³ avec un « *accent supplémentaire mis sur l'activité des élèves. Le protocole expérimental n'est pas imposé ou suggéré aux élèves par le professeur, il est laissé à leur initiative, lesquels le conçoivent et le réalisent pour tester leurs hypothèses* » (Ibidem, p.50). La fonction attribuée à l'expérimentation dans les textes officiels préconisant la mise en œuvre de la démarche d'investigation est celle d'une « *Expérience de contrôle ou expérience-test, de mise à l'épreuve d'une idée (hypothèse)* » (Cariou, 2015, p.64). Et ceci, en partant par « *formulation orale ou écrite de conjectures ou d'hypothèses par les élèves* », puis « *élaboration éventuelle d'expériences, destinées à tester ces hypothèses ou conjectures* » (Ibidem, p.68). Le but est de ne pas faire des élèves des simples exécutants qui se bornent à effectuer une recette déjà établie traduisant la pensée de l'enseignant, mais de faire apparaître la place du mental dans l'expérimental et de les faire rentrer dans un processus de réflexion et de proposition d'explications possibles des questionnements et des problèmes scientifiques. Avec cela, l'idée de validation/réfutation des hypothèses est fortement présente dans l'esprit de cette démarche d'investigation.

Notre recueil de données concerne différentes thématiques qui se rattachent aux programmes du cycle 3 (2015, 2020) de l'école élémentaire. Nous illustrons ce que nous venons de dire sur la place et la fonction attribuée aux expérimentations au sein de ces programmes dans le tableau suivant (tableau 9). Il est à noter que les orientations qui organisent la mise en place des pratiques expérimentales sont les mêmes dans les programmes de 2015 et de 2020.

³³ Selon Popper, l'hypothèse théorique doit préexister à l'observation empirique. En ce sens, l'approche hypothético-déductive consiste à émettre des hypothèses pour expliquer un phénomène, à recueillir des données, puis confirmer ou réfuter les hypothèses. Cette approche s'oppose à l'approche empirico-inductive qui part de faits observables « *On part de la théorie, et on ne se sert de l'observation que pour tenter de l'infirmer* » (Bouveresse, 1986, p.28).

	Programmes 2015	Programmes 2020
Place de l'expérimentation : - Une incitation sur la diversité des démarches. - L'expérimentation est un moyen d'investigation parmi d'autres.	« La construction de savoirs et de compétences, par la mise en œuvre de démarches scientifiques et technologiques variées et la découverte de l'histoire des sciences et des technologies, introduit la distinction entre ce qui relève de la science et de la technologie et ce qui relève d'une opinion ou d'une croyance. La diversité des démarches et des approches (observation, manipulation, expérimentation, simulation, documentation...)³⁴ 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 »³⁵.	
Fonction des expérimentations : La mise à l'épreuve des hypothèses émises par les élèves.	« La construction des concepts scientifiques s'appuie sur une démarche qui exige des observations, des expériences, des mesures, etc. ; la formulation d'hypothèses et leur mise à l'épreuve par des expériences, des essais ou des observations ; la construction progressive de modèles simples, permettant d'interpréter celles-ci ; la capacité enfin d'expliquer une diversité de phénomènes et de les prévoir [.....] Les exemples utilisés sont le plus souvent issus de l'environnement des élèves, devenant ainsi source de sens pour lui »³⁶. « En sciences, les élèves découvrent de nouveaux modes de raisonnement en mobilisant leurs savoirs et savoir-faire pour répondre à des questions. Accompagnés par leurs professeurs, ils émettent des hypothèses et comprennent qu'ils peuvent les mettre à l'épreuve, qualitativement ou quantitativement »³⁷.	

Tableau 9. Place et statut des pratiques expérimentales dans les programmes de 2015 et 2020

Nous avons tenté dans ce point de montrer la place et la fonction de l'expérimentation selon l'esprit de la démarche d'investigation. A partir de l'étude des programmes de 2015 et de 2020, nous pouvons dire que les investigations recommandées sont plutôt vues sur une logique de validation/réfutation des hypothèses. Puisque les pratiques expérimentales sont étroitement liées aux pratiques langagières au sein des démarches

³⁴ Surligné par nous.

³⁵ Programmes de cycle 3, publié au BO n°11 du 26 novembre 2015, p.184.
Programmes de cycle 3, publié au BO n°31 du 30 juillet 2020, p.78.

³⁶ Programmes de cycle 3, publié au BO n°11 du 26 novembre 2015, p.187.
Programmes de cycle 3, publié au BO n°31 du 30 juillet 2020, p.77.

³⁷ Programmes de cycle 3, publié au BO n°11 du 26 novembre 2015, p.184.
Programmes de cycle 3, publié au BO n°31 du 30 juillet 2020, p.78.

scientifiques, nous consacrons un temps à expliciter comment les pratiques expérimentales s'articulent aux activités langagières au sein des nouveaux programmes du cycle 3 (2015, 2020), notamment avec la préconisation de la démarche d'investigation comme démarche innovante dans l'enseignement des sciences à l'école.

2.5. Articulation entre investigations expérimentales et pratiques langagières dans le cadre de la démarche d'investigation

Les pratiques scientifiques scolaires se réfèrent aux pratiques de la communauté scientifique transposées en classe. L'enseignement des sciences à l'école repose sur l'appropriation de pratiques scientifiques expérimentales et langagières. Dans le cadre de la démarche d'investigation, l'articulation des pratiques expérimentales et pratiques langagières est fortement recommandée, et ceci, dans les programmes de 2015 et de 2020 *« les capacités tant manuelles et pratiques qu'intellectuelles des élèves sont mobilisées, ainsi que l'usage de la langue française et de langages scientifiques différents : ils produisent des textes et des schémas, ils s'expriment à l'oral, notamment pour présenter leurs pistes de recherche, leurs découvertes, leurs raisonnements »*³⁸. Dans les programmes récents (2015, 2020), l'accent est mis sur la communication individuelle ou collective, à l'oral comme à l'écrit. Le travail langagier se déroule autour du travail expérimental, il est omniprésent dans toutes les phases d'investigation scientifique *« les élèves acquièrent les bases de langages scientifiques et technologiques qui leur apprennent la concision, la précision et leur permettent d'exprimer une hypothèse, de formuler une problématique, de répondre à une question ou à un besoin, et d'exploiter des informations ou des résultats. Les travaux menés donnent lieu à des réalisations ; ils font l'objet d'écrits divers retraçant l'ensemble de la démarche, de l'investigation à la fabrication »*³⁹.

Les pratiques langagières sont indissociables des pratiques expérimentales et apparaissent comme *« des éléments constitutifs d'une démarche scientifique scolaire »* (Bisault & Berzin, 2009, p.77). Bisault (2008) a travaillé sur les rapports entre la dimension langagière et la dimension expérimentale de l'activité scientifique à l'école primaire. Selon lui, le langage est un *« outil de préparation d'une activité à forte dimension matérielle (réalisation d'expériences) »* (Ibidem, p.28). Selon une vision

³⁸ Programmes de cycle 3, publié au BO n°11 du 26 novembre 2015, p.187.

Programmes de cycle 3, publié au BO n°31 du 30 juillet 2020, p.77.

³⁹ Programmes de cycle 3, publié au BO n°31 du 30 juillet 2020, p.78.

Programmes de cycle 3, publié au BO n°11 du 26 novembre 2015, p.184.

constructiviste des apprentissages scientifiques, « *le langage peut jouer un rôle fonctionnel dans la démarche d'investigation des élèves pour organiser l'action, confronter les résultats et structurer progressivement les connaissances* » (Ibidem, p.18). Dans le cadre de notre recherche, nous nous intéressons à la dimension langagière des pratiques scientifiques scolaires tout au long de la démarche et plus particulièrement celle rattachée à sa composante expérimentale. C'est-à-dire que nous mettons l'accent sur les pratiques langagières liées aux moments de la conception, de l'interprétation et de l'exploitation des expériences menées en classe. Au début de la démarche, le langage peut être un moyen d'émergence des conceptions initiales des élèves et de formulation du problème. Puis, le langage peut être un outil d'émission des hypothèses et de préparation des activités d'ordre expérimental. Ensuite, le langage est un outil d'interprétation des résultats des expériences (schémas, écrits, compte-rendu des expériences, discussions autour des résultats obtenus, échanges ou débats scientifiques, etc.). Enfin, le langage est un outil de structuration des connaissances et de production du texte final du savoir. Au cours de la démarche scientifique, ce sont les activités langagières qui permettent la lecture des résultats des expériences et qui leur donne du sens en enlevant toute ambiguïté interprétative.

Comme nous l'avons déjà pointé ci-dessus, les investigations recommandées dans les programmes récents sont plutôt vues sur une logique de validation/réfutation des hypothèses. Le cadre de l'apprentissage par problématisation donne beaucoup d'importance aux pratiques langagières comme étant un intermédiaire d'accès aux savoirs raisonnés. A l'instar des pratiques langagières, la problématisation mobilise des pratiques empiriques (observations, expériences...) qui participent à ce qui rend les solutions des problèmes nécessaires. Nous discutons dans le point suivant à quel point la démarche d'investigation peut être compatible à ce cadre qui représente notre positionnement théorique et didactique.

2.6. Démarche d'investigation et problématisation

Dans le cadre de notre recherche, nous rappelons que nous positionnons dans un cadre rationaliste de l'activité scientifique (Bachelard, 1938). Nous portons notre intérêt à des séquences ordinaires d'enseignement, déclarées fondées sur une investigation expérimentale. La démarche d'investigation est « *un processus intentionnel de diagnostic des problèmes, de critique des expériences réalisées, de distinction entre les alternatives possibles, de planification des recherches, de recherche d'hypothèses, de*

recherche d'informations, de construction de modèles, de débat avec des pairs et de formulation d'arguments cohérents. » (Linn et al., 2004, p.4). Cela nécessite de considérer la place de l'élève dans la construction de son savoir et de donner de l'importance à l'argumentation et aux débats. De son côté, Mathé et al. (2008) pointent que la démarche d'investigation suppose de dépasser la logique de « *transmission-application* » des savoirs vers une logique socioconstructiviste qui donne davantage de responsabilités aux élèves en termes d'élaboration de savoirs. Comme nous avons vu dans les recommandations officielles récentes et actuelles de l'enseignement des sciences, la construction de savoirs scientifiques est conçue dans un cadre qui suscite la créativité, le questionnement et l'investigation dont le but est d'engager les élèves dans le travail des problèmes scientifiques, et que « *ces problèmes leur parlent, qu'ils puissent développer et confronter leurs conceptions, qu'ils proposent des hypothèses, qu'ils les discutent et les mettent à l'épreuve de l'empirie* » (Orange Ravachol, 2011, p.1). Avec la préconisation de la démarche d'investigation, l'accent est mis sur l'importance des activités langagières et leur rôle dans l'enrichissement des discussions et le développement des idées des élèves et dans la construction des savoirs, et cela, avec une orientation vers une logique de validation/réfutation des hypothèses comme le précise l'étude des recommandations des programmes que nous avons effectuée précédemment.

Nous avons abordé dans le cadre théorique que nous mobilisons que la construction du savoir scientifique relève d'un processus de problématisation (Ibidem). On attribue ainsi un rôle très important à la construction du problème dans l'apprentissage en sciences et pas seulement à sa résolution. Les pratiques langagières jouent un rôle important dans la construction de savoirs scientifiques et représentent une condition de possibilité des savoirs problématisés (Orange et al., 2001). D'après leur analyse des textes officiels français, Coquidé et al. (2009) ont déduit que la démarche d'investigation « *apparaît comme un nouveau sésame pour l'enseignement des sciences, en privilégiant la construction du savoir par l'élève, sans faire référence à un modèle pédagogique ou une théorie d'apprentissage* » (Ibidem, p.5). De leur côté, Lhoste et Gobert (2011, p.6) voient que l'analyse que Coquidé et al. (2009) en proposent montrent « *qu'il n'y a pas d'incompatibilité majeure entre la démarche préconisée et l'apprentissage par problématisation* ». En effet, « *la démarche d'investigation, en tant que démarche pédagogique, offre des situations qui permettent la construction de savoirs problématisés* » (Lhoste & Gobert, 2011, p.6). Le tableau

suivant donne à voir les activités pouvant participer au processus de problématisation en comparaison dans le cadre de la démarche d'investigation :

Démarche d'investigation	Nature de l'activité que les élèves devraient pouvoir mettre en œuvre / processus de problématisation
Le choix d'une situation-problème (par le professeur) ;	
L'appropriation du problème par les élèves	Position, construction du problème
La formulation de conjectures, d'hypothèses explicatives, de protocoles possibles ;	Construction du problème
L'investigation ou la résolution de problème conduite par les élèves ;	Résolution du problème
L'échange argumenté autour des propositions élaborées;	Position, construction, résolution du problème
L'acquisition et la structuration des connaissances (sous la conduite du professeur) ;	Résolution du problème
La mobilisation des connaissances	

Tableau 10. Démarche d'investigation et problématisation (Lhoste et Gobert, 2011, p.6)

En s'inspirant d'une épistémologie rationaliste de l'activité scientifique et en accord avec le cadre conceptuel de l'apprentissage par problématisation, Orange (2012, p. 127) a fait une interprétation possible et délinéarisée de la démarche d'investigation :

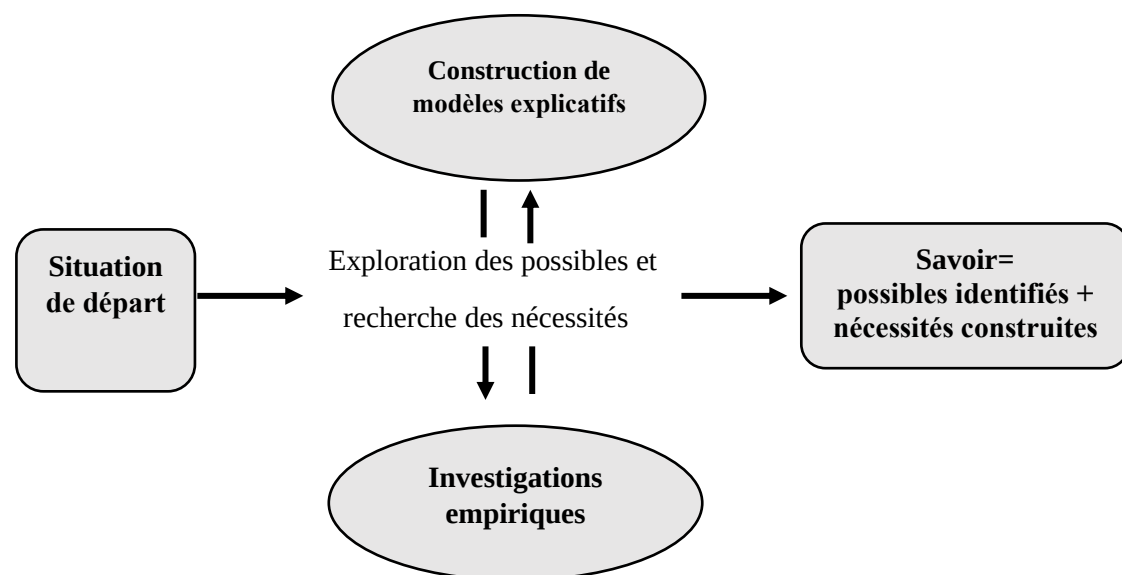


Figure 4. Interprétation possible et délinéarisée de la démarche d'investigation (Orange, 2012, p. 127)

Cette interprétation indique que selon une logique de problématisation, la démarche d'investigation ne peut pas être envisagée comme étant une succession d'étapes isolées les unes des autres et qu'il s'agit d'allers-retours permanents entre investigations empiriques et construction de modèles explicatifs conduisant à l'identification des possibles et à la construction des nécessités.

Conclusion

Nous avons clarifié dans ce chapitre la place accordée aux expérimentations tout au long des périodes qui ont marqué l'enseignement des sciences à l'école et notamment dans les programmes récents préconisant la démarche d'investigation. En général, les programmes récents de l'enseignement des sciences (2015, 2020) invitent les enseignants à instaurer chez les élèves de véritables attitudes scientifiques à l'école élémentaire et à les initier à certains principes de la recherche scientifique. Quand elle est possible, l'expérimentation est privilégiée, par ailleurs d'autres outils d'investigations peuvent être envisagés (observation, documentation, etc.). La mise en lien du cadre de l'apprentissage par problématisation avec le modèle d'enseignement fondé sur l'investigation permet de dire que ce dernier peut offrir des situations permettant la construction de savoirs raisonnés et qu'il peut y avoir une forte compatibilité entre l'esprit de la démarche d'investigation et la problématisation.

Suite à ces approfondissements théoriques et vu que notre recherche s'intéresse au fonctionnement des enseignants par rapport à l'exploitation des expériences dans la construction de savoirs scientifiques à l'école, il nous semble légitime de questionner leurs conceptions sur la démarche d'investigation et sur la mobilisation des pratiques expérimentales et langagières en classe de sciences, de souligner leurs difficultés déjà pointées à les mettre en œuvre, et de dévoiler les démarches enseignantes repérées fréquemment par les didacticiens dans le cadre scolaire.

Chapitre 5 : Les conceptions des enseignants sur la démarche scientifique, l'expérimentation et la construction de savoirs à l'école

Introduction

Nous rappelons que notre recherche concerne les fonctions des expériences dans la construction de savoirs scientifiques. Nous entamons ce chapitre par clarifier quelques notions qui soulèvent une certaine ambiguïté quant à leur usage dans le contexte scolaire (démarche expérimentale, expérimentation, expérience, manipulation) et qui seront beaucoup mobilisées dans la suite de notre travail. Puis, nous explicitons l'approche fréquente des enseignants par rapport à la démarche scientifique, à l'expérimentation et à la construction de savoirs scientifiques. Ensuite nous caractérisons leurs postures par rapport à la mobilisation des pratiques langagières au sein des démarches à l'école. Nous nous attardons sur la nature des démarches repérées dans les classes de sciences et qui sont liées étroitement aux conceptions des enseignants par rapport au fonctionnement de la démarche scientifique en classe. Ensuite, en nous référant au cadre théorique de la problématisation dans lequel s'inscrit notre recherche, nous caractérisons les savoirs visés à l'école. Nous nous intéressons à voir la place qu'occupe le problème dans ce type des savoirs.

1. Démarche expérimentale, expérimentation, expérience, manipulation

Dans l'enseignement des sciences, parfois méthode expérimentale et démarche expérimentale sont utilisées par les enseignants pour désigner la même chose. Develay a distingué l'une de l'autre. Pour lui, la méthode expérimentale « *renvoie à un itinéraire balisé par des étapes prévisibles dans un parcours intellectuel* » (Develay, 1989, p.3). L'idée de méthode « *caractérise une direction définissable et régulièrement suivie dans une opération de l'esprit, un programme réglant d'avance une suite d'opérations à accomplir et signalant certains errements à éviter.* » (Ibidem, p.3). La démarche scientifique, quant à elle, « *renvoie à un cheminement, à une tentative pour réussir une entreprise, sans a priori d'étapes prédéterminées. La démarche est davantage du côté du tâtonnement* » (Ibidem, p.3). Selon ce dernier, une méthode expérimentale renvoie à un itinéraire à suivre, prédéterminé à l'avance, alors qu'une démarche expérimentale est liée fortement à l'idée des essais et des tâtonnements.

Dans les programmes récents, la démarche d'investigation est la démarche préconisée pour l'enseignement des sciences à l'école. Pour notre recherche, nous nous intéressons particulièrement aux démarches mobilisant des pratiques expérimentales. Pour désigner ce type de démarches, nous utilisons tout au long de ce travail : démarche d'investigation à caractère expérimental.

En classes de sciences, nous entendons les enseignants employer des notions pour désigner les mêmes activités des élèves, à savoir : expérimentation, expérience, manipulation. Nous ne pouvons pas savoir ce que les enseignants mettent derrière la notion d'« *expérience* », ni prévoir leurs attentes de la phrase habituellement dite « *maintenant, on va faire une expérience* ». Dans le langage scolaire, « *expérimentation* » peut recouvrir un ensemble de pratiques de classe. Ce terme est « *d'une extraordinaire polysémie, car il signifie à la fois expérience, démonstration, manipulation pratique, utilisation d'un appareillage complexe, expérimentation réalisée par tel ou tel scientifique...* » (Arca, 1999, p. 199). Selon elle, « *il n'existe pas de frontière nette entre l'expérience, entendue comme contact initial avec la réalité concrète, et l'expérimentation, c'est-à-dire la réalisation d'un projet de connaissance conformément à une intention préétablie* » (Ibidem, p. 198).

De son côté, Develay distingue les deux notions du fait que l'expérience est le produit du processus d'expérimentation, qui constitue « *la face visible d'une activité intellectuelle souterraine généralement beaucoup plus riche et dont elle ne conserve qu'une partie* ». L'expérimentation, quant à elle, constitue « *le processus qui conduit à partir de l'émission de l'hypothèse à la réalisation d'une expérience et à l'analyse de ses résultats.* » (Develay, 1989, p.5).

Astolfi (2002) considère qu'expérimenter c'est avoir recours à l'expérience, selon lui l'expérience peut avoir deux significations : « *L'expérience qui cumule les épisodes vécus (avoir de l'expérience)* », et « *L'expérimentation qui construit un savoir nouveau (conduire une expérience)* ». De même pour Coquidé (2000a, p.12), qui voit que l'expérenciation renvoie à l'expérience vécue, alors que l'expérimentation représente l'action de « *soumettre une hypothèse à l'épreuve de sa réalisation pratique* ».

Selon Orange Ravachol (2010a), le mot « expérience » peut renvoyer à :

- L'expérience d'un sujet : le savoir que son vécu lui a permis de construire et d'incorporer. On parle par exemple de l'expérience de terrain du géologue.

- L'expérience de pensée : l'exercice intellectuel permettant par exemple de se représenter le déroulement d'un phénomène historique. Les géologues font des expériences de pensée en matière d'histoire de la vie sur la Terre.
- L'expérience scientifique : Il s'agit d'une situation de mise à l'épreuve d'une hypothèse explicative d'un phénomène scientifique.

L'expérience a un sens plus large que nous concevons, et en nous référant aux définitions évoquées ci-dessus, nous pouvons dire que l'expérience et l'expérimentation sont deux notions qui ne signifient pas la même chose. L'expérimentation se voit comme le processus intellectuel dans lequel l'expérience va se mettre en place. Ce processus vise à penser et concevoir un protocole expérimental dans le but de mettre à l'épreuve des hypothèses explicatives d'un phénomène scientifique. L'expérience, quant à elle, est considérée comme un moment de ce processus où le dispositif expérimental est mis en place, elle désigne le contact initial avec la réalité concrète.

Dans le but de différencier la manipulation de l'expérience, Develay (1989, p.5) voit que la manipulation « *ramène bien l'activité de l'apprenant à une dimension d'exécution* ». Dans le même contexte, Cariou (2007, p.28) affirme que « *La manipulation, si elle se fait en suivant des consignes, n'a pas le même statut qu'une expérience véritable qui contrôle une idée, une hypothèse, c'est le cas lorsque les élèves, après avoir proposé une explication, imaginant les moyens de la mettre à l'épreuve, et les mettent alors, mais alors seulement en œuvre* ». La manipulation met l'accent sur le caractère manuel de l'activité, « *ne pas confondre expérience et manipulation ! Faire la vaisselle c'est une manipulation, pas une expérience...* » (Ibidem, p.28). Autrement dit, la manipulation va avec une suite de consignes qui se poursuivent sans avoir forcément recours à des idées préétablies. Cette dimension d'exécution manuelle distingue la manipulation de l'expérience.

Après avoir clarifié ces notions sur le plan didactique, nous consacrons le point suivant à nous interroger sur la possibilité d'expérimenter à l'école. Bien que les programmes récents favorisent l'expérimentation comme voie d'investigation privilégiée dans l'enseignement des sciences à l'école, celle-ci ne peut pas être toujours possible dans le cadre scolaire. Est-ce que tout peut se mettre en expérience en classes de sciences ? Est-ce que l'expérimentation peut marcher pour toute thématique en sciences ? Ou y a-t-il des domaines scientifiques où l'expérimentation ne peut pas se mettre en place ?

2. La faisabilité de l'expérimentation dans le cadre scolaire

Comme nous avons vu plus haut, les pratiques expérimentales sont valorisées dans les textes institutionnels actuels. Notre revue des programmes de sciences du cycle 3 de l'école élémentaire montre que l'expérimentation est proposée dans quelques thématiques considérées comme des constantes de l'enseignement expérimental à l'école primaire (exemples : électricité, biologie végétale, la matière, les matériaux). Même si les orientations officielles préconisant la démarche d'investigation privilégient l'observation et l'expérimentation, et l'action directe par les élèves, les thématiques abordées à l'école ne permettent pas toujours ce cheminement. Orange (2002a, p.19) a écrit que « *Parmi les sciences de nature, un certain nombre ne donne pas lieu à des expériences directes. On cite souvent le cas de l'astronomie, on peut ajouter l'écologie, une bonne partie des sciences de la Terre, etc. [...] à ces domaines qui ne sont pas fondamentalement expérimentaux, on doit ajouter ceux pour lesquels l'expérience n'est pas possible dans le cadre scolaire, du fait de sa complexité, de sa dangerosité, de sa durée ou d'implications éthiques* ». Dans le cadre scolaire, le recours à l'expérimentation n'est donc pas toujours réalisable dans certains domaines et pour certains phénomènes scientifiques. Cette question de non-faisabilité des expériences peut être due à différents facteurs :

- une impossibilité matérielle (difficulté d'obtention du matériel).
- une inaccessibilité à l'homme, c'est le cas par exemple de certaines expérimentations sur le système solaire et la tectonique des plaques, seules les observations sont alors possibles.
- parfois, l'expérimentation n'est pas souhaitable pour des questions d'éthique comme les expérimentations sur les êtres vivants.
- pour des questions de faisabilité du point de vue de leur complexité comme les expérimentations sur la Terre et l'astronomie.
- dans d'autres cas, les objets d'étude peuvent être dangereux ou difficiles à manipuler, il faut alors se contenter de modèles analogiques et de simulations (risque de danger lié à l'expérience, etc.).
- dans certains cas, les expériences sont trop longues et peuvent exiger un temps qui n'est pas celui de la classe.

Pour ces raisons, l'expérimentation à l'école élémentaire reste toujours restreinte. Dans de telles situations d'impossibilité, le recours à l'observation, la modélisation, la

simulation ou les enquêtes peuvent se substituer aux expériences. Nous pouvons donc dire qu'une démarche scientifique n'est pas obligatoirement expérimentale.

Nous nous intéressons dans le point suivant à cerner l'approche dominante de l'enseignement des sciences à l'école. Pour cela, nous nous intéressons aux conceptions des enseignants de la démarche scientifique, de la construction des savoirs et de l'expérimentation.

3. Approche fréquente des enseignants de la démarche scientifique et de la construction de savoirs

Le présent travail est centré sur les pratiques des enseignants pour mettre en œuvre une démarche d'investigation à caractère expérimental. Nous adoptons l'idée que les choix des enseignants, pour conduire un enseignement fondé sur l'investigation expérimentale, dépendent notamment de leurs conceptions sur la discipline enseignée (les sciences). Pour mieux saisir l'approche qu'ont les enseignants du fonctionnement de la démarche scientifique, de la construction du savoir scientifique et de l'expérimentation, nous nous référons à plusieurs travaux de recherche en didactique de sciences (Coquidé, 1998 ; Coquidé et *al.*, 1999 ; Galiana, 1999 ; Johsua, 1989 ; Darley, 1994 ; Orlandi, 1991). Ces recherches ont montré que dans le cadre scolaire, l'enseignement des sciences véhicule une image inductiviste de la science. En effet, l'idée que les théories se déduisent des faits est dominante dans la conception de l'enseignement des sciences (Giordan, 1987, p.1). De son côté, Orlandi (1991, p. 115) voit qu'en classe « *c'est une démarche empirique, inductiviste qui est généralement adoptée : on présente d'abord quelques faits, puis on généralise à la loi ou à la théorie* ». Cette interprétation qu'ont les enseignants de cet enseignement les conduit à la mise en place des démarches linéaires.

L'approche empiriste domine largement la pratique enseignante dans les classes de sciences, ce qui conduit à la construction des savoirs factuels (Coquidé, 1998). Cantor (1996) affirme qu'« *Expérimenter* » représente, dans le discours des instituteurs et des professeurs des écoles, une activité primordiale dans l'enseignement des sciences à l'école primaire. Dans sa recherche conduite sur les conceptions des enseignants sur les sciences à l'école, Coquidé (1998) a montré que ces derniers ont une conception empiriste de l'activité scientifique et qu'ils conçoivent les savoirs scientifiques comme étant des connaissances à acquérir par l'expérience et l'observation. De son côté,

Galiana (1999) a analysé des manuels scolaires et a constaté que les pratiques expérimentales sont présentées sous forme de pratiques stéréotypées et ritualisées.

L'expérimentation est considérée comme « *un appui incontestable dans la mesure où elle prend en compte les besoins d'action matérielle et pratique des élèves [...]* et où elle leur évite d'en rester à des « *savoirs de papier* », mémorisés sans compréhension » (Astolfi, 2002, p.1). Les enseignants trouvent que le fait de confronter les élèves à des pratiques expérimentales leur permet un ancrage dans le réel et donne un sens concret aux apprentissages. La dimension pratique et expérimentale est conçue comme « *un puissant levier pour les apprentissages, dans la mesure où elle joue positivement sur la motivation des élèves* » (Ibidem, p.1).

Par ailleurs, les textes officiels organisant l'enseignement des sciences ont une tendance empiriste dans la conception des démarches scientifiques à l'école. Jaubert a écrit que les textes officiels antérieurs à 2002 « *valorisent l'expérience et s'appuient sur une conception du savoir héritière des épistémologies positiviste et empiriste* » (Jaubert, 2007, pp. 34-35). Ce dernier a pointé que les analyses des textes officiels et/ ou préfaces de guides pédagogiques (Orange, 1997 ; Coquidé, 1998) montrent que ceux-ci « *valorisent l'expérience et la démarche expérimentale et considèrent les savoirs scolaires indépendamment des problèmes scientifiques réels auxquels ils répondent, les envisageant comme des savoirs opérants extrinsèques et réifiés* » (Jaubert, 2007, pp. 34-35). Dans le même contexte, des enquêtes ont montré aussi que « *la majorité des acteurs de l'institution scolaire a une vision empirico-réaliste de la science : les savoirs sont issus de l'étude du réel par une démarche logique et rigoureuse* » (Ibidem, p. 35). En ce sens, l'observation et l'expérience sont perçues comme les fondements de la connaissance scientifique à l'école (Ibidem, p. 35). Cette dérive « empiriste » laisse croire aux enseignants et aux élèves que tout résulte de l'expérience et de l'observation. Nous avons montré dans ce point que les enseignants ont tendance à survaloriser les pratiques expérimentales et considèrent l'observation et l'expérimentation comme condition cruciale d'accès aux savoirs scientifiques. Cette tendance empiriste nous amène à nous interroger sur la place qu'accordent les enseignants aux pratiques langagières orales et écrites et sur la manière dont ils les emploient dans la construction de savoirs scientifiques à l'école.

4. La place accordée aux pratiques langagières orales et écrites dans le contexte scolaire

Comme nous l'avons déjà évoqué (chapitre 1), l'activité scientifique chez les chercheurs s'organise autour des pratiques empiriques et des pratiques langagières orales et écrites. On reproche souvent à l'école la survalorisation des pratiques empiriques « *On enseigne aux enfants beaucoup plus de choses sur ce que font les scientifiques dans leurs laboratoires que sur ce qu'ils font quand ils débattent et écrivent en tant que membres de sociétés savantes* » (Sutton, 1995, p.39). L'enseignement des sciences à l'école n'accorde pas suffisamment d'importance à la pensée et à l'activité intellectuelle des élèves. La valorisation de l'observation et de l'expérimentation « *laisse croire aux élèves que la science c'est faire quelque chose et regarder ce qui se passe. Ainsi perdure à l'école une représentation de la construction des savoirs diversement qualifié d'inductiviste/réaliste, de naïvement empirique, de positiviste et de scientiste* » (Jaubert, 2007, p.24). Les pratiques proposées en sciences à l'école concernent en particulier des pratiques expérimentales qui servent à la validation des savoirs préétablis par la communauté scientifique. Le privilège donné à l'expérimentation implante chez les élèves une image erronée de ce qui est la science. De ce fait, ils voient le savoir scientifique comme existant en soi, plutôt que le produit d'une activité scientifique résultant d'efforts d'interprétation de résultats et de débats scientifiques entre pairs.

Nous avons montré dans le point précédent que les enseignants ont une approche empiriste et inductiviste de la démarche scientifique. Cette vision demeure dominante dans les pratiques des enseignants, et ceci, malgré l'incitation du PRESTE sur l'importance des activités langagières (échanges, discussions, développement des idées, etc.) dans la construction de savoirs scientifiques des élèves. D'une manière générale, la structuration des échanges dans les classes prend la forme de « *cours dialogués* » gérés par l'enseignant (Veyrunes & Saury, 2009 ; Veyrunes, 2017). Il s'agit d'« *un format pédagogique classique, basé sur l'enchaînement de questions de l'enseignant, réponses des élèves et évaluations de l'enseignant* » (Veyrunes & Saury, 2009, p. 68). Le temps de parole de l'enseignant est dominant par rapport à celui des élèves. Le cours dialogué est caractérisé comme « *une forme prototypique en trois mouvements d'interaction publique : une initiation (généralement sous la forme d'une question du professeur), une réaction (la recherche par les élèves de la réponse à la*

question posée) et une évaluation (le professeur réagit à la réponse des élèves) » (Ibidem, p. 68). Ce format pédagogique est caractérisé par le rythme rapide des questions et la prédominance des questions fermées. Peu d'occasions sont consacrées par l'enseignant à la discussion et au développement des échanges et des idées des élèves dans la classe. Celui-ci retient des réponses des élèves ce qui lui semble adéquat pour atteindre ses objectifs. Astolfi et al. (2006, p.33) voient que cette structure des échanges est monologique même s'ils s'organisent selon une forme dialogique parce que les interventions de l'enseignant et des élèves se succèdent. Dans de telles situations, il n'y a pas deux discours qui se confrontent, c'est l'enseignant qui déclenche et détient la conduite des échanges. Les élèves semblent participer activement aux échanges, mais en réalité, ils tentent de répondre à ses attentes. En général, l'accent est plus mis sur la participation et la motivation des élèves que sur la confrontation de leurs idées ou l'instauration de débats scientifiques. L'implantation de telles pratiques dans l'enseignement des sciences à l'école conduit à la construction des savoirs assertoriques et à un rabat vers une logique du « vrai » et du « faux ».

En ce qui concerne les pratiques langagières écrites, elles sont utilisées généralement en sciences pour décrire et exposer des comptes rendus de résultats d'observations ou d'expérimentations ou pour transmettre des savoirs à mémoriser. Les élèves sont en effet *« incités à associer l'écriture scientifique à la transmission des faits plutôt qu'à la production et à la discussion d'idées sur les choses inhérente à la controverse, de sorte qu'ils sont amenés à considérer le langage comme un medium transparent, simple moyen d'encodage d'une signification ou d'une expérience de nature non linguistique, préalablement construite hors du langage. »* (Jaubert, 2007, p.24). La réduction des productions écrites dans des *« écrits d'exposition »* (Vérin, 1988) risque de construire chez les élèves une conception erronée du rôle des pratiques langagières dans la construction de savoirs scientifiques. De telles pratiques négligent l'aspect essentiel du travail des chercheurs, qui est celui de l'argumentation, de la confrontation, de l'interprétation et de l'articulation des idées au faits.

Pour récapituler, nous pouvons dire que les pratiques langagières mobilisées dans les classes ne font pas véritablement référence à la sphère de production des savoirs. La survalorisation de l'expérimentation chez les enseignants face à la faible place accordée aux échanges et à la discussion nous amène à nous interroger sur la nature des démarches scientifiques telles qu'elles sont mises en œuvre dans les classes de sciences. Nous explicitons dans le point suivant les démarches usuelles repérées dans les classes

de sciences et qui se rapportent notamment à l'approche qu'ont les enseignants de l'expérimentation et de la construction des savoirs à l'école.

5. OHERIC, une tradition d'enseignement des sciences à l'école

De nombreuses recherches de didactique de sciences qui ont porté sur l'expérimentation à l'école (Giordan, 1987 ; Cauzinille et *al.*, 1983 ; Astolfi et *al.*, 1984 ; Darley, 1994 ; Astolfi, 2001 ; De Vecchi, 2006 ; Cariou, 2011) ont montré que la démarche (OHERIC), largement connue dans l'enseignement des sciences, est utilisée par beaucoup d'enseignants et qu'un tel processus est encore idéalisé pour eux. Puisqu'ils ont une « *vision empirico-réaliste dominante, les enseignants sont conduits à privilégier un enseignement assez transmissif et dogmatique. Ils dénaturent la démarche de résolution de problème de type hypothético-déductive au bénéfice d'une démarche purement linéaire résumée par A. Giordan dans l'acronyme OHERIC* » (Jaubert, 2007, p. 36). Cette dernière représente une interprétation rapide et erronée de la démarche de Claude Bernard (1952). Son application a été implantée dans le milieu scolaire et a conduit à une méthode linéaire mise en œuvre dans les classes de façon stéréotypée. La persistance de ce modèle d'enseignement, « *même quand les enseignants pensent mettre en œuvre une démarche d'investigation renvoie selon nous à la conception des sciences « classique » des enseignants : une conception empirico-inductiviste* » (Cariou, 2011, cité par Lhoste & Gobert, 2011, p.16).

Pour montrer comment ce modèle a été introduit dans l'enseignement des sciences à l'école, nous remontons à l'origine de cette démarche dite OHERIC (Bernard (1952). Dans son ouvrage « *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale* », Claude Bernard (1865, p.54) a théorisé sa pensée de la démarche expérimentale et a écrit : « *Le savant complet est celui qui embrasse à la fois la théorie et la pratique expérimentale. 1° Il constate un fait ; 2° à propos de ce fait, une idée naît dans son esprit ; 3° en vue de cette idée, il raisonne, institue une expérience, en imagine et en réalise les conditions matérielles. 4° De cette expérience résultent de nouveaux phénomènes qu'il faut observer, et ainsi de suite* ». Ce schéma classique promu par Bernard est repris par Giordan dans sa thèse (1976) sous le sigle OHERIC (observation, hypothèses, expériences, résultats, interprétation, conclusion). Bernard (1865) a formalisé de manière rigoureuse les différentes étapes de la recherche expérimentale. Sa démarche réelle n'a pas été linéaire et figée telle qu'on la trouve dans les classes et telle que le

schéma simplifié (OHERIC) l'a présentée. Une démarche expérimentale repose toute entière sur la mise à l'épreuve d'une hypothèse scientifique (Bernard, 1865). Ce dernier a mis l'accent sur l'importance et le rôle des hypothèses, jugées « *indispensables comme les échafaudages sont nécessaires pour construire une maison* » (Ibidem, p. 86). Il voit qu'« *Une idée anticipée ou une hypothèse est donc le point de départ nécessaire de tout raisonnement expérimental ; sans cela on ne saurait faire aucune investigation ni s'instruire ; on ne pourrait qu'entasser des observations stériles* » (Ibidem, p.57).

La démarche OHERIC repérée dans les classes de sciences correspond à une reconstruction structurée de la pensée de Claude Bernard formulant un chemin figé qui décompose la démarche expérimentale d'une manière plus que linéaire. Ce modèle d'enseignement fréquemment répandu dans l'enseignement des sciences à l'école est beaucoup critiqué par la suite, sa contestation « *est devenue une classique de la didactique des sciences* » (Clément, 1998, p. 76). Même si ce schéma méthodique n'a pas de valeur épistémologique, il peut avoir des « *Vertus pédagogiques* » (Astolfi, 2001, p. 2). Deux caractéristiques sont alors mises en avant : « *1. Le concret, parce que l'expérience permet de rendre sensibles des phénomènes complexes, de les illustrer, de mettre en évidence certaines lois. 2. La motivation, parce que faire des expériences intéresse les élèves, les rend actifs et participatifs, ce qui intéresse au premier chef les enseignants* (Ibidem, p.2). Quoique la démarche OHERIC a l'avantage de rassurer l'enseignant, elle a l'inconvénient de proposer à l'apprenant une vision linéaire et idéalisée de la recherche scientifique. Giordan et al. (1978, p.2) ont critiqué ce schéma méthodique qui risque de donner aux élèves « *une idée fausse de ce qu'est la science et du rôle que joue l'expérience* ». Une telle approche rigidifie le cheminement des élèves et ne leur permet pas d'entrer dans une véritable démarche expérimentale (Giordan, 1999) et les laisse penser que tout est démontrable en classe. Cette formule déformée et schématique est critiquée aussi par Arca (1999, p.194) qui voit que « *la recherche ne se déroule aucunement selon les étapes canoniques de la méthodologie scientifique (observation, hypothèse, expérimentation, vérification)* ».

La démarche OHERIC a été largement contestée par d'autres didacticiens (Astolfi et al., 1978, pp.9-10). En se référant à Bachelard et Popper, ces auteurs ont critiqué l'usage figé et ritualisé de la formule OHERIC « *Comment prétendre former à la pensée scientifique par des méthodes linéaires, répétitives ou imitatives, où l'élève est un simple exécutant ou un simple spectateur, pour ne pas dire un simple croyant ?* »

Comment prétendre former à la pensée scientifique, quand nous, enseignants de sciences, nous nous contentons de répéter sans nous poser la moindre question ?». Le point de départ observationnel de la démarche OHERIC réduit le rôle de l'élève à un exécutant passif. L'absence d'un problème à résoudre, fait de celle-ci un outil de transmission des résultats de la science en classe (Schneeberger et Rodriguez, 1999). De même pour Astolfi (2001, p.1), il dénonce cette simplification de ce qu'est le travail de recherche et voit que ce schéma canonique de type OHERIC « *a peu à voir avec le déroulement de la science telle qu'elle se fait. Il correspond plutôt à un schéma d'exposition a posteriori, à une stratégie de communication de la science achevée et reconstruite* ». Ce type de démarche (OHERIC) se contente d'exposer le plus aisément possible les résultats de la science, ce qui donne une image déformée du travail de la recherche scientifique. De son côté, De Vecchi (2006, p.42) voit que « *la méthode expérimentale n'est qu'un dressage qui n'a que peu de rapport avec une démarche scientifique* ». Ce dernier rajoute qu'« *Il y aura démarche expérimentale lorsqu'on aura au moins un problème, une ou des hypothèses, et un test de mise à l'épreuve de ces hypothèses qui utilise des montages spécifiques, cela débouchant sur un savoir d'ordre général* » (Ibidem, p. 50). L'appropriation du problème par les élèves ainsi que les allers-retours entre problème, hypothèse et expérience sont essentiels pour la conduite d'une démarche scientifique.

La démarche dite OHERIC a été considérée par les enseignants pour longtemps comme un modèle simplifié à suivre pas à pas ou une recette infallible qu'il suffirait d'appliquer pour résoudre des problèmes scientifiques en classe. Dans le contexte scolaire, une autre démarche est repérée dans les classes de sciences et a remplacé le sigle OHERIC, c'est la démarche PHERIC. Cette dernière se présente sous forme d'investigation expérimentale avec le P de problème. Elle a comme étapes : le problème, l'émission d'une hypothèse, la proposition et la description du protocole expérimental, les résultats de l'expérimentation, l'interprétation des résultats et la conclusion. La formulation du problème est un point de départ important dans la démarche PHERIC, il s'agit de partir d'une interrogation, d'un questionnement dont les élèves ne connaissent pas la réponse. La formule PHERIC est contestée par les didacticiens, Orange et al. (1999, p. 114) ont écrit qu'« *Il n'y a pas une méthode scientifique unique se traduisant par une succession figée d'étapes, où l'investigation empirique, par exemple, ne servirait qu'à mettre à l'épreuve des hypothèses clairement formulées, mais une mise en relation de méthodes diverses pour aboutir à la*

construction et à la résolution des problèmes scientifiques. Beaucoup de choses se jouent en fait entre le P (problème) et le H (hypothèse) d'une simpliste démarche PHERIC ». La construction de savoirs scientifiques exige des allers-retours entre investigations empiriques et problème. La construction du problème *« ne peut se cantonner au début du travail scientifique : elle en est une part essentielle et se développe dans le temps, en interaction permanente avec les études empiriques »* (Ibidem, p.109).

Nous avons montré dans ce point la nature des démarches repérées par les didacticiens dans les classes de sciences et qui est liée principalement à leurs conceptions sur fonctionnement de la démarche scientifique, de l'expérimentation et de la construction des savoirs. Vu que nos études des cas concernent des séquences d'enseignement ordinaires, déclarées fondées sur la démarche d'investigation par leur enseignant.e, nous nous intéressons dans le point suivant à cerner les difficultés rencontrées par les enseignants dans la mise en place et l'exploitation des pratiques expérimentales dans le cadre de cette démarche.

6. Difficultés de mise en œuvre de la démarche d'investigation en classe de sciences

Bien que les instructions officielles incitent fortement sur l'importance de mettre en œuvre une démarche d'investigation en sciences, des recherches sur le terrain ont montré que sa mise en œuvre dans le cadre scolaire ne va pas de soi et qu'elle engendre des difficultés. De nombreuses recherches en didactique de sciences se sont intéressées à l'étude de la démarche d'investigation, aux pratiques d'enseignement et d'apprentissage mises en jeu, aux conceptions qu'ont les enseignants de cette démarche et aux difficultés repérés chez eux dans sa mise en place (Boilevin, 2013 ; Calmettes, 2009, 2010 ; Coquidé et *al.*, 2009 ; Molvinger, 2017). Calmettes (2010) a montré que les enseignants ont des contraintes matérielles et temporelles liées à la conduite de cette démarche. Le fait est que les élèves ne se trouvent pas dans la même situation que les chercheurs parce qu'ils *« découvrent un savoir préétabli alors qu'un chercheur ne sait même pas a priori, au début du processus de recherche, s'il va trouver, ni même ce qu'il va éventuellement inventer »* (Ibidem, p.10). Cela explique la tendance des enseignants à beaucoup diriger les élèves selon une démarche transmissive des savoirs. Boilevin (2013) a souligné que la démarche d'investigation n'est pas si simple à mettre

en place dans les classes. La plupart du temps, les enseignants n'ont pas eu de formation sur la mise en œuvre de cette démarche et éprouvent une certaine insécurité face à ce type de pratiques. Les enseignants trouvent que la démarche d'investigation est chronophage et peut les amener à partir dans des directions qu'ils n'ont pas prévues. Malgré qu'ils déclarent bien connaître la démarche d'investigation et considèrent qu'ils la mettent en place, des rapports d'inspecteurs montrent que de nombreux enseignants *« pratiquent déjà la recherche de situations-problème et l'appropriation du problème par les élèves. Les autres étapes leur semblent souvent plus difficiles à mettre en œuvre, et on voit bien que nombre d'entre eux craignent en particulier de « perdre le contrôle » en laissant trop la main à la classe, dans des phases cruciales comme celles de l'émergence des représentations des élèves, d'élaboration conjointe de propositions, ou de discussions »* (Pietryk et al., 2006, p.6). Désignée par son caractère ouvert, la démarche d'investigation peut conduire à des imprévus et à des voies différentes de celles envisagées au départ par les enseignants. Dans ce contexte, Calmettes (2009, p.145) écrit que *« La prégnance des conceptions, les difficultés de formulation d'hypothèses constituent des imprévus didactiques qui conduisent souvent à une rupture dans les modalités socioconstructivistes de la DI⁴⁰ et à un retour à la coutume didactique dans laquelle l'enseignant utilise un guidage strict des activités des élèves en indiquant de manière détaillée – mais pas toujours justifiée – les opérations prédéterminées qu'ils doivent réaliser »*. De son côté, Molvinger (2017, p.73) voit que le canevas de la démarche d'investigation est très rigide et que *« Les enseignants semblent se sentir prisonniers de ce canevas et veulent à tout prix suivre toutes les étapes »*.

Après avoir rappelé quelques difficultés des enseignants liées à la mise en place de la démarche d'investigation, nous nous intéressons maintenant à comment la transposition didactique des pratiques expérimentales dans le contexte scolaire peut influencer le rôle et la fonction de celles-ci dans la construction de savoirs scientifiques des élèves.

7. Difficultés liées à la transposition des pratiques expérimentales des scientifiques en classe

Les pratiques expérimentales des scientifiques sont transposées dans les classes de sciences. Cette transposition risque d'enfermer ces pratiques dans *« les normes*

⁴⁰ La démarche d'investigation.

contraignantes de la « forme scolaire » » (Astolfi, 2005, p.69). Ce dernier voit que la transposition des pratiques expérimentales dans le cadre scolaire pose problème parce qu'elles combinent deux types d'objectifs « *d'une part, fournir aux élèves une méthode logique de réflexion et de travail ; dans le même temps, les faire accéder à un savoir stabilisé* » (Astolfi, 2001, p.2). Dans le temps limité de la classe « *Si l'on privilégie l'esprit scientifique* », on cherche à faire travailler les élèves comme de jeunes chercheurs, et il faut alors accepter ce qui est le lot de tout chercheur, à savoir le tâtonnement, le doute, les impasses, la multiplicité des hypothèses, le recommencement... et l'incertitude quant au résultat! » (Ibidem, p.2). Adopter cet aspect dans la transposition des pratiques des chercheurs dans les classes est très formateur pour la pensée des élèves, mais « *long et décevant en termes de construction de savoir. On risque de rebondir de question en question, au lieu d'aller droit au résultat escompté* » (Ibidem, p.2). Au contraire, si on privilégie la construction d'un savoir par voie expérimentale, dans ce cas-là « *on risque de «tordre» la logique de la recherche* » (Ibidem, p.2). De ce fait, « *le raisonnement privilégié par le professeur est «forcé» par ce qu'il connaît du résultat attendu, et s'efforce de faire retrouver par la classe* » (Ibidem, p.2). Dans de telles situations « *les expériences n'ont souvent qu'une valeur «monstrative»* » (Ibidem, p.2).

Astolfi (2005, p.73) voit que les pratiques expérimentales « *non seulement elles imposent de facto le texte du savoir, mais elles entretiennent aussi l'illusion de son établissement grâce aux expériences scolaires. Lorsque celles-ci sont illustratives d'une notion, c'est le savoir à enseigner qui commande les expériences mobilisées, à l'opposé de ce qu'exigerait une authentique démarche investigatrice* ». L'approche de validation est présente dans le cadre scolaire, « *l'expérience soigneusement choisie prend la place d'un argument-clé qui donne le sentiment de la preuve* » (Ibidem, p.73) et fonctionne « *comme un procédé de présentation des savoirs* » (Ibidem, p.73). Par opposition à ce que suppose la démarche d'investigation, la transposition didactique des pratiques expérimentales des chercheurs dans les classes de sciences peut cultiver une tendance empirique et transmissive des savoirs chez les enseignants dans la mobilisation et l'exploitation des expériences.

Notre recherche s'intéresse aux fonctions des expériences dans la construction de savoirs scientifiques. Nous cherchons dans le point suivant à caractériser le type de savoirs visés à l'école notamment dans leur relation aux problèmes.

8. Caractéristique et relation aux problèmes des textes de savoirs construits à l'école

Dans notre recherche, nous donnons de l'importance aux textes de savoirs construits pour voir de quelle manière l'expérimentation est prise en compte dans la production de ces savoirs et quels types de savoirs sont construits. Sachant que la tendance dans le cadre scolaire rabat vers la construction des savoirs de nature « propositionnelle ». Nous caractérisons dans un premier temps la nature des savoirs visés à l'école. Puis, nous abordons la question de l'oubli du problème dans les textes de savoirs scolaires.

8.1. Les caractéristiques de textes de savoirs scolaires

A l'école, l'enseignement des sciences ne doit pas se réduire en un enseignement des résultats de la science ou à une transmission des lois et des connaissances de travaux scientifiques établies parfois pendant des siècles. On reproche souvent à l'école d'enseigner les sciences de manière trop théorique et abstraite. Les travaux des anthropologues Delbos et Jorion (1990, p.11) ont mis l'accent sur le caractère propositionnel des savoirs scolaires : *« quand nous appellerons “propositionnel” le savoir scolaire, nous attirerons l'attention par cela sur l'une de ses caractéristiques marquantes, qu'à défaut de pouvoir être théorique, il résume le savoir sous forme de propositions non logiquement connectées et qui se contentent d'énoncer des contenus »*. La forme habituelle des savoirs scolaires représente les « *textes de savoirs* » de nature « *propositionnelle* » plus proche du sens commun que du véritable savoir scientifique (Astolfi, 1992, 2005). Ces savoirs sont présentés à l'école comme n'étant ni théoriques ni pratiques et « *sans aucune relation aux problèmes dont ils constituent pourtant les réponses* » (Fabre, 2007, p.69). Ils sont déconnectés de leur contexte problématique, « *sans histoire et sans opérationnalité* » (Ibidem, p.69).

La transposition didactique des savoirs savants en milieu scolaire peut donc avoir comme conséquence leur propositionalisme. Ces savoirs sont souvent coupés de toute référence aux problèmes auxquels ils se rattachent, c'est le cas par exemple des résumés trouvés dans des manuels scolaires où la discontinuité entre les différents énoncés est souvent marquante. La solution du problème prend la forme d'une suite des propositions (loi, concept ou formule) dont le questionnement est oublié. Nous proposons l'exemple du texte de savoir portant sur la nutrition humaine cité par Fabre & Orange (1997, p. 42). Ce résumé correspond à ce que l'élève doit retenir à l'issue de l'étude du problème en jeu :

Problème : Comment les aliments font-ils pour faire grandir ?
« Les aliments sont broyés par les dents, Us descendent dans l'estomac où ils sont malaxés et réduits en bouillie. Puis, cette bouillie passe dans l'intestin dont la paroi est tapissée de vaisseaux sanguins. Les aliments passent donc dans le sang qui les transporte à toutes les parties du corps pour les nourrir. Les déchets sont éliminés » (Cité dans Fabre & Orange,1997, p. 42).

Tableau 11. Exemple d'un texte de savoir propositionnel

Le caractère propositionnel des savoirs scolaires explique pourquoi ils sont peu réutilisables en dehors de l'école et portent peu de sens pour les élèves (Astolfi,1992). Quoique les enseignants veillent à mettre en place des pratiques qui favorisent la créativité, la participation et la motivation des élèves, ils « *restent prisonniers d'une image traditionnelle du savoir* » (Astolfi, 2005, p.74). Selon cette conception, le savoir reste « *un produit tout élaboré à transmettre, un message à faire passer* » (Ibidem, p.74). La conception empiriste des enseignants par rapport à la construction des savoirs ainsi que le processus de transposition didactique peuvent expliquer la nature propositionnelle des savoirs scolaires, qui s'éloigne de la vraie caractérisation du savoir scientifique : « *un savoir scientifique digne de ce nom ne se réduit jamais à l'établissement d'un énoncé destiné à être mémorisé puis appliqué, même quand il s'accompagne d'observations et de manipulations. Il est d'abord le fruit de la résolution d'un problème délimité dont il constitue une réponse adaptée pour cela, au début, un caractère ponctuel* » (Astolfi & al., 1998, p. 176). Dans ce contexte, nous abordons la question de l'oubli du problème et de la focalisation sur la solution comme responsable de la réification des savoirs scolaires de nature propositionnelle.

8.2. L'oubli du problème dans les textes de savoirs scolaires

A l'école, on privilégie les solutions au détriment des problèmes, Fabre (2009, p.216) voit que « *L'école a sans doute sa part de responsabilité dans le processus de fétichisation du savoir et il est effectivement possible et même fécond de faire le compte des obstacles didactiques à un enseignement vivant qui intégrerait véritablement l'idée de problème* ». Un savoir scolaire qui est déconnecté du problème « *n'est déjà plus une réponse et il n'est pas encore la base d'un nouveau questionnement : il paraît subsister en soi* » (Fabre, 2007, p.72). Ce dernier met en avant la place primordiale des problèmes en sciences « *L'oubli des problèmes, qui trouve son expression logique dans le*

propositionnalisme, hante les théories de la connaissance. Pas de science, sans problème ! » (Fabre, 2017, pp.64-65). Un savoir vidé de tout questionnement est essentiellement « *un savoir de résultat qui ne répond à aucune question, à aucun problème. Il sort de nulle part, sans genèse visible* » (Fabre, 2009, p.215). Or, le « *savoir des réponses* » ne prend sens qu'en relation avec le « *savoir des questions* » (Ibidem, p.215). Les savoirs sont inévitablement liés aux problèmes avec lesquels ils maintiennent un rapport dynamique (Bachelard, 1949). C'est ce lien problème/savoir qui donne au savoir son sens.

Le risque est que les savoirs construits à l'école dérivent vers du propositionnel, déconnecté de tout questionnement. Dans le but de rendre aux savoirs scolaires leur « *savoir* » au sens d'Astolfi (2008) et de dépasser ce caractère propositionnel, il est nécessaire de travailler les liens entre les problèmes et les savoirs dans le cadre scolaire. Cela exige de mettre les problèmes au cœur des situations d'enseignement et d'apprentissage scientifique et de s'intéresser à leur construction et non seulement à leur résolution. Autrement dit, les problèmes doivent être au cœur de la construction de savoirs scientifiques chez les élèves comme chez les chercheurs.

Nous avons mis en valeur dans ce chapitre les conceptions des enseignants par rapport à la démarche scientifique, la manière dont ils conçoivent la construction des savoirs et la mobilisation de pratiques expérimentales et langagières. Les enseignants favorisent beaucoup l'expérimentation et adoptent une approche linéaire et inductiviste de la démarche scientifique qui se traduit en classe en schémas figés (OHERIC, PHERIC). Nous avons montré que les pratiques langagières prennent assez souvent la forme de « *cours dialogués* » guidés par les enseignants avec une faible place accordée aux échanges, à la discussion et à l'argumentation. Nous avons pointé les difficultés relatives à la mise en œuvre de la démarche d'investigation par les enseignants dans les classes. Celles-ci sont liées notamment aux imprévus que peut engendrer cette démarche, que les enseignants surmontent en dirigeant les élèves dans des approches transmissives de savoirs. Nous avons montré dans ce contexte que la transposition didactique des pratiques expérimentales dans le contexte scolaire risque de rigidifier les pratiques des enseignants dans la « *forme scolaire* » des savoirs. Au final, nous avons explicité le caractère propositionnel des savoirs et montré l'importance de mettre les problèmes au cœur de la construction de savoirs scientifiques chez les élèves comme chez les chercheurs.

A ce stade, nous clôturons nos approfondissements théoriques. Nous avons essayé tout au long des chapitres précédents de présenter les repères didactiques qui nous permettront d'outiller nos analyses de situations de classe. Nous pouvons à présent développer notre conclusion et expliciter nos questionnements de recherche.

Conclusion et reformulation de question de recherche

Pour rappel, notre travail de recherche se joint aux travaux de didactique de sciences qui s'intéressent à l'importance du processus de la problématisation dans les apprentissages scientifiques en étudiant des séquences entières d'enseignement-apprentissage. Il vise à comprendre la contribution des expériences à la construction de savoirs scientifiques chez les élèves du cycle 3 de l'école élémentaire (CM1/CM2, 9-11 ans).

Comme nous avons déjà vu plus haut, les instructions officielles relatives à l'enseignement des sciences valorisent la démarche d'investigation comme une démarche pédagogique innovante qui veut rendre les élèves acteurs de leur apprentissage et où l'expérimentation, si elle est possible, occupe une place importante. Du point de vue de la construction des problèmes, nous nous situons dans une approche rationaliste qui ne voit pas dans les pratiques expérimentales menées en classe seulement un moyen de mettre à l'épreuve des hypothèses et de trier des solutions aux problèmes, mais un moyen qui constitue une aide à la problématisation et à la construction des raisons des solutions. Dans notre recherche, nous sommes sur une étude de situations ordinaires mobilisant des expériences. Nous savons d'avance que les enseignants ne se réfèrent pas dans le travail des problèmes en jeu au cadre de l'apprentissage par problématisation.

Notre objectif est d'identifier les fonctions des expériences dans des démarches déclarées fondées sur une investigation expérimentale, de voir s'il peut y avoir intentionnellement des moments propices à la problématisation ou à un engagement dans une activité de construction de raisons constitutives des savoirs. Nous visons la caractérisation du rapport à l'expérimentation qu'entretiennent les enseignants lorsqu'ils font construire des savoirs scientifiques à leurs élèves. Ce que nous allons examiner sur le terrain c'est la manière dont les expériences se mettent en place, se déroulent et s'exploitent par les enseignants dans les classes. Du point de vue de l'enseignement, nous tentons d'approfondir les questions suivantes :

- Quelle est l'approche des enseignants par rapport au fonctionnement de la démarche scientifique et aux expérimentations menées en classe ? quel sens donnent-ils aux expériences et aux manipulations en sciences ?
- Quelle part prennent les expériences dans leurs démarches ? sont-ils sur une logique de validation/réfutation ou de problématisation des savoirs ?
- Quelles types de pratiques privilégient-ils ? pourquoi entretiennent-ils telle ou telle logique dans la construction des savoirs ?
- Comment les enseignants conçoivent-ils la contribution des expérimentations mises en œuvre dans l'articulation du registre empirique et du registre du modèle (ou des modèles ?
- Comment les enseignants mobilisent les pratiques langagières dans la construction des savoirs, et notamment en lien avec les pratiques expérimentales ?
- Quelles fonctions attribuent-ils aux expériences dans la construction des savoirs ? (L'expérience est exploitée pour valider une solution, pour mettre à l'épreuve des hypothèses, pour illustrer un savoir, un phénomène scientifique, a-t-elle un statut accessoire dans la démarche, etc.).
- Quels types de savoirs sont construits en classe de sciences ? Quelle trace d'expériences se retrouvent dans le texte de savoir final ?
- A quelles difficultés sont confrontées les enseignants dans la mise en place et l'interprétation des résultats des expériences à l'école élémentaire ?
- En quoi ce qui s'apprend en sciences et plus particulièrement en quoi des démarches mobilisant des expériences peuvent-elles aider l'élève à s'approprier un savoir scientifique ?

Des questions auxquelles nous tenterons d'apporter des éléments de réponse en procédant à l'analyse des séquences d'enseignement mobilisant des expérimentations au cycle 3 de l'école élémentaire.

Partie 2 : Méthodologie de recherche et domaine d'étude

Introduction

Tenant compte de nos approfondissements théoriques menés dans la partie précédente, nous allons porter notre attention à notre terrain d'étude pour voir comment les enseignants conduisent une démarche scientifique déclarée d'investigation par eux. Conformément à notre problématique dont le but principal est d'étudier des séquences qui portent particulièrement sur des pratiques expérimentales, nous nous intéressons au fonctionnement et aux choix⁴¹ en acte des enseignants dans l'exploitation des expériences contribuant à la construction de savoirs scientifiques des élèves.

Nous exposons dans cette partie les outils méthodologiques mobilisés pour le recueil et l'analyse des données de cette recherche. Nous expliquons dans un premier temps notre méthodologie basée essentiellement sur l'étude de situations ordinaires. Puis, nous présentons la population concernée et les éléments liés à la faisabilité de constitution de notre corpus. Ensuite, nous clarifions le choix de nos données empiriques (observations, entretiens, productions d'élèves). Finalement, nous explicitons les outils d'analyse que nous comptons suivre et nous précisons en quoi la méthodologie mise en œuvre peut nous aider à progresser dans l'étude de notre corpus.

1. Une méthodologie basée sur l'étude de séquences ordinaires

Pour répondre à notre problématique, nous nous plaçons dans les conditions habituelles de l'enseignement des sciences dans les écoles où la majorité des enseignants méconnaissent le cadre théorique de l'apprentissage par problématisation. Du point de vue du recueil des données, nous avons fait le choix d'une méthodologie fondée sur l'étude des situations dites « *ordinaires* » (Mercier, 2008). Notre recherche s'est orientée vers de telles pratiques d'enseignement puisque l'étude de ces situations est utile pour « *rendre compte du travail des élèves et des professeurs* » (Ibidem). L'étude des situations ordinaires est une des différentes méthodologies utilisées dans des recherches en didactique de sciences. Ces situations sont mises en œuvre en classe sous la responsabilité complète des enseignants, et « *se font sans aucune intervention ni aide dans le choix des enseignements de la part des chercheurs qui sont de simples observateurs de ce qui se passe habituellement en classe. Les didacticiens s'abstiennent*

⁴¹ On entend par choix de pratiques des enseignants tout ce que l'enseignant met en œuvre pour parvenir au but qu'il s'est fixé.

d'influencer ce qu'ils observent et ne cherchent, en aucun cas, à modifier les effets attendus » (Chalak, 2011, pp.101-102).

Pour notre recherche, nous nous attachons à l'étude de ce type de séquences parce que c'est le travail habituel de mise en œuvre, d'utilisation et d'exploitation des pratiques expérimentales que nous voulons analyser. Ce choix va nous permettre d'étudier le travail ordinaire des enseignants tel qu'il se fait en classe. Cela peut conduire par la suite à préciser les difficultés auxquelles ils sont confrontés dans la mise en place d'une investigation expérimentale. Les phases de la méthodologie des séquences ordinaires sont présentées selon Chalak (Ibidem, p.102) comme suit :

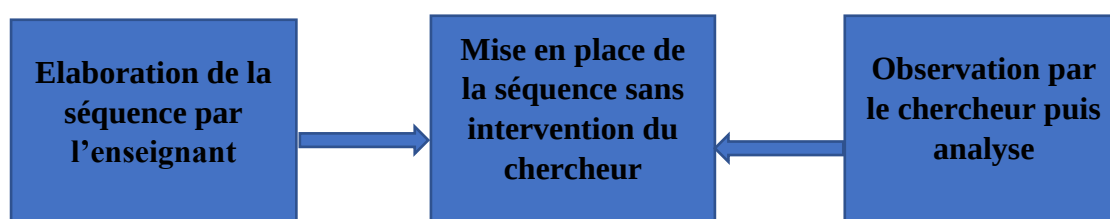


Figure 5. Les phases de la méthodologie des séquences ordinaires (Chalak, 2011, p.102)

Nous consacrons le point suivant à la présentation de la population concernée par notre recherche, à la méthode d'enquête utilisée et aux questions de faisabilité liées à la collecte des données.

2. Population concernée, méthode d'enquête et faisabilité

Afin de répondre à notre problématique de recherche, au départ, nous avons prévu d'observer des séquences portant sur une même thématique pour pouvoir étudier les fonctions attribuées à l'expérimentation par différents enseignants et dans différents contextes de classe. Notre carrière professionnelle d'enseignante de langue et de culture d'origine au sein des écoles où nous avons fait nos observations nous a épargnée les difficultés liées à la recherche des enseignants qui voudraient bien consacrer un peu de temps à l'aide des étudiants doctorants dans leur recherche. Nous avons annoncé aux enseignants dès le début que nos observations s'orientent principalement sur des séquences mobilisant des expériences en sciences. Ces conditions ont diminué le nombre des réponses favorables du fait que la majorité des enseignants du cycle 3 de l'école élémentaire (presque trente enseignants dans le total) contactés nous ont affirmé ne pas faire des expériences en sciences. Peu d'entre eux envisageaient la réalisation effective d'une ou deux expérimentations en classe dans l'année. Cette réticence à la

mise en œuvre d'une pratique expérimentale est justifiée selon eux par : des difficultés matérielles liées à l'absence du matériel expérimental nécessaire dans les classes de l'école élémentaire, des difficultés liées à la gestion de classes, programmes chargés, priorité donnée à d'autres disciplines (Français, Mathématiques), crainte de la complexité des savoirs en sciences, résultats inattendus des expériences.

Au final, nous avons réussi à avoir l'accord de trois enseignants mobilisant des expériences en sciences. Le choix des niveaux CM1 et CM2 (élèves de 9-11 ans) est gouverné par plusieurs considérations. En général, sur le plan empirique, les enseignants contactés ont déclaré que les élèves ne commencent vraiment à expérimenter en autonomie qu'à partir du cycle 3 et qu'ils ne font pas grand-chose en sciences au cycle 2. Par ailleurs, les élèves du cycle 3 peuvent manipuler et expérimenter eux-mêmes et parfois sans l'intervention de l'enseignant.e. La plupart des enseignants contactés faisant des sciences ont accepté de nous accueillir dans leur classe sans aucun problème.

Ces contraintes que nous avons rencontrées sur le terrain nous ont amenée finalement à travailler sur des domaines scientifiques différents et sur des problèmes différents. Les thématiques étudiées sont récurrentes dans les programmes des classes de sciences de l'école élémentaire. Elles portent sur des phénomènes bien connus pour la plupart des élèves et accessibles à l'observation directe ou vécus dans la vie quotidienne. Nous étudions quatre séquences « ordinaires » portant sur les thématiques suivantes :

- Une séquence en sciences physiques sur l'électricité ;
- Une séquence en biologie sur la nutrition des plantes ;
- Une séquence articulant biologie et éducation au développement durable sur le rôle des vers de terre dans le compostage des déchets ;
- Une séquence articulant sciences physiques et éducation au développement durable sur le tri des déchets.

Il est à noter que les deux séquences portant sur la nutrition des plantes et le rôle des vers de terre dans le compostage des déchets sont conduites par la même enseignante. Notre recherche se fait dans trois écoles élémentaires de la région du Pas de Calais : deux sur Arras et une sur Lens. Les accords donnés par les trois enseignants sont ensuite confirmés par les directeurs et les directrices des écoles. Il est à signaler que nous n'avons pas rencontré de difficultés en ce qui concerne les procédures d'acquisition des autorisations d'observations auprès des inspecteurs de l'Education Nationale de la circonscription dont dépendent les trois écoles.

Nous consacrons le point suivant à mieux expliciter les outils méthodologiques utilisées dans le recueil de données de notre recherche.

3. Outils méthodologiques de recueil de données

Notre recueil de données s'est déroulé entre le mois de novembre 2017 et la mi-mars 2018. Pour tenter de répondre à la question de recherche et mener notre recherche au mieux, nous avons choisi les différents outils de collecte de données suivants :

- L'observation directe dans les classes : prise de notes et enregistrements audios.
- Les entretiens post-séquences avec les enseignants.
- La récolte des productions des élèves.

3.1. Observation des séquences ordinaires

L'observation directe dans les classes est vue comme un outil de recherche empirique. Vu que les élèves et le corps enseignant ont l'habitude de notre présence, cela nous a facilité l'accès aux établissements scolaires et nous a aussi permis d'éviter les perturbations de l'observateur et les premières impressions dans les classes d'accueil. Par ailleurs, par respect du droit à l'image exigé dans les écoles et pour des raisons éthiques, juridiques et déontologiques de recherche, nous n'avons pas pu filmer les séances au sein des classes.

L'observation est une méthode de recueil de données qui nous a été faisable. Après la confirmation des enseignants concernés, nous avons effectué aisément nos observations. Le recueil du corpus a été réalisé à partir d'un enregistrement audio en utilisant des dictaphones situés à l'entrée et au fond de la classe. Toutes les interventions de l'enseignant auprès de l'ensemble de la classe ainsi que les échanges verbaux enseignant / élèves ont été transcrits (annexes 4, 21, 28, 31). Ces transcriptions ont été complétées par la suite par des remarques issues de nos prises de note. Les échanges et les discussions entre l'enseignant.e et les élèves constituent les supports d'analyse de nos études de cas.

Les faits observés nous permettront de suivre les pratiques effectives des enseignants dans les différentes étapes de la démarche mise en œuvre et notamment au cours des expérimentations ou manipulations : « *l'observation est une opération de prélèvement et de structuration des données de façon à faire apparaître un réseau de signification* » (Postic & De Ketele, 1988, p.79).

3.2. *Entretiens semi-directifs avec les enseignants*

Notre étude porte sur l'analyse des pratiques des enseignants à travers leurs actions menées en classe et les activités qu'ils mettent en place. Sur le plan méthodologique ; l'observation externe de l'activité des enseignants n'est pas suffisante pour étudier intégralement leurs pratiques. De ce fait, il nous est apparu essentiel d'emmener les enseignants à verbaliser leurs actions. C'est pour cela que nous avons complété nos outils méthodologiques par des entretiens semi-directifs réalisés avec les enseignants. L'entretien semi-directif est une méthode de collecte de données de nature qualitative qui consiste à poser des questions⁴² autour d'une thématique prédéterminée au préalable par l'enquêteur (Blanchet & Gotman, 2010). Ce type d'entretien oriente en partie le discours des personnes enquêtées. L'intervieweur prépare des questions relativement ouvertes à poser à l'interviewé en laissant à ce dernier un espace assez large pour exprimer son point de vue et répondre en toute liberté. L'intervieweur veille à ne pas perdre de vue l'objectif qu'il s'est fixé pour sa thématique de recherche. Nous avons choisi ce type d'entretien parce que notre objectif est d'analyser le discours des enseignants à propos de leurs pratiques pour nous rendre compte des connaissances sous-jacentes qui les influencent. Nous cherchons à savoir ce qui organise leurs choix dans le contexte de la classe, à caractériser leurs rapports à la démarche suivie, à préciser la logique qu'ils adoptent dans la construction de savoirs scientifiques et à cerner les fonctions qu'ils attribuent aux expériences dans la résolution des problèmes en jeu.

L'approche qu'ont les enseignants concernés de la démarche scientifique peut influencer la mise en œuvre de leurs pratiques de classe. Nous tentons de faire émerger leurs conceptions par rapport à la démarche d'investigation et plus particulièrement celles relatives au rôle et aux fonctions des pratiques expérimentales dans la construction de savoirs scientifiques des élèves. Il ne s'agit pas, en effet, de décrire seulement leurs propres pratiques mais de les faire « parler sur », c'est-à-dire formuler par leur propre langage leur manière de fonctionner, et leur faire prendre du recul par rapport à leurs pratiques.

Les entretiens diffèrent des notes d'observations du fait qu'ils sont guidés par une réflexion heuristique de l'observateur. La confrontation des entretiens avec les données

⁴² Les questions sont souvent consignées dans un guide d'entretien.

issues de l'observation nous permet par la suite de mieux comprendre la pratique enseignante et ce qui l'organise. De plus, les entretiens peuvent nous aider à enlever certaines ambiguïtés et à répondre à certaines questions que nous nous sommes posées lors de nos observations des séquences ordinaires. Les entretiens nous servent donc à affiner et à étayer plus tard l'analyse de notre corpus.

Nous avons prévu des entretiens post-séquences avec les trois enseignants contactés. Suite aux contraintes liées au respect du temps scolaire, nous n'avons pas pu faire les entretiens dans les conditions optimales prévues. Nous avons proposé aux enseignants de mener les entretiens en temps périscolaire (après l'école à 16h30). Ces derniers n'ont pas montré leurs disponibilités en dehors du temps scolaire pour mener ces échanges. Finalement, nous avons conduit des courts entretiens (durée de 10 minutes) souvent en temps de récréation, nous n'avons pas eu d'autres possibilités pour faire autrement. Le tableau suivant présente un exemple des questions posées qui sont choisies en rapport avec nos questionnements de recherche explicités dans le chapitre précédent (chapitre 5).

Questions posées aux enseignants lors de l'entretien semi-directif
- Dans les nouveaux programmes on entend parler souvent de la démarche d'investigation, c'était ce type de démarche que vous avez voulu faire ici ? - Comment vous voyez la mise en œuvre de cette démarche ? - Qu'est-ce que vous appelez expérience ? - Quelle est la différence entre expérience et manipulation selon vous ? - Comment vous avez fait pour obtenir le matériel expérimental que vous avez utilisé dans cette séquence ? - Pensez-vous que les élèves en exécutant les expériences gardent toujours le problème de départ en tête ou pas forcément ? - Est-ce que vous pensez que l'expérience a conduit à la résolution du problème du départ ? - Quelle est la fonction que vous attribuez aux expériences réalisées dans la démarche ?

**Tableau 12. Questions posées aux enseignants lors de l'entretien semi-directif
(recueil de données 2017/2018)**

Les questions posées aux enseignants et leurs réponses sont enregistrées par un dictaphone puis transcrites entièrement (annexes 7, 23, 34). Pour l'analyse, des extraits de transcription sont utilisés pour éclairer les intentions des enseignants ou leur perception de ce qui s'est déroulé en classe. Les enseignants auxquels nous avons eu affaire sont expérimentés. Leurs pratiques peuvent être considérées comme étant stabilisées. Nous nous sommes servis aussi des fiches de préparation utilisées par les enseignants (annexe 39). Celles-ci constituent un élément méthodologique qui présente le déroulement prévu des séances et nous renvoie aux ressources pédagogiques auxquelles les enseignants font référence dans ce qu'ils envisagent à faire en classe, de leurs intentions et de leurs objectifs.

3.3. Le recueil des productions des élèves

Au-delà de l'observation et des entretiens, à notre corpus s'ajoutent les productions écrites des élèves construites durant le déroulement des séquences ainsi que les textes finaux du savoir construits en fin des séquences. Pour compléter notre recueil de données, nous avons récupéré les traces langagières écrites suivantes : écrits individuels des élèves, écrits de groupes, schématisations des expériences. Ces productions sont prises en compte lors de la transcription des séances pour mieux comprendre sur quoi portent les échanges en classe. Aussi, nous avons pris des photos du tableau à craie et du tableau blanc interactif (TBI) quand cela nous est apparu utile.

Nous avons donc essayé avec ces choix méthodologiques d'explorer notre terrain de recherche et de collecter l'ensemble des données possibles pour la construction de notre corpus. Les séquences d'enseignement auxquelles nous nous intéressons reposent sur des problèmes différents. Ce sont des problèmes bien représentés dans les programmes des sciences du cycle 3 de l'école élémentaire. Le tableau ci-dessous résume les recueils de données dans les trois écoles et donne à voir une vue globale sur les problèmes étudiés :

	Classe de CM1	Classe de CM1/CM2		Classe de CM1
Champ d'étude	Sciences physiques.	Sciences de la vie et la terre.	Sciences de la vie et la terre et EDD.	Sciences physiques et EDD.
Problème scientifique	Allumer une ampoule avec une pile plate et une pile ronde.	De quoi les plantes vertes ont-elles besoin pour se développer ?	Pourquoi mettre des vers de terre dans nos déchets ?	Comment trier facilement les déchets ?
Nombre de séances	2	3	2	2
Nombre d'élèves dans la classe	21 élèves	20 élèves		21 élèves
Date du recueil des données	Du 16/11/17 au 30/11/2018.	Du 15/12/17 au 02/02/2018.	Du 18/01/2018 au 02/02/2018.	Du 17/11/17 au 1/12/2018.
Ecoles	Ecole à Lens	Ecole à Arras		Ecole à Arras
Entretiens semi-directifs avec les enseignants	Entretien réalisé le 5/2/2018.	Entretien réalisé le 8/2/2018.		Entretien réalisé le 22/2/2018.
Productions recueillies	-Transcriptions des enregistrements des séquences ordinaires. -Transcription des entretiens semi-directifs menés avec les enseignants. -Productions écrites individuelles et de groupes. -Les textes de savoirs finaux produits lors de la séquence. -Photos des tableaux (noir et TBI).			

Tableau 13. Présentation des cas étudiées (recueil de données 2017/2018)

3.4. Un recueil de données complémentaire

Les résultats obtenus de l'analyse des cas correspondant au corpus (2017/2018) ont suscité de nouvelles questions de recherche, ce qui nous a amenée à envisager un deuxième recueil de données visant à mieux saisir les difficultés rencontrées par les enseignants dans la mise en place et l'exploitation des expériences en classe. A cause de la crise sanitaire, nous n'avons pas eu la possibilité d'accès dans classes pour réaliser

des observations en 2019, 2020. Notre recueil de données a été repoussé à l'année scolaire 2021/2022. Nous signalons ici qu'il n'était pas évident d'avoir l'accord des enseignants acceptant de nous accueillir dans leurs classes lors de cette période qui a suivi la pandémie.

Malgré ces difficultés, et dans le but d'approfondir notre analyse, nous avons envisagé d'observer des séquences comparables aux séquences précédentes. Sur le terrain et après une prise de contact avec plusieurs enseignants, nous n'avons pas réussi à observer une deuxième séquence en électricité. Nous avons pu observer deux séquences, l'une portant sur le tri des déchets et l'autre sur les besoins nutritifs des plantes vertes. Nous avons complété notre nouveau recueil par une nouvelle séquence en sciences physiques portant sur les mélanges des solides avec l'eau.

Avant d'entamer ces nouvelles observations de classe (2021/2022), nous avons présenté d'une manière générale notre cadre de l'apprentissage par problématisation aux enseignants. Au début, nous avons pensé à préparer le déroulement de la séquence avec les enseignants concernés, c'est-à-dire de se mettre d'accord avec eux sur les types de questionnements pouvant pousser les élèves à produire des explications et anticiper leurs réponses possibles. Suite à des questions d'indisponibilité des enseignants, il ne nous a pas été possible d'organiser ces préparations avec eux avant la conduite des séquences à observer. Nous avons cependant expliqué aux enseignants l'importance des pratiques langagières et de faire entrer les élèves dans une problématisation. Nous les avons incités à donner une certaine marge d'action et d'expression aux élèves et à leur laisser plus la parole afin de leur permettre de produire des explications du fonctionnement des phénomènes scientifiques en jeu et ainsi de les engager dans la construction de leurs savoirs. Notre but est d'essayer d'obtenir un corpus le plus cohérent possible avec notre cadre théorique, et cela, en fonction des objectifs de notre recherche.

Les enseignants nous ont affirmé de faire leur mieux pour donner davantage de marge d'action aux élèves dans la démarche. Bien que le chercheur intervienne légèrement dans l'orientation du travail langagier de l'enseignement en classe, nous ne pouvons pas dire que nous avons influencé les pratiques ordinaires. Nous pouvons considérer ces séquences étudiées comme quasi ordinaires.

Notre deuxième recueil de données s'est déroulé entre le mois de mai et le mois de juin 2022. Il s'est déroulé dans trois écoles élémentaires dans la région du Nord : une sur Lille, une sur Roubaix et une sur Mons-en-Barœul. Nous avons retenu les mêmes outils

de collecte de données précédents (l'observation, les entretiens semi-directifs, la récolte des productions des élèves). Nous étudions trois séquences ordinaires :

- Une séquence en biologie sur les conditions de développement des plantes ;
- Une séquence articulant sciences physiques et éducation au développement durable sur le tri des déchets ;
- Une séquence en sciences physiques sur les mélanges solides / liquides.

Dans notre premier recueil de données, suite aux indisponibilités des enseignants, nous avons conduit des courts entretiens sur le temps de récréation des élèves. Dans notre deuxième recueil de données, afin de mieux repérer les difficultés auxquelles sont confrontés les enseignants dans la mise en œuvre des pratiques expérimentales, nous avons envisagé d'organiser des entretiens plus longs en dehors du temps scolaire. Notre objectif est donc d'obtenir des justifications plus poussées des choix des enseignants et de cerner encore davantage leurs contraintes sous-jacentes liées à l'exploitation de l'expérimentation dans la construction de savoirs scientifiques des élèves. Pour cela, les observations sont étayées par des entretiens semi-directifs (préséquence et post-séquence) auxquels se sont livrées les enseignants pour expliquer ce qu'ils envisagent à faire dans la séquence et ce qu'ils ont pu réaliser effectivement en classe. L'analyse des entretiens nous doit permettre de mieux identifier les problèmes scientifiques pris en charge par les enseignants et de savoir comment ils se situent par rapport au savoir et aux démarches en jeu.

En tenant compte de la contrainte du temps scolaire limité, les entretiens ont été menés généralement lors de la pause déjeuner des enseignants (entre 12h30 et 13h00) et ont duré entre vingt et trente minutes. Les entretiens pré-séquence se sont déroulés environ une heure avant l'observation des séquences. Le tableau ci-dessous présente le canevas du questionnaire destiné aux enseignants. Ce dernier vise à identifier le déroulement prévu de la séquence, les conceptions des enseignants par rapport à la démarche adoptée, le sens et la fonction qu'ils donnent à l'expérimentation et leurs intentions concernant le choix et la mise en place des pratiques envisagées.

Les questions posées aux enseignants lors de l'entretien pré-séquence

Je prépare une thèse sur les fonctions des expériences dans l'enseignement et les apprentissages en sciences. Je pense que ce n'est pas toujours facile de recourir à des expérimentations et cela m'intéresse de savoir comment les professeurs essaient de les mobiliser en classe, ce qu'ils choisissent comme expérimentations, comment ils font participer les élèves.

Pouvez-vous me dire quelques mots sur :

- Vos formations initiales : quel bac ? Quelles études après le bac ?
 - Depuis combien d'années enseignez-vous ? A quel(s) niveau(x) d'enseignement avez-vous enseigné ? Depuis combien de temps enseignez-vous dans le niveau actuel ?
 - Dans votre formation, avez-vous suivi des formations en sciences ? Quand et quoi comme formation ?
 - Vous allez faire une séquence sur
 - Pourquoi avez-vous choisi ce thème ?
 - Comment allez-vous l'introduire ?
 - Que voulez-vous que les élèves sachent à la fin de la séquence ?
 - En quoi ce thème vous paraît-il difficile ? facile ?
 - Pouvez-vous me dire comment vous voyez le déroulement de votre séquence ?
 - Comment voyez-vous l'implication des élèves ?
 - Quelles difficultés les élèves risquent-ils d'avoir ? Comment les prenez-vous en compte ?
 - Sur quels documents ou ressources vous appuyez-vous pour préparer la séquence ?
- A quoi vous servent-ils ?
- En quoi les programmes et les circulaires vous inspirent-ils et vous aident-ils ?
 - Quelles expériences pensez-vous utiliser dans cette séquence ?
 - D'où vient ce choix des expériences ? Pourquoi avez-vous fait ces choix d'expériences ? A quoi vont-elles servir ?
 - Y a-t-il d'autres expériences que vous auriez souhaité utiliser ? Pourquoi ne les avez-vous pas retenues ?
 - Comment avez-vous fait pour avoir du matériel pour ces expériences ?
 - D'habitude avez-vous des difficultés pour avoir du matériel expérimental ?

- Là par rapport au temps de la séance, pensez-vous qu'il va être suffisant pour faire tout ce que vous avez prévu ? Comment faites-vous si ce n'est pas le cas ? (Les exigences du temps scolaire)
- On distingue parfois expériences et manipulation. Qu'en pensez-vous ? A quoi servent-elles dans la démarche ?
- Dans la séquence que vous allez faire s'agit-il plutôt d'expérience ou plutôt de manipulation ? Pourquoi ?
- Pouvez-vous donner des exemples d'expériences que vous avez mis en place dans des séances de sciences que vous avez faites ? des exemples de manipulations dans des séances de sciences que vous avez faites ?
- Aviez-vous déjà fait cette séquence les années précédentes ? Qu'avez-vous changé d'une année sur l'autre ? Pourquoi ?

Tableau 14. Questions posées aux enseignants lors des entretiens pré-séquence (recueil des données 2021/2022)

Les entretiens post-séquences se sont déroulés juste après la fin de la séquence. Ce sont les observations de classe qui nous ont guidée dans la construction du questionnaire. Le tableau ci-dessous présente le récapitulatif des questions posées aux enseignants. Ce questionnaire vise à repérer essentiellement les difficultés rencontrées par les enseignants dans la mise en place et l'exploitation des pratiques expérimentales dans la démarche.

Les questions posées aux enseignants lors de l'entretien post-séquence
Après avoir présenté la séquence aux élèves : - Est-ce que le déroulement de votre séquence était comme prévu ? - Où avez-vous vu que cela a marché ? Précisez sur quoi vous vous basez pour le dire ? - Où avez-vous vu que cela n'a pas marché comme vous le souhaitiez ? Comment l'expliquez-vous ? - Quelles difficultés avez-vous eues dans la réalisation de cette démarche scientifique que vous avez conduite ? - Finalement, en quoi pouvez-vous dire que ce thème est difficile ? en quoi est-il facile ? - Avez-vous pu atteindre votre objectif prévu pour cette séquence ? Pouvez-vous préciser un peu ce qui a été atteint ? pas atteint ? Qu'avez-vous introduit de nouveau ?

- Comment vous avez trouvé l'implication des élèves ? pourquoi ? A quels moments avez-vous trouvé qu'ils s'impliquaient bien ? A quoi l'avez-vous repéré ?
- A quoi avez-vous vu que les élèves se sont appropriés les savoirs lors de cette séquence ?
- Quelles difficultés avez-vous repérées chez les élèves dans cette séquence ? A quoi l'avez-vous vu ? Comment les avez-vous prises en compte ?
- Avez-vous pu faire toutes les expériences que vous avez prévu ? Pourquoi ? Quelles sont les expériences que vous avez mises de côté ou raccourcies ? Pourquoi ?
- Pensez-vous que le choix des expériences réalisées était pertinent pour ce sujet ? si oui pourquoi ? si non, pourquoi ?
- Y a-t-il d'autres expériences que vous auriez souhaité utiliser ? Si oui, lesquelles et pourquoi ne les avez-vous pas retenues ?
- On fait parfois la distinction entre manipulation et expérience. Qu'en pensez-vous ? Faites-vous cette distinction ?
- Est-ce que vous avez été confrontée à des difficultés dans la mise en place des expériences ? si oui, lesquelles ?
- Avez-vous eu des difficultés pour obtenir le matériel expérimental nécessaire à la réalisation des expériences ? Quelles sortes de difficultés ?
- En exécutant les expériences, pensez-vous que les élèves gardent toujours le problème de départ en tête ou pas forcément ? Pouvez-vous me dire pourquoi ?
- Pensez-vous que les élèves ont bien fait le lien entre l'expérimentation et le thème de la séquence ? ou se contentent-ils de faire des manipulations avec la main ?
- Pensez-vous que les expériences menées ont bien contribué à répondre à votre question de départ ? Expliquez pourquoi ?
- A quoi les expériences ont-elles servi ? quelle fonction attribuez-vous aux expériences ?
- Qu'est-ce qu'il vous apparaît difficile à comprendre sur ce sujet pour des élèves à cet âge-là (CM1, CM2) ?
- Par rapport à la gestion du temps scolaire, avez-vous eu le temps pour faire tout ? Est-ce que vous avez pu faire tout ce que vous avez prévu ?
- Si c'était à refaire, que modifieriez-vous ? Qu'est-ce que vous envisagez de changer l'année prochaine dans cette séquence ?

Tableau 15. Questions posées aux enseignants lors des entretiens post-séquence (recueil des données 2021/2022)

Le tableau ci-dessous récapitule notre deuxième recueil de données (2021/2022) :

	Classe de CM1	Classe de CM1	Classe de CM1
Champ d'étude	Sciences de la vie et la terre.	Sciences physiques et EDD.	Sciences physiques.
Problème scientifique	-Quelle sont les conditions de développement des plantes ?	-Comment trier facilement les déchets ?	-D'où vient le sel de cuisine ? -Comment récupérer le sel de l'eau salée ? -Les mélanges : soluble et non soluble. -Comment nettoyer l'eau salie par la terre ?
Nombre de séances	3	3	7
Nombre d'élèves dans la classe	20 élèves	20 élèves	20 élèves
Date du recueil de données	Du 09/06/2022 au 16/06/2022.	Du 3/5/2022 Au 17/05/2022.	Du 3/5/2022 au 28/06/2022
Ecoles	Ecole à Lille.	Ecole à Roubaix.	Ecole à Mons-en Barœul.
Entretiens semi-directifs avec les enseignants	Entretiens réalisés le : 09/06/2022 17/06/2022	Entretiens réalisés le : 03/05/2022 17/05/2022	Entretiens réalisés le : 03/05/2022 28/06/2022
Productions recueillies	-Enregistrements et transcriptions des séquences ordinaires et des entretiens semi-directifs. -Productions écrites individuelles et de groupe. -Les textes de savoirs finaux produits en fin de séquence.		

Tableau 16. Présentation des cas étudiés (recueil de 2021/2022)

Suite à la présentation des outils méthodologiques mobilisés dans le recueil de données et la construction du corpus, ainsi que la présentation synthétique des données recueillies, nous trouvons important de consacrer le point suivant de cette partie à la méthode d'analyse adoptée dans nos études de cas.

4. Méthode d'analyse des données

Notre travail de recherche vise à comprendre comment les enseignants exploitent les pratiques expérimentales dans la construction de savoirs scientifiques en classe. Pour y parvenir, et en prenant en compte les développements épistémologiques, didactiques et méthodologiques que nous avons faits, nous présentons maintenant notre méthode d'analyse et les outils que nous allons mobiliser dans les études de cas pour répondre à notre problématique initiale. Comme nous l'avons déjà précisé, l'enseignement des sciences à l'école élémentaire dans la période récente est conçu dans un cadre qui suscite la curiosité de l'élève, le questionnement et l'investigation. Le but de cet enseignement est de rendre les élèves acteurs de leurs apprentissages. C'est à partir de cette précision que nous allons maintenant faire fonctionner notre cadre théorique et revenir sur les éléments méthodologiques pour questionner le rôle et les fonctions des expériences dans la construction de savoirs scientifiques par les élèves. Lors de notre étude, nous nous référons aux logiques de conception de l'expérimentation identifiées dans la première partie de ce mémoire, à savoir : la logique de problématisation et la logique de réfutation. Nous avons précisé que selon une logique de réfutation, les pratiques expérimentales servent à trier et à filtrer la ou les solutions du problème en jeu et que le savoir construit contient la solution du problème, mais il peut comporter aussi les éléments et les arguments leur ayant permis de résister à la mise à l'épreuve (par expériences). Alors que dans une logique de problématisation, en plus des solutions des problèmes, le savoir construit comporte aussi les conditions de possibilité de ces solutions. Nous cherchons à voir comment chacun des enseignants procède dans sa classe et quelle logique il tend à privilégier dans l'exploitation des pratiques expérimentales. Nous nous intéressons particulièrement aux moments de la démarche consacrés à la réalisation et à l'exploitation des expériences dans la construction de savoirs scientifiques par les élèves. Nous mettons l'accent sur le fonctionnement de l'enseignant pour caractériser la place qu'il accorde aux expérimentations dans le travail des solutions. Pour ce faire, nous précisons nos objectifs d'analyse des pratiques enseignantes :

- peut-on repérer dans la pratique enseignante des moments propices à la problématisation, peut-on identifier des moments d'argumentation et de dégagement de raisons contraignant les solutions ?
- la pratique enseignante relève-t-elle d'une logique de validation/réfutation ?

- la pratique enseignante relève-t-elle d'une conception empirico-inductive de l'activité scientifique ou d'une logique hypothético-déductive ?
- l'enseignant.e tend-t-il à privilégier des pratiques traditionnelles d'illustration, de démonstration et de transmission des résultats de la science ?
- quelles contraintes et difficultés peut-on repérer chez les enseignants par rapport à la mise en place et à l'exploitation des pratiques expérimentales ?

Notre travail de recherche s'inscrit dans le cadre de l'apprentissage par problématisation en sciences. L'objectif principal de cette analyse est de comprendre le fonctionnement de l'enseignant.e et de voir la possibilité d'identifier des moments propices à la construction d'un savoir problématisé. Notre terrain de recherche concerne des séquences d'enseignement, déclarées fondée par l'enseignant.e sur une investigation à caractère expérimental. Nous allons essayer dans un premier temps de jeter un regard sur le savoir en jeu lié au problème étudié dans la séquence observée. Cela va nous aider à comprendre l'activité des enseignants et des élèves en classe. Dans un deuxième temps, nous dressons le scénario didactique, c'est-à-dire l'enchaînement des tâches et des pratiques expérimentales mises en œuvre dans la classe. Nous décrivons le déroulement de la séquence en question et nous explicitons les différents moments du travail de problème. Puis, nous analysons la manière dont les pratiques expérimentales sont exploitées par les enseignants dans le travail des solutions des problèmes scientifiques en jeu.

Selon notre positionnement didactique, nous considérons les pratiques langagières comme indispensables dans la compréhension de l'activité cognitive des élèves et la construction de leur savoir en classe. Puisque les pratiques expérimentales et les pratiques langagières sont étroitement liées et se renforcent mutuellement, nous portons une attention particulière aux échanges entre les enseignants et les élèves qui se sont tenus tout au long des séances enregistrées de la séquence ordinaire observée. En nous inscrivant dans cette optique, nous pensons que l'étude des pratiques langagières en lien avec les pratiques expérimentales sera un choix intéressant qui pourra nous aider à comprendre comment les enseignants font pour faire construire des savoirs chez les élèves. Ce sont alors les discussions disponibles via les enregistrements et les transcriptions effectuées qui constituent nos supports d'analyse des séquences observées.

Pour étudier ce qui se joue dans la démarche du point de vue d'exploitation des pratiques expérimentales dans la construction des savoirs, nous reprenons en détail la

transcription des échanges notamment ceux qui nous semblent comme des moments marquants dans l'étude du problème en jeu. Le but est tout d'abord d'identifier les problèmes pris en charge par la classe, et de déterminer ensuite le positionnement des enseignants par rapport aux deux logiques que repérées ci-dessus : logique de réfutation (vrai/faux) ou logique de problématisation (possible/nécessaire).

Ensuite nous portons notre attention sur le texte de savoir final produit à la fin de la séquence. Vu que les savoirs scientifiques, dans le cadre théorique de l'apprentissage par problématisation, ne peuvent se réduire au seul texte écrit de savoir final, nous partons à la recherche des pratiques ayant conduit à leur production : comment ce texte a-t-il été construit en situation ? En quoi il se rattache aux expériences ? Retrouve-t-on des traces des expériences ? Quel lien entre le problème en jeu, l'expérience et le texte de savoir final ?

Pour atteindre nos objectifs de recherche, l'approche méthodologique que nous allons mettre en œuvre pour répondre à nos questionnements de recherche, sera structurée selon les phases suivantes :

4.1. Description du déroulement de la séquence étudiée

Nous conduisons tout d'abord une description détaillée du déroulement de l'ensemble des séances mises en œuvre durant la séquence. Nous prenons les séances dans leur ordre de déroulement et nous présentons les phases qui ont marqué la conduite de la démarche en repérant les activités et les pratiques qui ont organisé le travail du problème en jeu. Quoique le déroulement de chaque séquence est réparti en séances séparées, mais dans l'ensemble, ces composantes sont imbriquées les unes aux autres au service de la résolution du problème. Nous employons la notion de synopsis (Tiberghien et *al.*, 2007) pour organiser la conduite de chaque étude de cas. Cette notion correspond à la première analyse qu'effectue le chercheur quand il travaille sur les données d'une séquence. Celle-ci représente une vision globale de la conduite de la séquence qui sert de repère pour des analyses plus approfondies. Durant cette analyse *« le chercheur se situe en observateur extérieur ; il prend le point de vue global de la classe et est ainsi plus proche du professeur que de chaque élève. Ce synopsis doit permettre d'avoir une idée de ce qui se passe en classe et de suivre le contenu des séances, afin de comparer, d'une part, les séances d'une séquence et, d'autre part, des séquences de classes différentes »* (Ibidem, p.105). La construction du synopsis nous donne une vision intégrale du déroulement de la séquence étudiée. Pour correspondre à

nos objectifs de recherche, le synopsis que nous allons adopter pour notre corpus inclut les éléments suivants (tableau 17) :

Séances	Problème du départ	Hypothèses	Tâches de la classe	Mode de travail
-séance 1 -séance 2 -etc.		- 1..... - 2.....	- exploitation des documents. - mise en place des expériences. - interprétation des résultats des expériences. - structuration des connaissances. -etc.	-individuel -collectif -par groupes

Tableau 17. Le synopsis construit pour l'analyse des séquences

4.2. Analyse des pratiques enseignantes

Pour notre analyse, nous nous intéressons aux moments de la démarche qui articulent le problème en jeu, l'objectif d'apprentissage et les pratiques expérimentales. Nous nous attachons à la manière dont les enseignants organisent l'articulation des interactions langagières aux investigations expérimentales pour élaborer des explications aux problèmes en jeu. Pour ce faire, nous reprenons en détail la transcription des échanges et un certain nombre d'interactions enseignant / élèves notamment celles attachées aux phases de conception d'expériences, de formulation des hypothèses, d'observation et de lecture de résultats obtenus, d'interprétation et d'exploitation des pratiques expérimentales dans la construction de savoirs scientifiques par les élèves.

Après avoir déterminé les phases des échanges à exploiter, nous analysons les interactions enseignant / élèves pour repérer la logique adoptée par les enseignants dans l'exploitation des expériences et les fonctions qui leur ont été attribuées. Nous nous intéressons à voir s'il y a des éventuelles argumentations mobilisées par les élèves ou d'éventuelles ouvertures vers un travail de problématisation qui apparaissent tout au long de la résolution des problèmes. Nous étudions également les pratiques expérimentales en lien avec le problème de départ afin de voir à quel point elles lui sont compatibles et comment elles contribuent à sa résolution. S'agit-il du même problème

chez l'enseignant et l'élève, ou y a-t-il un décalage entre les deux, ou un changement de problème au cours de la séquence.

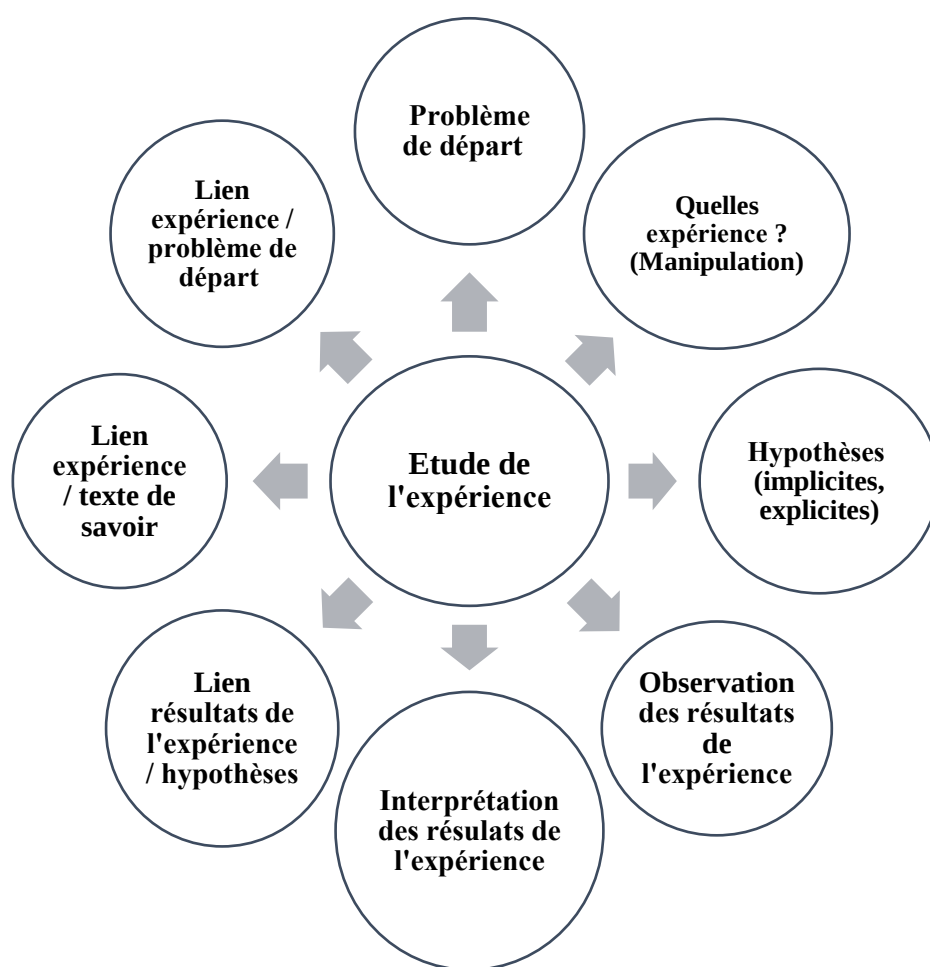


Figure 6. Schéma d'étude des expériences

4.3. Analyse du texte de savoir final

Dans cette phase d'analyse, nous portons notre attention au texte du savoir construit matérialisé par la trace écrite mémorisable qui clôture habituellement la séquence d'enseignement-apprentissage. Nous caractérisons et étudions cet écrit final en lien avec le problème de départ et au regard de notre cadre de référence, la problématisation. Puis, nous remontons du texte du savoir aux pratiques de classe ayant conduit à sa production. Nous recherchons dans la démarche adoptée, notamment dans sa composante expérimentale, sur quoi repose cette trace et en quoi le texte du savoir et la démarche contribuent à la construction des savoirs. Ensuite, nous cherchons la trace des expériences mises en place dans ces textes de savoirs finaux. Finalement, nous essayons d'identifier quel type de savoir a été construit. Pour cela, nous nous référons aux trois types de textes de savoirs définis ci-dessous :

Un texte assertorique	Un texte raisonné	Un texte propositionnel
Un texte de savoir qui met en avant une solution ou des solutions (Fabre & Orange, 1997).	Un texte de savoir qui porte des arguments, des raisons, des nécessités qui font tenir la ou les solutions (Fabre & Orange, 1997 ; Orange Ravachol, 2011).	Un texte qui expose des énoncés scientifiques plus ou moins logiquement connectés (Astolfi, 1992).

Tableau 18. Types de savoirs construits

Les éléments d'analyse que nous avons avancés ci-dessus nous permettront d'explorer la conception de l'enseignant par rapport à la construction de savoirs scientifiques, la fonction qu'il attribue aux expériences dans la démarche ainsi que la nature du savoir construit. Nous allons nous servir aussi des déclarations des enseignants lors des entretiens afin d'affiner et d'approfondir nos analyses de classe.

4.4. Analyse des entretiens conduits avec les enseignants

Les pratiques des enseignants dépendent nécessairement de ce qu'ils ont prévu comme choix pédagogiques à mettre en place dans les classes. Cela dépend aussi de leur expérience professionnelle. Celle-ci peut regrouper tout ce qui est propre à l'enseignant (formation, expérience dans l'enseignement, conceptions sur la discipline enseignée, connaissances préalables sur le savoir en jeu). Ces renseignements que nous avons pu récolter lors des entretiens avec les enseignants nous permettront de mieux comprendre leurs choix en acte. L'analyse des observations sera étayée par l'étude des entretiens

semi-directifs dans lesquels les enseignants sont amenés à commenter leurs pratiques de classe. Les réponses des enseignants, leurs justifications et explicitations sur le déroulement de la séquence serviront pour identifier les conceptions organisatrices de leur activité ainsi que les difficultés affrontées dans la mise en place d'une démarche d'investigation à caractère expérimental.

Concernant la méthode suivie dans l'analyse des entretiens, nous commençons dans un premier temps par repérer dans le discours des enseignants les éléments permettant d'identifier et de caractériser l'approche qu'ils ont de la démarche d'investigation et de la construction de savoirs scientifiques. Puis, nous essayons de pointer des verbatims qui nous paraissent utiles à l'étude des pratiques des enseignants en lien avec nos questionnements de recherche. Ensuite nous articulons les résultats issus de l'analyse de l'entretien avec les résultats issus de l'analyse de la séquence observée. Enfin, nous construisons une conclusion générale de l'étude de la séquence en jeu.

Conclusion

Nous avons montré tout au long de cette partie en quoi nos repères didactiques et méthodologiques peuvent nous fournir des outils fondamentaux pour mener des analyses en classe. Dans notre recherche, les pratiques langagières - qu'elles soient orales ou écrites - se déroulent autour des pratiques expérimentales et constituent nos supports d'analyse. La figure 7 résume la méthodologie mise en œuvre pour mener nos études de cas.

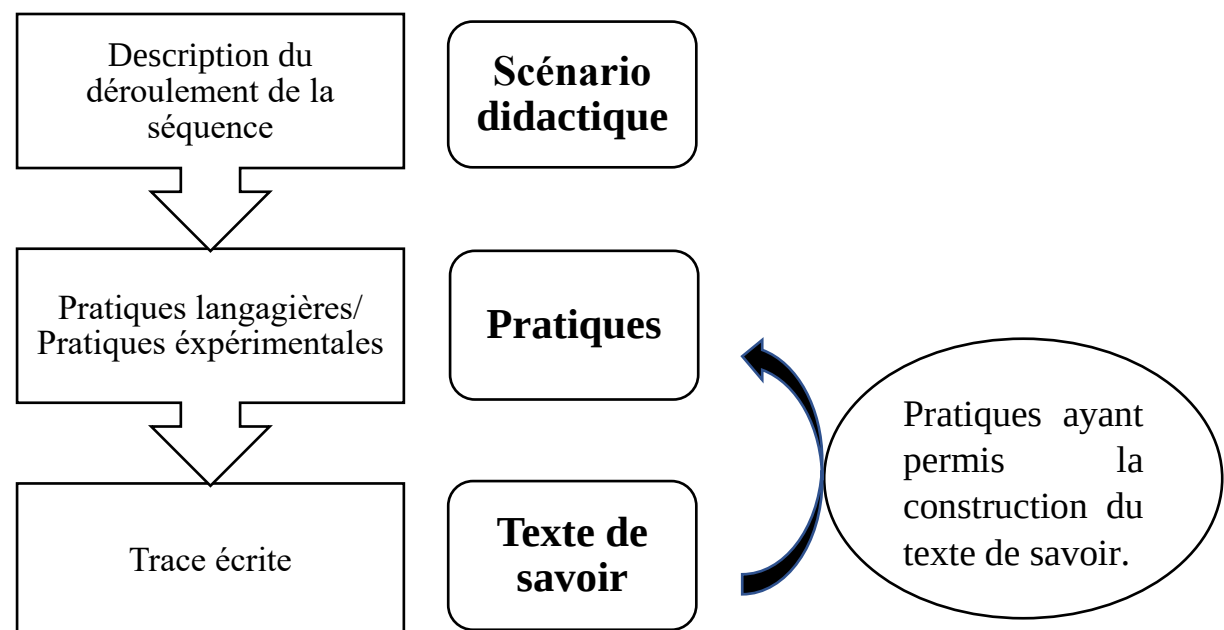


Figure 7. Méthodologie générale d'analyse des séquences ordinaires

Notre approche de recherche est qualitative et s'appuie sur sept études de cas dans des domaines scientifiques différents. De ce fait, les résultats obtenus ne seront pas généralisables mais les conclusions que nous allons tirer de notre étude nous permettront de déterminer la manière dont les enseignants conçoivent l'expérimental en classe ainsi que l'approche qu'ils tendent à privilégier dans la mise en place de la démarche d'investigation.

Suite à la précision de la méthodologie du recueil et d'analyse des données, il est temps maintenant de s'intéresser à l'analyse des pratiques des enseignants pour comprendre leur fonctionnement par rapport à la mise en œuvre et à l'exploitation des pratiques expérimentales en classe. Pour ce faire, nous rassemblons les situations ordinaires observées dans les deux corpus (2017/2018 et 2021 /2022) en lien avec les domaines scientifiques en jeu (sciences physiques, sciences de la vie et la terre, EDD). Nous rappelons que sept séquences différentes sont étudiées. Celles-ci sont numérotées de 1 à 7. Nous avons numéroté les enseignants qui ont conduit les sept séquences observées de A à E (tableau 19). Il est à signaler que la séquence portant sur la nutrition des plantes (recueil 2017/2018) et la séquence portant sur le rôle des vers de terre dans le compostage des déchets sont conduites par la même enseignante (C).

Sciences physiques	Biologie	Savoirs scientifiques et EDD
1. Electricité (corpus du 2017/2018) conduite par l'enseignant A. 2. Mélanges (corpus du 2021/2022) conduite par l'enseignante B.	3. Nutrition des plantes (1) (corpus du 2017/2018) conduite par l'enseignante C. 4. Nutrition des plantes (2) (corpus du 2022) conduite par l'enseignante D.	5. Rôle des vers de terre dans le compostage des déchets (corpus du 2017/2018) conduite par l'enseignante C. 6. Tri des déchets (1) (corpus du 2017/2018) par l'enseignant E. 7. Tri des déchets (2) (corpus du 2021/2022) par l'enseignante F.

Tableau 19. Présentation de l'ensemble des séquences observées selon les domaines scientifiques en jeu

En suivant la méthodologie d'analyse définie ci-dessus, nous consacrons la troisième partie de ce mémoire aux séquences portant sur des problèmes en sciences physiques, à savoir : l'électricité et les mélanges.

**Partie 3 : Etude des fonctions des
expérimentations dans des situations
ordinaires portant sur des problèmes
en sciences physiques**

Introduction

Selon la terminologie de l'éducation (B.O. n° 35 du 17 septembre 1992), une séquence d'enseignement est un « *ensemble continu ou discontinu de séances, articulées entre elles dans le temps et organisées autour d'une ou plusieurs activités en vue d'atteindre des objectifs fixés par les programmes d'enseignement* ». L'étude des séquences observées dans notre recherche vise la mise en avant de ce en quoi notre méthode d'analyse choisie peut nous aider à comprendre la manière dont les enseignants procèdent dans le travail des problèmes scientifiques dans des démarches mobilisant des pratiques expérimentales. Nous allons faire fonctionner notre cadre théorique de l'apprentissage par problématisation pour saisir l'approche selon laquelle les expérimentations sont exploitées dans la construction de savoirs scientifiques des élèves. Nous analysons dans cette partie la conduite de séquences d'enseignement où des activités d'investigation expérimentale sont proposées à des élèves de CM1 (9-10 ans) dans des thématiques en sciences physiques. Cette partie comporte deux chapitres. Dans le premier chapitre, nous étudions le problème d'allumage d'une ampoule avec une pile qui se rapporte à un recueil de données effectué en 2017/2018. Dans le deuxième, nous étudions des problèmes portant sur les mélanges solides / liquides qui se rapportent à un recueil de données réalisé en 2021/2022.

Chapitre 1. Etude d'une séquence ordinaire portant sur l'allumage d'une ampoule avec une pile

Notre première étude de cas se rapporte à une séquence ordinaire portant sur le problème d'allumage d'une ampoule avec une pile plate ou ronde. Elle s'est déroulée en classe de CM1 (élèves de 9-10 ans). Dans un premier temps, nous précisons le savoir à faire acquérir aux élèves à ce niveau d'enseignement et les difficultés associées à l'étude de ce problème à l'école élémentaire notamment celles liées à leurs conceptions préalables. Nous questionnons le concept de circuit électrique sous le regard d'une problématisation. Puis, nous décrivons le déroulement de la séquence de classe étudiée. Ensuite nous procédons à l'analyse des pratiques de l'enseignant liées notamment à l'exploitation des pratiques expérimentales dans la construction de savoirs scientifiques des élèves. Une discussion générale clôture ce chapitre, dans laquelle nous allons essayer de préciser les fonctions liées à l'interprétation des expériences ainsi que la logique qu'il tend à privilégier dans la résolution du problème d'allumage d'une ampoule avec une pile.

1. La notion de circuit électrique à l'école élémentaire

Dans le cadre scolaire, lorsque les élèves réalisent différents montages électriques pour voir si une ampoule s'allume ou non, « *La réalisation de ces petits travaux a toujours un aspect surprenant et ludique : « l'ampoule va-elle s'allumer ? » Au-delà de cet intérêt passager, beaucoup de ponts restent malgré tout incompréhensibles pour l'enfant* » (Giordan, 1999, p.33). Les élèves ne comprennent pas l'enjeu cognitif de cette activité manipulative, ils font « *pour faire* » sans avoir aucun questionnement derrière, ils manipulent au sens des « *activités pour l'activité* » (Ibidem, p.33). En termes de construction de savoirs scientifiques, il faut renoncer à agir sur des objets pour obtenir des résultats immédiats (allumage de l'ampoule), mais plutôt exploiter ces pratiques pour expliquer le fonctionnement du circuit électrique. L'activité scientifique scolaire peut jouer pleinement son rôle si la manipulation d'objets matériels pour réaliser « *manuellement* » l'allumage d'ampoule est mise en relation avec la dimension cognitive de cette activité.

L'enseignement de la notion du circuit électrique à l'école élémentaire commence habituellement par « *allumer une ampoule avec une pile* ». Puisqu'elle est trop ancrée dans le quotidien des élèves, « *Cette situation d'enseignement – apprentissage, devenue*

banale, « routinière », donne à penser qu'elle ne pose pas de véritable difficulté aux enseignants » (Fourneau et al., 2006, p.99). Or, cette situation n'est pas aussi simple que cela vu qu'il n'est pas toujours évident pour les élèves à de stade d'enseignement de s'approprier cette notion. Dans le cadre scolaire, lorsque « les manipulations faites en classe ont permis d'aborder la notion de circuit électrique, cette notion reste souvent associée à l'idée selon laquelle chaque borne de la pile envoie « quelque chose » dans l'ampoule dont la rencontre produit de la lumière » (M.E.N., fiches connaissance n°23, 2002, p.42). Dans les conceptions issues de la vie quotidienne, lorsqu'on voit une ampoule allumée, on observe un seul fil qui semble apporter de l'électricité à l'ampoule. En effet, les élèves pensent que pour réaliser l'allumage de l'ampoule avec une pile plate, il faut un seul contact entre une zone de la pile et une zone de l'ampoule. Cela correspond à ce qu'on appelle « le modèle unifilaire » (Fourneau et al., 2006, p.100), ce dernier est fréquemment présent dans les conceptions des élèves de l'école élémentaire.

A ce niveau d'enseignement, le savoir en jeu est principalement lié à la nécessité qu'un circuit soit fermé pour que le courant électrique y circule. Un simple circuit électrique peut être défini comme une boucle fermée à travers laquelle l'électricité peut passer. Ce qui est attendu des élèves dans cette situation est de s'approprier des explications aux conditions de l'allumage de l'ampoule avec une pile plate ou ronde. Selon une logique de problématisation, l'objectif d'apprentissage réside « dans la construction de la nécessité de deux contacts simultanés entre des zones précises de la lampe et de la pile » (Ibidem, p.99), c'est-à-dire effectuer à la fois les contacts des deux zones métalliques de l'ampoule (le plot et le culot) avec les deux zones métalliques de la pile (les deux lames), (figure 8). C'est à cette condition que les pratiques empiriques proposées aux élèves peuvent réellement contribuer à la construction de savoirs scientifiques.

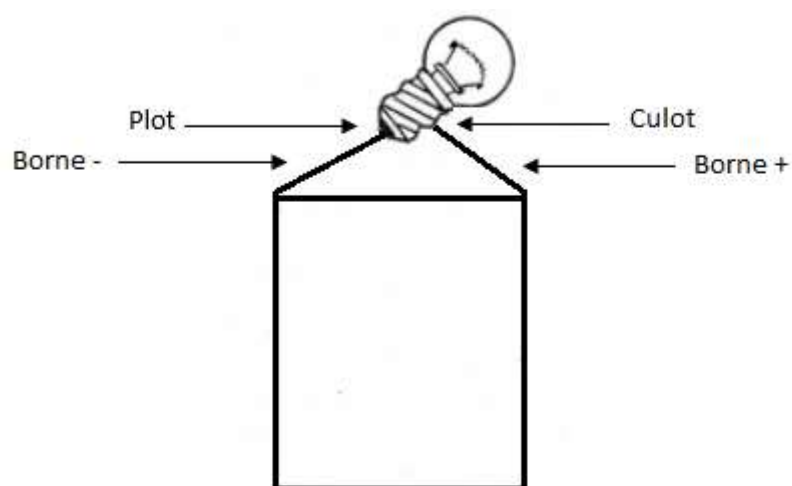


Figure 8 : Schéma d'un circuit électrique simple

2. Présentation de la séquence ordinaire de classe étudiée

La situation de classe que nous étudions est consacrée à l'étude du problème de « Comment allumer une ampoule avec une pile ? ». La séquence, constituée de deux séances, se déroule dans une classe de CM1 de vingt et un élèves (9 - 10 ans.). Les données ont été recueillies dans une école primaire à Lens (Région du Pas de Calais) durant l'année scolaire 2017-2018. Nous disposons des enregistrements audios de l'ensemble des séances et de leur transcription (annexe 4), du recueil des productions écrites des élèves (annexes 5 et 6) et de l'entretien mené avec l'enseignant en fin de séquence (annexe 7). Cette séquence a pour objectif d'étudier les conditions de l'allumage d'une ampoule avec une pile plate et une pile ronde et de découvrir la notion du circuit électrique. L'enseignant A⁴³ a une expérience d'une vingtaine d'années dans l'enseignement à ce niveau scolaire. Il affirme travailler cette thématique avec les élèves de CM1 pour la première fois. Par ailleurs, l'initiation à cette thématique est prise en compte dans les programmes de « *Questionner le monde* » du cycle 2 dans la partie consacrée à l'étude de « *Réaliser quelques objets et circuits électriques simples, en respectant des règles élémentaires de sécurité* » (BO, 2015, p.68).

Dans le tableau suivant, nous présentons d'une manière synthétique le déroulement de la séquence. Celle-ci est organisée en deux séances que nous exposons ci-dessous tout en mettant l'accent sur les expériences ou les manipulations mises en œuvre.

⁴³ Nous rappelons que nous avons numéroté les enseignants qui ont conduit les sept séquences observées de A à E.

Problème étudié : Comment allumer une ampoule avec une pile ?	
Séance 1 (16/11/2017)	Séance 2 (30/11/2017)
- Découverte du matériel (pile et ampoule) par les élèves (par binômes). - Manipulations d'allumage de l'ampoule avec une pile plate (par binômes). En réalisant les manipulations par binômes, les élèves tentent d'allumer l'ampoule avec la pile en essayant plusieurs positions de contact entre les deux lames de la pile avec différentes zones de l'ampoule. - Schématisations des montages électriques (individuellement par les élèves). - Observation et interprétation des résultats des manipulations (en collectif).	- Manipulations d'allumage de l'ampoule avec une pile ronde réalisées par les élèves (par les mêmes binômes). - Schématisations des montages électriques (individuellement par les élèves). - Observation et interprétation des résultats des manipulations (en collectif). - Construction du texte de savoir final (collectivement par la classe).
Corpus : - Enregistrement des séances et transcriptions (annexe 4). - Entretien avec l'enseignant (07/12/2017, 20 minutes), (annexe 7). - Photos du tableau. - Productions des élèves (schématisations des montages électriques).	

Tableau 20. Tableau synoptique du déroulement de la séquence 1⁴⁴

Après avoir présenté la séquence de classe étudiée, nous passons à la description des moments principaux suivis dans le travail de ce problème.

3. Description du déroulement de la séquence étudiée

La séquence est organisée en deux séances que nous décrivons ci-dessous en mettant l'accent sur les pratiques manipulatoires mises en œuvre.

Séance 1 :

- Observation du matériel expérimental (pile et ampoule)

L'enseignant a introduit la séance par une petite présentation du thème de l'électricité. Puis, par binômes choisis selon leur emplacement habituel dans la classe, il a distribué

⁴⁴ Nous rappelons que sept séquences différentes sont étudiées. Celles-ci sont numérotées de 1 à 7.

des piles plates et des ampoules aux élèves (une pile plate et une ampoule par table). Ensuite, il leur a demandé de bien observer l'ampoule et de la schématiser «5. P. [...] vous l'observez puis essayez de la représenter sur votre cahier [...] ». L'enseignant donne quelques minutes aux élèves pour répondre par binôme à la consigne. Un élève est désigné pour passer au tableau et représenter son schéma. Simultanément, l'enseignant intervient pour donner les noms scientifiques des composantes de l'ampoule. Il est à noter que deux éléments de l'ampoule (le vernis et la globe) sont dits oralement par l'enseignant sans être mis sur le schéma réalisé au tableau (figure 9).

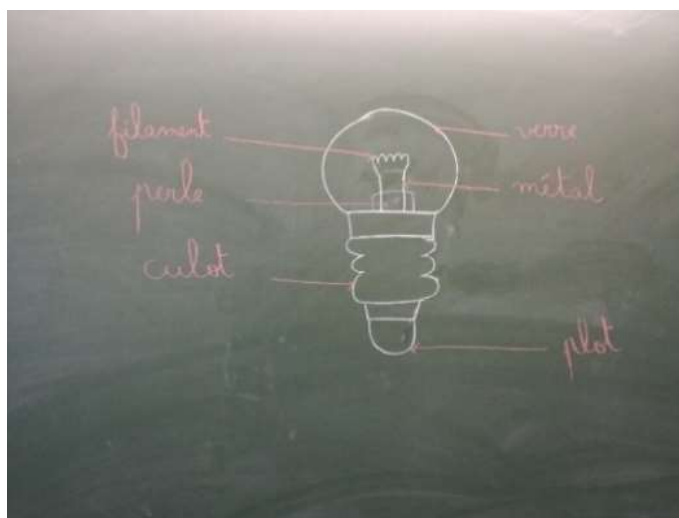


Figure 9. Schéma de l'ampoule réalisé par un élève

La même procédure a été suivie dans l'observation de la pile plate «75. P. Voilà les piles alors même chose vous observez la pile vous me la schématisez [...] ». Après avoir fini, un autre élève est désigné par l'enseignant pour faire le schéma de la pile au tableau (figure 10).

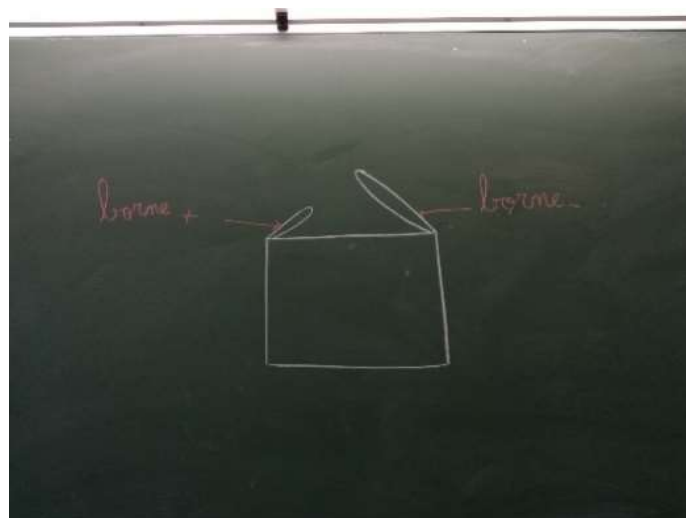


Figure 10. Schéma de la pile réalisé par un élève

- Manipulations d'allumage d'une ampoule avec une pile plate

En binômes, les élèves tentent d'allumer l'ampoule en testant différentes positions sans expliciter oralement leurs prévisions (quel élément de l'ampoule doit toucher les deux pôles de la pile). Ils mettent en contact l'ampoule et la pile dans différentes zones pour voir si « ça fonctionne ». Dans un premier temps, les interventions de l'enseignant visent principalement à voir si cela s'allume ou non. Notre observation de l'ensemble de la classe montre que l'enseignant et les élèves mettent en priorité la réussite de l'allumage de l'ampoule (est-ce que « ça s'allume » ou « ne s'allume pas »). Ce type de pratiques a un caractère d'exécution manuelle, il s'agit d'une suite de consignes qui se suivent sans avoir forcément recours à des idées préétablies (Cariou, 2007), que nous pouvons désigner par « manipulations ». Voici quelques photos des manipulations réalisées par les élèves (figure 11).



Figure 11. Manipulations réalisées par trois binômes d'élèves (allumer une ampoule avec une pile plate)

- Schématisations des montages pile / ampoule par les élèves

Sans intervention de la part de l'enseignant, les élèves ont schématisé individuellement leurs montages (annexe 5). Les schématisations sont utilisées en électricité pour éliminer les variations individuelles qu'on peut trouver dans les dessins des élèves et codifier - par des symboles unifiés - les représentations des composants utilisés dans les montages électriques. Elles représentent une image mentale matérialisée qui aide les élèves à centrer leur attention vers l'essentiel. La figure 12 présente quelques exemples des schémas réalisés par les élèves :

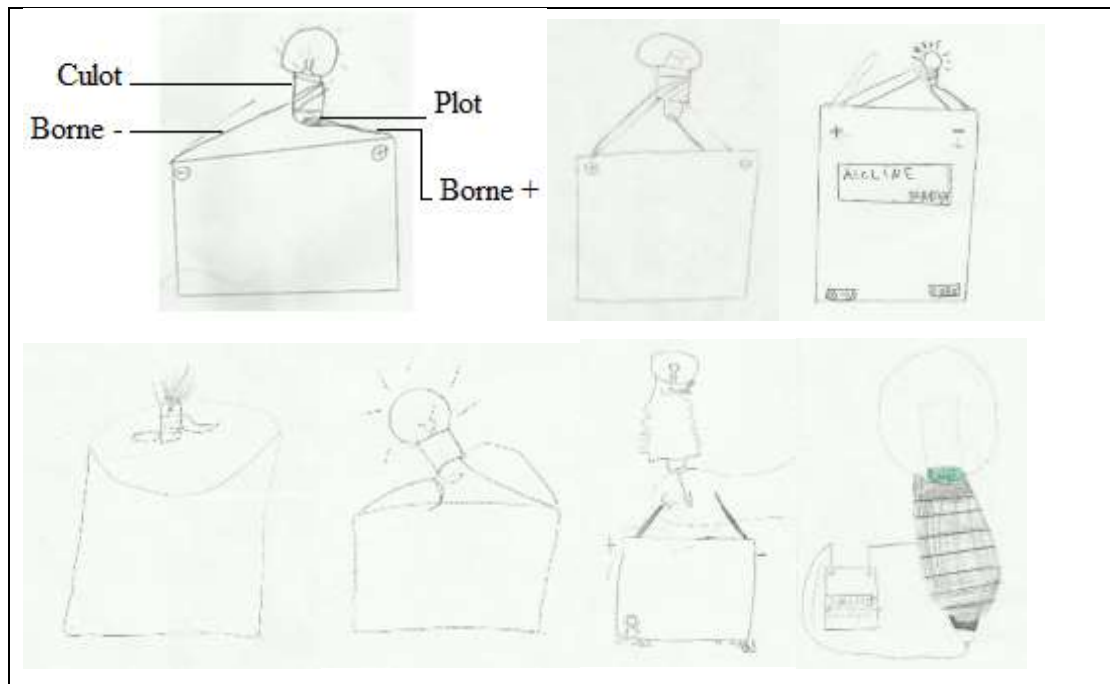
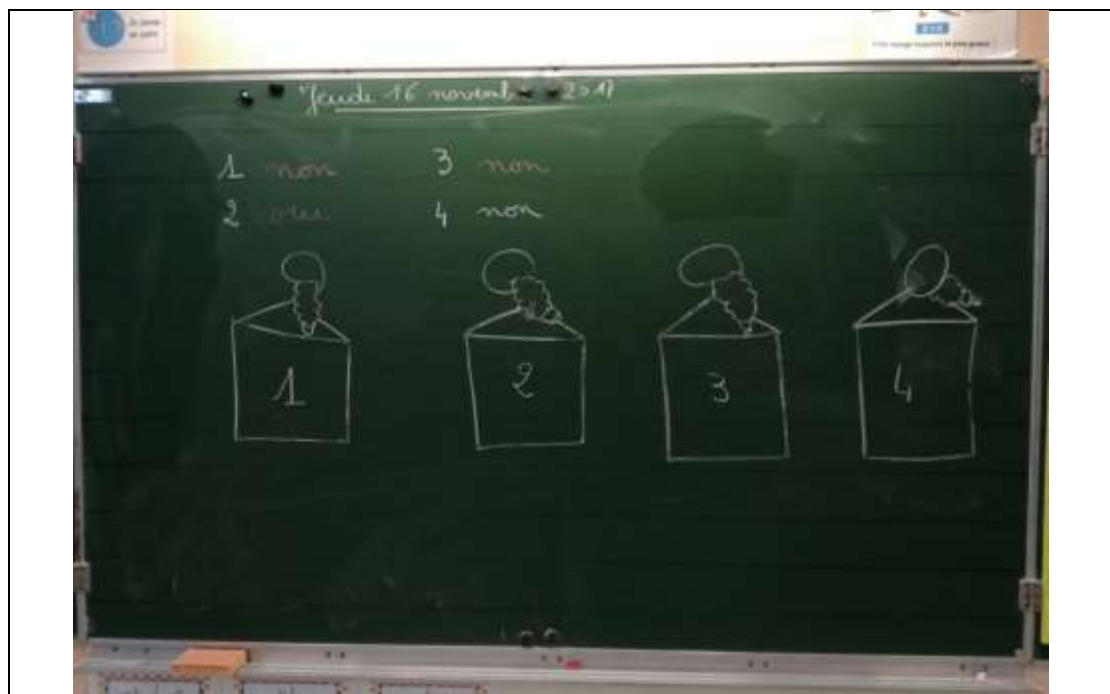


Figure 12. Exemples des schémas individuels des élèves concernant l'allumage de l'ampoule avec une pile plate (annexe 5)

L'enseignant a repris les quatre modèles de schémas fréquemment reproduits par les élèves et les a dessinés au tableau (figure 13).



Modèle 1 : 5 élèves

Modèle 2 : 6 élèves

Modèle 3 : 6 élèves

Modèle 4 : 3 élèves

Figure 13. Les quatre modèles des schémas des élèves (allumer une ampoule avec une pile plate)

Ensuite, il a invité les élèves à refaire le montage correspondant à chaque schéma pour voir si l'ampoule s'allume ou pas et il les a interrogés : «166. P. [...] pour allumer une ampoule qu'est-ce qu'il faut toucher ? ». Après une longue discussion, la classe est arrivée à conclure que pour allumer une ampoule il faut toucher le plot et le culot de l'ampoule avec le plus et le moins de la pile.

Séance 2 :

- Manipulations d'allumage d'une ampoule avec une pile ronde

Cette séance est conçue comme une manière de réinvestir le savoir construit dans la première séance. L'enseignant a distribué aux élèves une pile ronde avec une ampoule et a donné la consigne suivante : « 60. P. [...] à vous d'essayer d'allumer l'ampoule avec la pile [...] ». L'objectif est de réfléchir sur une manière d'allumer une ampoule loin de la pile. Les symboles + et – apparaissent suffisants pour la classe pour définir les deux zones métalliques sur la pile ronde étant donné que les élèves se sont déjà familiarisés dans la première séance avec le matériel utilisé. Voici quelques photos des manipulations réalisées par les élèves pour essayer d'allumer l'ampoule avec la pile ronde (figure 14).

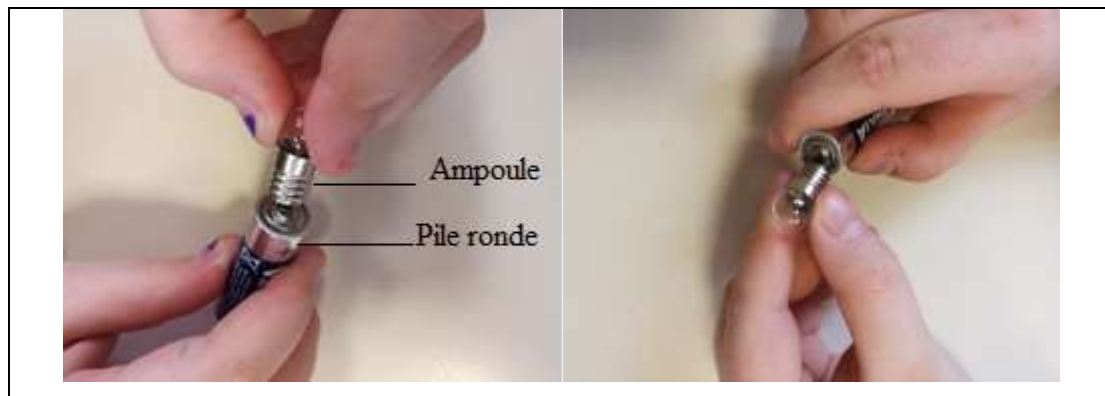


Figure 14. Manipulations des élèves (ampoule et pile ronde)

Après plusieurs tentatives, les élèves se rendent compte de l'impossibilité d'allumage de l'ampoule du fait qu'ils ne parviennent pas à toucher le plus et le moins de la pile ronde en même temps. Voici un extrait des échanges :

74	Prof	Alors oui on a oublié le plus et le moins et là alors qu'est-ce que vous n'arrivez pas après avec votre pile ronde, ma question c'est qu'est-ce que vous n'arrivez pas à faire ? c'est pas qu'est-ce qu'il faut faire ?
75	Safiya	A l'allumer.
76	Prof	On arrive pas à l'allumer, alors pourquoi d'après vous on arrive pas à l'allumer ?
77	Cyriaque	Le plus et le moins sont éloignés.
78	Prof	Alors parle assez fort parce que ta réflexion est intéressante mais le problème comme tu parles assez bas.
79	Luciana	Parce que ben le plus et le moins ils sont éloignés l'un de l'autre.
80	Prof	Le plus et le moins sont éloignés l'un de l'autre bon ici aussi ils sont éloignés l'un de l'autre mais....
81	Ayman	Mais sur la pile sur la pile ronde c'est deux côtés différents.

Ensuite et par binômes, les élèves reviennent sur leurs manipulations et construisent un circuit électrique grâce à des fils électriques et réalisent des schémas de leurs montages (annexe 6). Voici quelques photos de manipulations et quelques exemples de schémas réalisés par les élèves (figure 15).

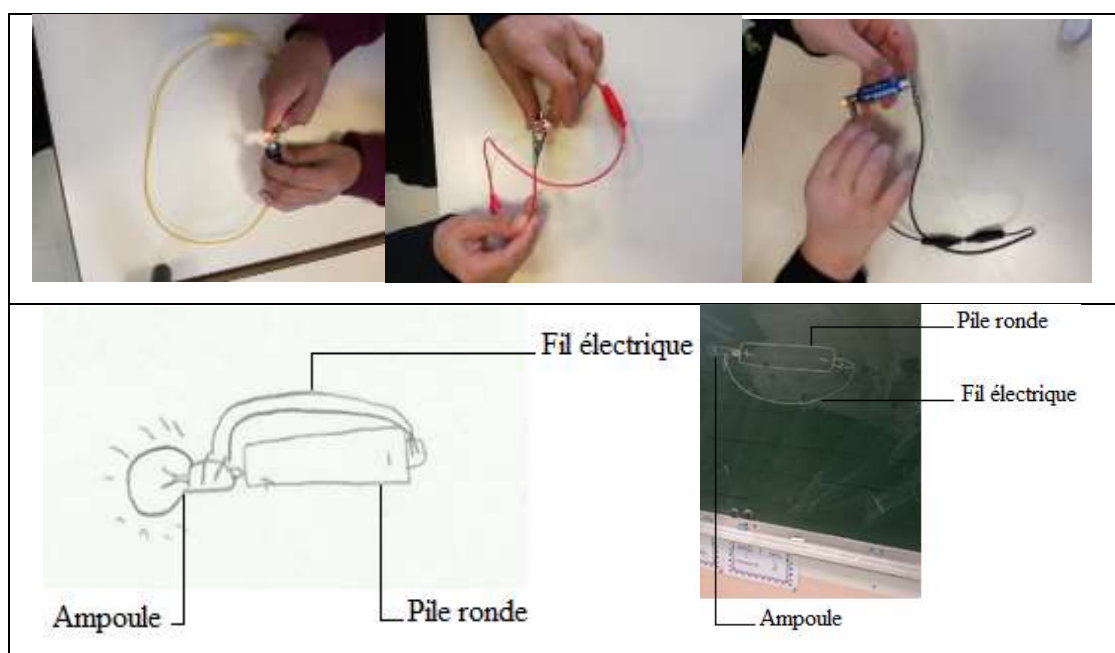


Figure 15. Photos et schémas des manipulations d'allumage d'une ampoule avec une pile ronde réalisés par les élèves

Sans beaucoup laisser la parole aux élèves, l'enseignant prend en charge l'explication du fonctionnement du circuit électrique (pourquoi l'ampoule s'allume ou pas), schématise le montage d'allumage d'une ampoule avec une pile plate pour tracer le passage du circuit électrique (en rouge), (figure 16).

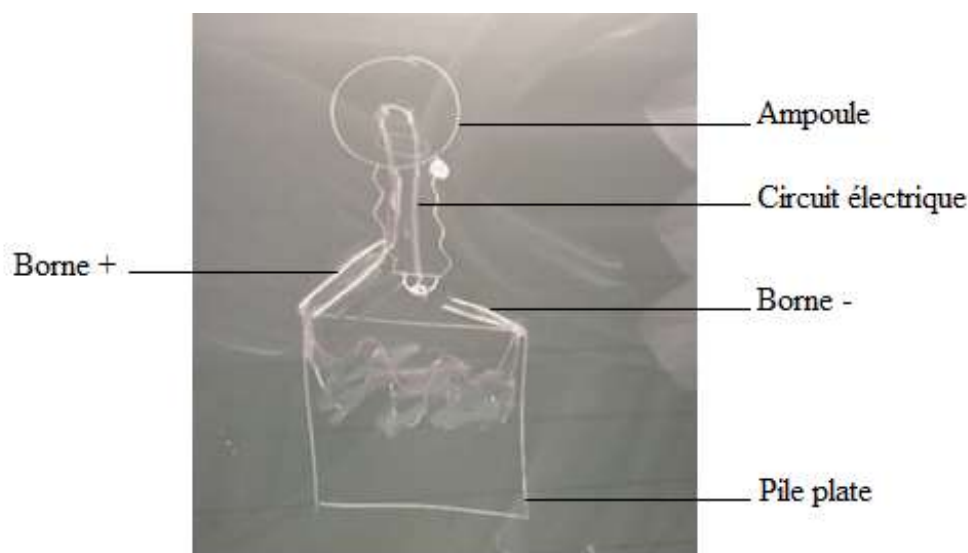


Figure 16. Le schéma du circuit électrique effectué par l'enseignant

- Construction de la trace écrite mémorisable

La séance est clôturée par l'élaboration de la trace écrite (figure 17). L'enseignant a fait de ces moments de structuration de connaissances un prétexte à l'apprentissage du français « *P.76. Avec ce vocabulaire c'est à eux de me donner des phrases avec les mots qu'ils ont rappelé et en fur et à mesure, et moi je mets les phrases que eux me donnent de manière à travailler le français travailler l'expression orale travailler l'expression écrite etc.* ». Il fait le choix du partage collectif lors d'une discussion guidée et orientée au sein de la classe. Les élèves produisent eux-mêmes des phrases reformulées légèrement par l'enseignant et recopiées au tableau :

	L'électricité 1) Allumer une ampoule avec une pile L'ampoule est composée d'un globe, d'un filament d'une perle, d'un culot, de vernis, d'un plot. La pile est "composée" (comporte) un + et un -. Pour allumer l'ampoule, il faut créer un circuit.

Figure 17. Le texte du savoir (allumer une ampoule avec une pile)

4. Analyse de la séquence étudiée

Après avoir fait une description détaillée du déroulement de la séquence, nous suivons la méthode d'analyse que nous avons définie dans la partie précédente (partie 2, section 4) pour caractériser les expériences et/ou manipulations mises en place. Pour rappel, nous analysons les différentes phases du travail de problème en mettant l'accent sur la manière dont sont conçues et exploitées les expériences par l'enseignant dans la démarche adoptée. Les pratiques proposées aux élèves (manipulations, schématisations, exploitation des résultats, mise en commun) sont associées à des productions langagières orales (discussions, échanges). Pour mieux étudier ce qui se joue dans la séquence, nous reprenons en détail la transcription d'échanges choisis et un certain nombre d'interventions et d'interactions enseignant / élèves. Nous cherchons à voir si les moments d'interprétation des résultats des expériences contribuent éventuellement à l'apparition de moments d'argumentations mobilisées par les élèves ou à des ouvertures vers un travail de problématisation. Puis, nous analysons le texte de savoir final, nous essayons de le caractériser et de voir en quoi les expériences participent à son élaboration. Nous remontons ensuite vers les pratiques de la classe ayant conduit à sa construction. Notre but est de voir de quelle manière le texte de savoir se rattache au déroulement de la séquence notamment dans sa composante expérimentale. Finalement nous analysons l'entretien mené avec l'enseignant pour tenter d'expliquer ses choix liés à la mise en place et à l'exploitation des expériences dans la construction de savoirs scientifiques.

4.1. La mise en place des expériences de familiarisation pratique

Confronter les élèves en début de séquence au matériel semble utile pour familiariser les élèves avec les composantes de la pile et de l'ampoule, et qui seront exploitées ultérieurement dans la dénomination des zones métalliques mises en contact dans les montages électriques. En nous référant à la typologie de Coquidé (1998, 2000a, 2003), ces manipulations appartiennent au mode de familiarisation pratique. Elles représentent des moments de rencontre de l'élève avec un nouveau matériel, il le découvre, l'utilise et le teste à travers une suite d'actions (Coquidé, 1998). L'enseignant en entretien dit l'utilité de cette phase « 50. P. [...] *c'est une observation mais en situation réelle quoi, je vais pas leur donner un schéma puis leur dire voilà comment c'est une ampoule [...]* ».

4.2. Focalisation sur la dimension matérielle de l'activité manipulative

Dans un premier temps, les interventions de l'enseignant portent sur la dimension pratique de l'activité manipulative « ça s'allume » ou « ne s'allume pas ». La plupart des élèves sont arrivés à faire les montages et à allumer les ampoules en se focalisant sur la manière de l'obtenir sans chercher forcément à comprendre les conditions permettant cet allumage. Ces manipulations ont eu le caractère des essais pratiques qui ont pour objectif la réussite de l'allumage de l'ampoule.

Par ailleurs, l'analyse des schématisations (annexe 5) nous montrent que la majorité des élèves (14 élèves) ont mis en contact le plus et le moins de la pile avec différentes zones de l'ampoule. Uniquement six élèves (Aymane, Ilyes, Kyllian, Safiya, Tiphaine et Mélyna) ont réussi à allumer l'ampoule et ont bien mis les zones métalliques de l'ampoule (le plot et le culot) sur les zones métalliques de la pile (le plus et le moins). Cela nous confirme que les élèves sont plus sur la réussite de l'allumage de l'ampoule sans s'intéresser aux éléments à mettre exactement en contact pour réussir cet allumage.

4.3. Construction de la nécessité de construction du circuit électrique

La discussion autour des quatre modèles des schémas réalisés par les élèves (figure 13) a pour objectif de construire la nécessité de créer un circuit électrique pour que l'ampoule « s'allume ». Les interventions de l'enseignant permettent de recadrer les élèves et d'orienter leur activité d'une dimension matérielle à une dimension plus scientifique. En effet, son questionnement porte plus sur une explication que sur une description « pourquoi ça s'allume ou pas ». La conclusion à laquelle l'enseignant veut conduire la classe correspond à la nécessité de construire une boucle fermée pour que la lampe brille et le courant circule (figure 16). En définitive, il prend en charge l'explication du fonctionnement du circuit électrique et oriente la classe vers la solution et la raison qui sous-tend cette solution (les conditions permettant l'allumage de l'ampoule). Nous notons d'ailleurs combien le temps d'explication et de développement des idées des élèves est limité. Voici un extrait des échanges :

166	Prof	Non d'accord, donc pour allumer une ampoule qu'est-ce qu'il faut toucher ? attends hop parce qu'il y a dans le côté je te comprends pas.
167	Safiya	Les deux languettes la petite languette la grande languette doit toucher le plot et l'autre il doit toucher le truc.
168	Cyriaque	Culot.
169	Melyna	Le culot.

170	Prof	Le culot d'accord, pour allumer une ampoule et c'est la même chose. Il faut toujours qu'il y ait deux choses de toucher d'accord, c'est le plot et le culot, et quand le plot et le culot sont touchés, qu'est-ce qu'est se passe ? le courant je vais faire une flèche qui peut être n'est pas la bonne mais ça on verra par la suite comment ça se passe d'accord, le courant passe dedans, il fait chauffer le petit filament d'accord. Comme vous voyez toute à l'heure et il ressort par le plot d'accord et y retourne dans la pile et ça repasse et ça revient et ça repasse et ça revient ça fait un ?
171	Ilyes	Un circuit.
172	Prof	Oui très bien ça fait un circuit c'est pour ça qu'on appelle ça des circuits électriques d'accord. Ça fait une boucle, une boucle se fasse et c'est pour ça quand vous allez toucher à d'autres endroits la boucle ne se faisait pas et comme la boucle ne se faisait pas ça s'allumait pas, il faut que ça fasse une boucle d'accord [...]. ⁴⁵

Durant la discussion ouverte au sein de la classe pour expliquer les conditions d'allumage d'une ampoule, nous nous intéressons aux interventions de l'enseignant de façon à voir s'il engage les élèves dans la production des explications. Le cadre théorique de la problématisation ne lui est pas familier, mais nous avons repéré des moments où il ouvre des pistes qui peuvent être exploitées dans la construction d'un savoir raisonné. Nous illustrons cela par les interactions suivantes :

178	Prof	Donc pour que ça s'allume il faut qu'il fasse un circuit que ça fasse une boucle d'accord, peu importe le plus et le moins avec l'ampoule le courant passe et la boucle ça s'allume d'accord.
179	Safiya	Il y a deux fils en fait.
180	Prof	Voilà exactement, qu'est-ce que s'allume exactement ? c'est le filament pour ça je vous dis ne claquez pas parce si le filament il se casse qu'est-ce que va se passer ?
181	Mathéo	Et ben si le petit filament se casse, le courant fera pas une boucle et le filament s'éclaire pas.
182	Prof	Voilà très bien vas-y, bien plus haut.
183	Ilyes	L'électricité pourra plus passer.
184	Prof	Et si ça se passe plus ?
185	Melyna	L'ampoule ne s'allume pas.
186	Prof	Exactement d'accord, voilà pourquoi je vous dis ne pas les claquez. Il a exactement expliqué le fonctionnement si vous le claquez le fil ici va se casser, si le fil se casse le courant pourra plus faire une boucle et comme c'est le petit filament qui chauffe et qui s'illumine en s'échauffant vous le cassez d'accord. Donc en effet vous avez raison le petit filament il s'éclaire il chauffe, c'est pourquoi il y en a qui me disent que ça chauffe.

⁴⁵ En respectant le plus fidèlement possible la signification globale du discours de l'enseignant, pour certains tours de parole marquées par une longueur importante, nous avons fait le choix de mettre une partie du discours qui représente l'idée principale de la réplique (qui renvoie à ce que l'enseignant veut exprimer dans cette réplique) et de mettre le reste de l'intervention entre crochets [...].

Nous avons constaté lors de ces échanges l'intention de l'enseignant d'inciter les élèves à produire des idées en vue de les développer pour expliquer ce qui se passe à l'intérieur de l'ampoule. Nous avons remarqué qu'un élève (Mathéo) a expliqué le fonctionnement du circuit électrique «181. Mathéo. Et ben si le petit filament se casse, le courant fera pas une boucle et le filament s'éclaire pas ». Cette intervention de Mathéo est courte et peu construite, mais elle ouvre un cheminement vers l'explication de ce processus scientifique. A travers son intervention, il a réussi à questionner la condition d'allumage de l'ampoule et à construire la nécessité de créer un circuit électrique fermé pour faire passer le courant électrique. Ces courts moments d'échanges visent à faire comprendre aux élèves le « comment ça marche » du fonctionnement du circuit électrique et aussi le « comment ça ne peut pas marcher ». Ils peuvent être considérés comme des moments propices à la problématisation.

4.4. Construction des conditions d'allumage de l'ampoule

Suite aux manipulations d'allumage de l'ampoule avec une pile ronde, les questions de l'enseignant visent à expliquer pourquoi les élèves ne réussissent pas à allumer l'ampoule. Le fait de ne pas mettre à la disposition des élèves des fils électriques dès le début vise à illustrer la nécessité de créer un circuit électrique pour l'allumage de l'ampoule. Nous pouvons dire que ces manipulations ont pour but de nourrir un questionnement et de diriger les élèves vers une dimension scientifique plus que matérielle (réussir le contact entre le plot et le culot de l'ampoule avec les deux bornes de la pile). Les interventions ci-dessous illustrent les propos que nous venons d'avancer.

94	Prof	Et alors qu'est-ce que vous n'arrivez pas à faire ? c'est pas parce que il y a ceci ou il y a cela, qu'est-ce que vous n'arrivez pas à faire ?
95	Lohena	Ah c'est dans la pile plate on touche le plus et le moins et dans la pile ronde on peut pas toucher le plus et le moins.
96	Prof	Donc avec la pile plate vous n'arrivez pas à ?
97	Lohena	L'allumer.
98	Prof	Non.
99	Kylian	Monsieur le plot et le culot.
100	Prof	N'hésitez pas faites plus, les très compliqués vous n'arrivez pas à ?
101	Cyriaque	A toucher le plus et le moins en même temps.
102	Prof	Le plus et le moins en même temps d'accord, avec la pile plate le problème qui se pose c'est que vous n'arrivez pas à toucher le plus et le moins en même temps, donc l'ampoule ne s'allume pas. Vous allez casser les ampoules et qu'on il n'y' aura plus il n'y' aura plus. Vous regarderez, donc le problème avec notre pile plate c'est

		vous n'arrivez pas à, le problème je n'arrive pas à toucher le plus et le moins avec le plot et le culot donc j'arrive pas à refaire mon ?
103	Mathéo	Circuit.
104	Prof	Mon circuit donc je sais pas qu'est-ce qu'on pourrait faire pour essayer de l'allumer ? de créer un circuit ?
105	Léa	Un circuit électrique.
106	Aymane	On aura besoin des câbles.
107	Cyriaque	Des fils électriques.
108	Prof	Des fils électriques, qu'est-ce tu entends par fil électrique ?
109	Mathis	Des fils où il y a de l'électricité.
110	Aymane	Des fils où l'électricité qui est dans la pile peut passer.
111	Prof	Ah des fils où l'électricité qui est dans la pile peut passer, oui il bien expliqué. Retenez bien parce que sa remarque elle est très intéressante. Moi ce que je vais faire là je vous distribue des fils dans lesquels l'électricité peut passer.

5. Analyse de la trace écrite

Nous analysons le texte de savoir (figure 17) et discutons ce que la classe tire des manipulations et/ou expériences dans ce texte. Est-ce qu'on prend seulement les résultats ? Qu'est ce qui reste de la manipulation et/ou expérience dans la trace écrite ? D'une manière générale, le texte de savoir élaboré par la classe et dirigé par l'enseignant correspond à ses attentes. Il comprend une partie extrêmement descriptive de la pile et l'ampoule et de leurs composantes « *L'ampoule est composée d'un globe, d'un filament d'une perle, d'un culot, de vernis, d'un plot. La pile est "composée" (comporte) un + et un -* ». Puis, ce texte apporte une brève solution au questionnement de départ, en effet, la phrase « *Pour allumer, l'ampoule, il faut créer un circuit* » reprend la conclusion de l'interprétation des résultats des manipulations menées.

Les moments d'explications développées en classe ne sont pas récupérés dans la trace écrite. Celle-ci est moins explicitée en matière de construction des conditions de l'allumage de l'ampoule et du fonctionnement du circuit électrique. Du point de vue de la problématisation, cadre théorique dans lequel s'inscrit notre recherche, ce texte de savoir ne fait que présenter la solution retenue au problème, il tire plus vers la construction d'un savoir assertorique. Par manque du temps, la classe n'a pas fini d'élaborer la trace écrite, apparemment il manquait la phrase « *Il faut mettre le culot le plot sur le plus et le moins* » que nous avons récupérée des échanges. Ce que montre l'extrait suivant :

250	Prof	Alors ça on l'a déjà dit l'ampoule et la pile pour allumer l'ampoule, qu'est-ce qu'il faut faire ?
251	Safiya	Il faut créer un circuit.
252	Prof	On va le mettre comme elle on crée un circuit, alors on aura pas le temps pour la noter parce que c'est l'heure de la cantine. Qu'est-ce qu'il faut faire pour créer ce circuit ?
253	La classe	Déjà ?
254	Safiya	Il faut mettre le culot le plot sur le plus et le moins.
255	Prof	Voilà.
256	Safiya	Il faut toucher...
257	Prof	Il faut toucher le ?
258	Safiya	Le plot et le culot.
259	Prof	Vous avancez très vite parce que on est déjà en retard.

Après avoir analysé la trace écrite, nous passons maintenant à étudier l'entretien mené avec l'enseignant en fin de séquence.

6. Etude de l'entretien semi-directif réalisé avec l'enseignant A

Afin de mieux comprendre les conceptions de l'enseignant sur la démarche conduite et les connaissances sous-jacentes de sa pratique, nous avons réalisé un entretien avec lui, auquel il s'est livré pour exprimer et commenter les activités mises en place lors de l'étude de ce problème. L'entretien semi-directif est réalisé le 7 décembre 2017, soit une semaine après la fin de la séquence, il a duré environ vingt minutes et est enregistré en audio et transcrit (annexe 7).

A partir du discours de l'enseignant sur ses pratiques, nous essayons d'identifier ce qui organise ses choix en classe. Nous croisons la pratique déclarée de l'enseignant avec les résultats d'analyse de sa pratiques effective en classe. Notre but est de voir à quel point il y a une concordance entre ses conceptions par rapport à la mise en œuvre de la démarche d'investigation et les pratiques mises en place dans l'étude de ce problème. Cela nous permettra de comprendre son fonctionnement dans la classe et la fonction qu'elle attribue à la manipulation et/ou l'expérience dans la résolution du problème en jeu.

6.1. Conception de l'enseignant A de la démarche d'investigation

L'enseignant a déclaré mettre en place la démarche d'investigation, il prévoit une succession des phases que nous avons repérées à partir de son discours en entretien (tableau 21). Même si ces étapes sont présentées par l'enseignant d'une manière linéaire, l'analyse de sa pratique de classe nous montre que des allers-retours

permanents sont privilégiés entre les résultats des montages électriques et le problème de départ tout au long de la séquence.

Phases	Extraits d'entretien
Situation de départ avec un problème	« 12.P. On commence par les on propose une situation de départ aux élèves avec un problème ».
Hypothèses	« 14.P. [...] après les élèves émettent une hypothèse ».
Expérience et mise à l'épreuve des hypothèses	« 16.P. Delà ils pratiquent de manière pratique, c'est la mise en place des expériences et delà ils valident ou invalident leurs hypothèses et après ils arrivent à un résultat ».
Trace écrite mémorisable	« 78. P. On fait la trace écrite ensemble, c'est même eux qui font la trace écrite finalement ».

Tableau 21. Conception de l'enseignant A de la démarche d'investigation

6.2. Valorisation des activités manipulatoires

L'enseignant adopte une approche empiriste de la démarche, il donne de l'importance aux pratiques manipulatoires mises en œuvre « 84. P. [...] si là on est parti uniquement sans manipuler on s'est rendu compte que pour eux c'était trop difficile de se rendre compte si ça fonctionne, donc d'où l'utilité de la manipulation ». Selon lui, la manipulation est une suite d'actions menées par l'élève qui lui permet de voir si l'ampoule s'allume ou pas « 22. P. Voilà c'était l'élève qui manipule c'est pas le maître qui manipule c'est l'élève qui manipule pour voir si son hypothèse fonctionne. [...] ». Vu la spécificité disciplinaire de cette thématique (l'électricité), ce type de pratiques porte sur des tâtonnements pour réussir à réaliser un fait (allumage de l'ampoule) sans avoir forcément recours à des idées préalables. C'est ce sens que donne l'enseignant aux hypothèses « 58. P. Non là c'était découvrir l'hypothèse, ben là ils émettent pas d'hypothèses, ils cherchaient comment l'allumer quoi, [...] ». D'après nos observations et nos analyses de classe, le travail du problème d'allumage d'une ampoule avec une pile s'est basé sur la mobilisation des manipulations tout au long de la séquence. L'exploitation des pratiques manipulatoires n'est pas réduite dans la réussite de cet allumage. Elles prennent une dimension « expérience » au moment où les élèves réalisent les montages correspondant aux modèles des schémas repérées dans la classe pour voir si l'ampoule s'allume ou pas (figure 13), et qui sont investies dans la construction de la notion du circuit électrique.

6.3. Importance des échanges lors de l'interprétation des résultats des montages électriques

Nous avons repéré dans le discours de l'enseignant l'intérêt qu'il donne à la discussion et aux échanges notamment dans la phase qui suit les pratiques manipulatoires « 46. P.

[...] on fait passer l'élève au tableau pour montrer son montage, on compare et on essaye de voir pourquoi ça. On met toutes les propositions et on essaye de voir bien pourquoi, qu'est ce qui est différent pour l'un, qu'est ce qui est différent pour l'autre. Donc là il y a toute la partie échange justement qui est intéressante [...] ». A partir de nos observations et nos analyses de la séquence, nous avons constaté que l'enseignant donne peu d'espace aux élèves pendant les échanges notamment dans l'interprétation des résultats des montages électriques. Quoique des moments de guidage et de canalisation des élèves par l'enseignant sont dominants, les courts moments d'échanges ont permis à la classe finalement de construire les conditions de l'allumage de l'ampoule avec la pile.

6.4. Le lien manipulation / problème

L'enseignant donne de l'importance au lien manipulation/problème et au travail de la dimension scientifique de l'expérience « 44. P. [...] *C'est important de toujours les rappeler, bien est-ce que finalement ils ont bien compris la consigne, est-ce qu'ils ont bien compris l'objectif, est-ce que justement on sait pas pour eux faire une expérience pour faire une expérience voilà est-ce que leur expérience leur permet d'atteindre l'objectif fixé* ». En classe, nous avons repéré le passage des élèves de la dimension matérielle à la dimension scientifique des manipulations au moment où celles-ci sont exploitées dans la construction de la nécessité de créer un circuit électrique pour que l'ampoule « s'allume ». Les manipulations mises en place sont mises en relation avec la problématique de départ et ont permis d'atteindre l'objectif attendu par l'enseignant.

Conclusion

Pour récapituler, nous avons pu repérer trois phases de manipulations mises en place durant la séquence (les manipulations de familiarisation pratique avec le matériel, les manipulations d'allumage de l'ampoule avec la pile plate, les manipulations d'allumage de l'ampoule avec la pile ronde). En termes de fonctions des expériences dans la construction de savoirs scientifiques, nous pouvons dire que les manipulations de familiarisation pratique (Coquidé, 1998) proposées aux élèves en début de séquence visent à découvrir le matériel expérimental à utiliser, elles constituent un élément déclencheur pour initier la classe au problème en jeu. Les manipulations mises en place pour allumer l'ampoule avec la pile plate et ronde sont exploitées dans la construction des conditions d'allumage de l'ampoule (toucher simultanément les zones métalliques de la pile (le plus et le moins) avec les zones métalliques de l'ampoule (le plot et le

culot)) et dans la construction de la nécessité de créer un circuit électrique pour que le courant circule. Durant la séquence, l'enseignant dit attribuer un rôle important à la discussion et aux interactions langagières dans l'interprétation des résultats des montages électriques. Les échanges des élèves portant sur le fonctionnement du circuit électrique «180. P. [...]si le filament il se casse qu'est-ce que va se passer ?» s'arrêtent à partir du moment où l'un des élèves (Mathéo) a dit « 181. Mathéo. Et ben si le petit filament se casse, le courant fera pas une boucle et le filament s'éclaire pas ». Ces moments sont moins exploités par l'enseignant qui privilégie d'aller vers la solution attendue. A partir de ce qui est précisé dans l'analyse ci-dessus, nous pouvons dire que nous sommes devant des interactions orales qui auraient pu s'orienter vers le développement d'autres explications des élèves. Du point de vue de la problématisation, avec l'aide de l'enseignant, ces interactions langagières auraient pu être investies pour déclencher un débat scientifique en classe. C'est lors de ces moments, où les élèves auraient pu être amenés à proposer et discuter les solutions possibles liées au fonctionnement du circuit électrique.

L'enseignant adopte une image orientée du fonctionnement de la démarche d'investigation qui se représente sous forme d'étapes prédéterminées. Cette conception a canalisé l'avancée de la séquence et ne lui a pas permis d'investir les propos explicatifs développés par les élèves dans la construction des savoirs tenus par des raisons. Son approche se limite à établir la solution du problème. Cette logique d'aller vers la solution attendue a guidé l'activité de l'enseignant et a organisé ses choix. Nous pouvons pointer qu'il y a un décalage entre ce qu'il dit en entretien de ce qu'il a fait et sa pratique effective en classe marquée par un guidage vers la solution. Avec cela, nous pouvons dire que les courts moments d'échanges repérés autour du « comment ça marche » du fonctionnement du circuit électrique peuvent être considérés comme des moments propices à la problématisation et qui peuvent s'ouvrir vers une forme de construction de savoirs raisonnés.

Nous pouvons dire finalement que l'approche qu'a l'enseignant de la démarche scientifique déclarée fondée sur une investigation expérimentale, de la construction de savoirs scientifiques et de l'expérimentation peut expliquer son recours à des pratiques de guidage et de canalisation des élèves privilégiant une orientation vers la solution attendue et la construction d'un savoir assertorique. Nous considérons l'impact des conceptions de l'enseignant important sur la conduite de la démarche dans son ensemble et sur la fonction attribuée à l'expérimentation dans la construction des

savoirs en particulier. Nous avons souhaité d'expliciter davantage les contraintes éventuelles qui peuvent jouer sur la conduite de ce type de pratiques en électricité. Comme nous l'avons déjà avancé dans la partie précédente, suite à de nombreux contacts avec les enseignants, nous n'avons pas pu observer une deuxième séquence portant sur l'allumage de l'ampoule avec une pile. En revanche, nous avons pu observer une deuxième séquence en sciences physiques portant sur les mélanges solides/liquides. Cette séquence appartient au deuxième recueil de données du 2021/2022 où nous avons invité les enseignants à donner plus de marge de manœuvre aux élèves et de privilégier davantage les interactions langagières en classe notamment lors de l'interprétation des résultats des expérimentations mises en place. Nous avons pu mener deux entretiens longs avant et après la séquence observée pour mieux tenir compte des façons de faire et des difficultés auxquelles peut se confronter l'enseignante dans la mise en place et l'exploitation des expérimentations sur les mélanges, et qui peuvent également influencer ces choix de pratiques de classe.

Nous allons entamer dans le deuxième chapitre de cette partie l'analyse d'une séquence observée en 2021/2022 où l'enseignante travaille sur des problèmes portant sur les mélanges.

Chapitre 2 : Etude d'une séquence ordinaire portant sur les mélanges solides / eau

Introduction

En tenant compte de nos appuis théoriques, nous analysons maintenant les pratiques d'une enseignante lors d'une séquence ordinaire portant sur les mélanges en classe de CM1 (élèves de 9-10 ans). Dans cette séquence, l'enseignante B travaille sur quatre problèmes : Comment avoir de l'eau salée ? Comment récupérer le sel de l'eau salée ? La solubilité des solides dans l'eau (soluble / non soluble) ? Comment nettoyer l'eau salie par la terre ?

Notre analyse vise à voir comment l'enseignante procède dans sa classe et quelle logique elle tend à privilégier dans l'exploitation des pratiques expérimentales. Nous nous intéressons particulièrement aux moments de la démarche consacrés à la conception et à la réalisation d'expériences et à leur contribution dans la construction de savoirs scientifiques par les élèves. Nous mettons l'accent sur le fonctionnement de cette enseignante pour caractériser la place qu'elle accorde aux expérimentations et au travail des problèmes.

D'un point de vue méthodologique, nous avons constaté que l'analyse du court entretien mené avec l'enseignant A après la conduite de la séquence observée est insuffisante pour mieux cerner les contraintes qui peuvent se présenter aux enseignants dans l'exploitation de l'expérimentation en classe. C'est pourquoi, en plus de l'observation envisagée, des entretiens pré et post séquences nous ont paru indispensables pour comprendre le fonctionnement des enseignants dans la mise en place des investigations expérimentales en classe. C'est ce que nous avons fait pour les recueils de données effectués en 2021/2022.

Pour rappel, nous avons précisé plus avant dans notre mémoire (partie 2, section 3) que lorsque nous avons réalisé un deuxième recueil de données (2021/2022) nous avons invité les enseignants à accorder une importance aux pratiques langagières dans la conduite de la séquence. Le fait de donner une marge d'action et d'expression aux élèves notamment lors de la phase d'interprétation et l'explication des résultats des expériences peut davantage engager la classe dans la construction des savoirs en jeu.

Dans un premier temps de ce chapitre, nous précisons le savoir à faire acquérir aux élèves dans la thématique des mélanges selon les programmes. Puis, nous nous intéressons aux difficultés associées à l'étude de ces problèmes notamment celles liées

aux conceptions préalables des élèves. Ensuite, nous étudions chacun des problèmes en mettant l'accent sur les pratiques de l'enseignante notamment celles liées à l'exploitation des pratiques expérimentales dans la construction de savoirs scientifiques. Une discussion générale clôture l'étude des quatre problèmes portant sur les mélanges.

Nous passons dans le point suivant à la présentation du cadre institutionnel de l'étude des mélanges au cycle 3 de l'école élémentaire.

1. Le cadre institutionnel de l'étude des mélanges au cycle 3 de l'école élémentaire

Au cycle 3 de l'école élémentaire, le problème des mélanges s'intègre dans la partie consacrée à étudier « *Décrire les états et la constitution de la matière à l'échelle macroscopique* » (BO, 2020, p.80). L'étude de cette thématique s'intéresse aux différents types de mélanges mais aussi à des phénomènes associés comme la dissolution et la séparation des constituants d'un mélange selon différents processus comme décantation, filtration, évaporation (Ibidem, p.81). Parmi les connaissances et les compétences associées à l'étude des mélanges dans les programmes : « *Mettre en œuvre un protocole de séparation de constituants d'un mélange ; réaliser des mélanges peut provoquer des transformations de la matière (dissolution, réaction)* » (Ibidem, p.81).

Dans la séquence étudiée, l'enseignante B s'intéresse aux mélanges des substances solides avec de l'eau. Dans un premier temps, l'objectif est de montrer que les solides se comportent différemment lorsqu'ils sont mélangés à l'eau, c'est-à-dire qu'il y en a qui peuvent se dissoudre dans l'eau (solubles) et d'autres qui ne le peuvent pas (non solubles). Ensuite la classe travaille sur la séparation des constituants d'un mélange homogène et hétérogène par différents processus (filtration, évaporation, décantation). Dans le point suivant nous mettons l'accent sur les difficultés qui peuvent être repérées chez les élèves dans l'étude de cette thématique au cycle 3 de l'école élémentaire.

2. Les difficultés des élèves dans l'étude des mélanges à l'école élémentaire

2.1. Difficultés liées à l'appropriation du phénomène de la dissolution d'un solide dans l'eau

L'étude de la dissolution des solides dans l'eau fait l'objet de la mise en place des expériences de mélanges solides / eau. Lors d'observation des mélanges sel / eau et

sucres / eau fréquemment effectués à l'école élémentaire, des difficultés peuvent être repérées chez les élèves, provenant notamment de leurs idées préalables sur la dissolution. Plé (1997) a pointé que le mode de pensée du « *primat de la perception* » est prégnant chez les enfants de 9-10 ans dans le champ conceptuel des « *états de la matière et leurs transformations* ». Autrement dit, les élèves ne conçoivent que ce qu'ils perçoivent. Pour eux, la matière n'existe que « *s'il y'a évidence de son existence* » (Stavy, 1990). Face à ce problème de la disparition du sel dans l'eau, le sel est « *difficilement concevable à l'état invisible sous forme dissoute dans l'eau* » (Ibidem, p.204). Les élèves peuvent avoir de différentes idées, « *pour certains il n'y a que le goût qui subsiste, pour d'autres le sel est toujours là, d'autres enfin pensent qu'il n'y en a pas autant dans l'eau que ce qui a été introduit* » (Ibidem, p.204). La conservation de la matière lors de la dissolution n'est pas perçue par les élèves, qui pensent que le sel disparaît lorsqu'on le dissout dans l'eau (M.E.N., fiches connaissance n°2, 2002, p.10).

D'autres difficultés sont liées au vocabulaire, les élèves confondent « dissoudre » et « fondre » parce que dans le langage quotidien « *on dit couramment que le sel et le sucre fondent dans l'eau, alors qu'ils se dissolvent* » (Ibidem, p.10). Alors qu'il s'agit d'une dissolution du sel dans l'eau et non d'un changement d'état parce que le sel ne passe pas de l'état solide à l'état liquide. Nous pointons dans ce contexte que « *les termes « homogène, hétérogène, solvant, soluté », et la distinction d'usage que les ouvrages scientifiques font entre mélange et solution n'ont à faire l'objet d'aucune étude systématique à l'école primaire. Le maître pourra, lorsqu'il lui semble que cela n'alourdit pas l'expression, employer lui-même les expressions convenables, mais sans en faire l'objet d'un apprentissage* » (Ibidem, p.10).

2.2. Difficultés liées à l'appropriation du phénomène de l'évaporation

Le phénomène d'évaporation relève d'une transformation physique de la matière. Il correspond au passage de l'eau de l'état liquide à l'état gazeux. Introduire le phénomène d'évaporation à l'école élémentaire présente des difficultés liées au passage entre registre empirique et registre des modèles (Martinand, 2000). Sur le plan empirique, le phénomène physique évoqué est difficilement reproductible en classe. Laisser le liquide en exposition au soleil ne permet pas aux élèves d'observer ce phénomène. Sur le plan du modèle, l'explication de l'évaporation fait intervenir le processus de changement de l'état physique de la matière (de l'état liquide à l'état gazeux). De tels processus sont

peu compréhensibles aux élèves de l'école élémentaire. Etablir une relation cohérente entre le processus d'évaporation et son explication n'est pas aisé à ce stade d'enseignement. De nombreuses études se sont intéressées à l'étude des conceptions des élèves sur les changements d'état de la matière lors du phénomène de l'évaporation mettant en œuvre l'état gazeux de l'eau (Laval, 1985 ; Bar & Galili, 1994 ; Tytler, 2000 ; Tytler & Peterson, 2001 ; Paik, 2015). Ces recherches ont montré que la conceptualisation des élèves de la vapeur d'eau et de l'état gazeux de l'eau est difficile. Des difficultés provenant des idées préalables des élèves à propos de l'interprétation du phénomène d'évaporation peuvent être soulevées. Certains pensent qu'une source de chaleur (le soleil, le chauffage) est indispensable au phénomène d'évaporation. Les jeunes élèves ne conçoivent pas l'idée de l'existence du gaz invisible. Lorsque l'eau s'évapore, ils pensent que « l'eau disparaît » lors de l'évaporation. Les élèves ont du mal à concevoir l'idée de la conservation de la matière et le fait que le liquide ne disparaît pas mais se transforme en gaz invisible. D'autres conceptions des élèves attribuent à l'eau « *un changement de forme ou d'état physique, que ce changement aboutisse à une forme perceptible (« l'eau se transforme en brouillard, en buée ») ou à une forme imperceptible (« l'eau devient de la vapeur » ou « l'eau devient de l'air ») »* (Marly, 2019, p.68). L'existence de la vapeur d'eau est difficile à conceptualiser par les élèves. Au cas où ils s'approprient l'idée de la conservation de la matière, ils pensent l'air comme étant le « quelque chose » en quoi l'eau se transforme. Cela est dû au « *manque de perception directe de la réversibilité de la transition vapeur-liquide, et du fait que cette forme d'eau ne possède plus en apparence aucune des caractéristiques de l'eau sous forme liquide et sous forme solide »* (Ibidem, p.143).

Nous présentons maintenant l'analyse du déroulement de la séquence, centrée essentiellement sur les pratiques de l'enseignante.

3. Présentation de la séquence ordinaire de classe étudiée

La séquence que nous étudions se déroule dans une classe de CM1 de vingt élèves (9 - 10 ans.). Les données ont été recueillies du 3 Mai au 21 Juin 2022 en situation ordinaire sans intervention de notre part auprès de l'enseignante, dans une école à Mons-en-Barœul (Région du Nord). Nous disposons de la transcription des enregistrements de l'ensemble des séances (annexes 8, 9, 14, 16), des entretiens pré et post séquence menés avec l'enseignante (annexes 19, 20) et du recueil des productions écrites individuelles

des élèves et de groupes. L'enseignante B de cette classe est expérimentée, elle a vingt et un an d'ancienneté dans l'enseignement de cette classe (CM1). La séquence est organisée en sept séances, durant lesquelles la classe travaille sur quatre problèmes :

Les problèmes travaillés en classe		Séances
1	Comment avoir de l'eau salée ?	Une séance
2	Comment récupérer le sel de l'eau salée ?	3 séances
3	La solubilité des solides dans l'eau (soluble et non soluble).	Une séance
4	Comment nettoyer l'eau salée par la terre ?	2 séances

Tableau 22. Les quatre problèmes étudiés dans la séquence portant sur les mélanges

Pour l'étude de chacun de ces problèmes, nous décrivons les activités mises en œuvre par l'enseignante. Puis, nous analysons ses pratiques notamment celles liées à l'exploitation des pratiques expérimentales dans la construction de savoirs scientifiques. Ensuite, nous effectuons une conclusion suite à l'étude de chaque problème, dans laquelle nous essayons de préciser les fonctions attribuées à l'expérimentation dans la résolution du problème en jeu. Enfin nous analysons les deux entretiens conduits avec l'enseignante. Une conclusion globale clôture l'étude des quatre problèmes portant sur les mélanges.

4. Etude des problèmes en jeu

4.1. Etude du problème 1 : « Comment avoir l'eau salée ? »

La première séance est consacrée à l'étude du problème de « Comment avoir l'eau salée ? ». Dans un premier temps nous présentons le déroulement de la séance en précisant les pratiques expérimentales mises en place. Le tableau suivant englobe les moments importants dans le travail de ce problème.

Séance 1 (03/05/2022)
Problème étudié : Comment avoir de l'eau salée ? - Situation de départ (D'où vient le sel de cuisine ?) - Mise en place de l'expérience du mélange (eau + sel) par les élèves. (Par groupes de 4, 5 élèves) - Observation du mélange et interprétation du résultat obtenu. (Par groupes de 4, 5 élèves, puis en collectif) - Distribution de la trace écrite par l'enseignante.
Corpus : - Enregistrement de la séance et transcription (annexe 8). - Photos du tableau. - Photos des expériences mises en place.

Tableau 23. Tableau synoptique du déroulement de la première séance portant sur la réalisation du mélange de l'eau salée

Description du déroulement de la séance

Afin de conduire la classe à la réalisation de l'eau salée, l'enseignante a interrogé les élèves sur d'où vient le sel de cuisine (figure 18) et comment s'en procurer. Après l'émergence de leurs idées (le sel vient des minerais, de la mer, du magasin, de l'usine.....), une courte discussion les amène à se mettre d'accord sur le fait que le sel vient de la mer. Suite à la demande de l'enseignante, les élèves réfléchissent sur comment on peut voir le sel dans la mer. Ceux-ci voient que la salinité de l'eau de la mer peut s'observer dans la couleur blanche du corps en se baignant et aussi dans le goût de l'eau de la mer.



Figure 18. Photo du sel de cuisine projetée au TBI

- La mise en place de l'expérience du mélange eau + sel

L'enseignante a interrogé les élèves sur comment on peut avoir de l'eau salée en classe
« 73. P. [...] L'eau du robinet elle n'est pas salée mais qu'est-ce que je peux faire pour avoir de l'eau salée ? ». Les élèves répondent spontanément : *« Mettre du sel dedans »*. Ils sont conduits à la mise en place de la première expérience du mélange de l'eau avec du sel. Des pots transparents avec de l'eau et une cuillère de sel ont été distribués aux élèves. Par groupes de quatre ou cinq, assis selon leur emplacement habituel de la classe, les élèves mettent une cuillère de sel dans le pot et observent ce qui se passe. Voici quelques photos du mélange (sel + eau) réalisé par les élèves :

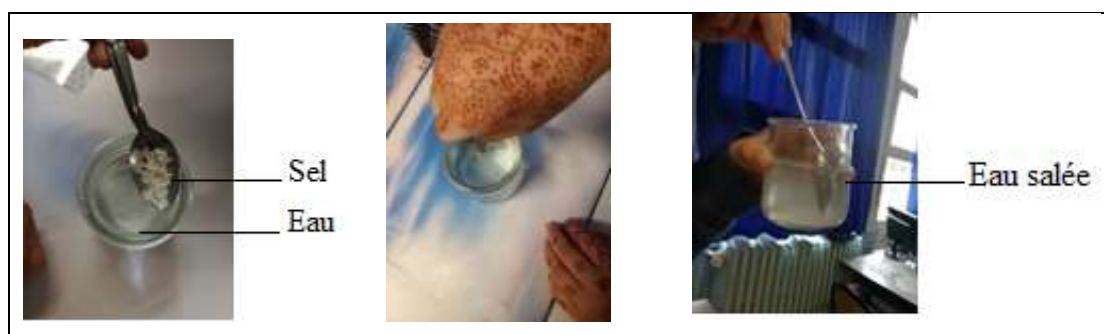


Figure 19. Photos des mélanges (eau + sel) réalisés par les élèves

Pour voir comment les élèves se comportent face à un résultat d'expérience, l'enseignante a donné sa consigne *« 97. P. [...] Alors là ce que vous deviez noter c'est ce que vous observiez à partir du moment où vous avez mis la cuillère de sel dans l'eau »*. Les élèves s'appuient sur ce qu'ils voient dans le mélange pour noter leurs observations. Voici quelques exemples des productions écrites :

Productions d'élèves	Transcription
	- Le sel s'est réuni. - On n'a pas mélangé. - Ensuite le sel a disparu. - Le sel est devenu petit, il a fondu.
	1. Quand on mélange le sel à l'eau le sel reste au fond. 2. Quand on remue le sel disparaît. (le sel devient minuscule).

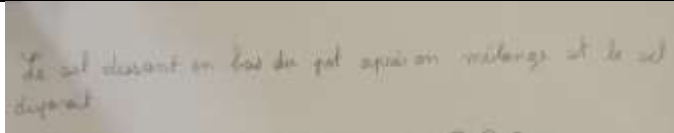
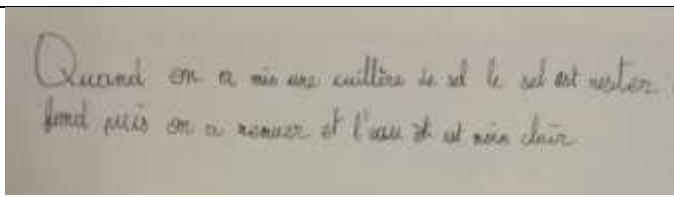
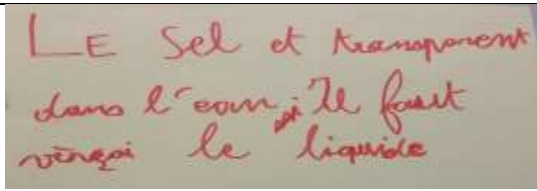
	Le sel descend en bas du pot après on mélange et le sel disparaît.
	Quand on a mis une cuillère de sel le sel est resté au fond puis on a remué et l'eau est moins claire.
	Le sel est transparent dans l'eau. Il faut verser le liquide.

Tableau 24. Interprétation par les groupes des élèves des résultats du mélange eau + sel

Après une mise en commun sur les productions des groupes, la classe est arrivée à la conclusion suivante (figure 20).

	1. Le sel est resté au fond. 2. On a remué l'eau et on a comparé avec l'eau de la gourde de Zahia, c'est moins claire. Le sel a disparu à la vue. (Le sel) est devenu transparent.

Figure 20. Conclusion commune de l'expérience du mélange eau et sel

L'enseignante a clôturé la séance par la distribution du texte de savoir (figure 21).

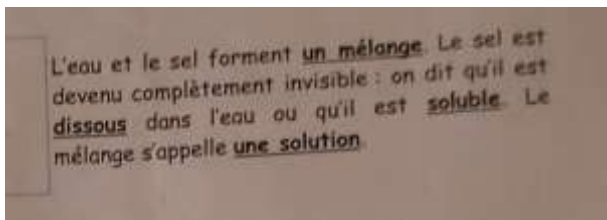
	L'eau et le sel forment <u>un mélange</u>. Le sel est devenu complètement invisible : on dit qu'il est <u>dissous</u> dans l'eau ou qu'il est <u>soluble</u>. Le mélange s'appelle <u>une solution</u>.

Figure 21. Texte de savoir fourni par l'enseignante B (le mélange de l'eau salée)

Analyse de la séance portant sur la réalisation de l'eau salée

En tenant compte des productions des élèves (tableau 24) interprétant le résultat obtenu de l'expérience de l'eau salée, nous pouvons dire que les élèves sont sur deux étapes d'observation : avant de remuer le sel dans l'eau / après avoir remué le sel dans l'eau. Dans la première, ils constatent que le sel est resté au fond du pot. Dans la deuxième, ils voient que le sel est devenu invisible à la vue (Stavy, 1990) ou pour certains qu'il est devenu minuscule. Cela peut être une marque de non conservation de la matière chez eux. L'extrait des échanges suivant de l'enseignante avec les élèves autour de ce résultat pourrait aller dans ce sens. Mais, discussion ne va pas au-delà de la description du mélange (l'eau est moins claire, le sel est transparent, le sel a disparu, le sel reste au fond). D'ailleurs, nous constatons de plus que le processus de la dissolution n'est pas prononcé ni par l'enseignante ni par les élèves. Le déroulement de la séance se contente d'observer et de décrire le résultat du mélange eau + sel sans forcément lier cette pratique expérimentale à la dénomination du processus de la dissolution des solides dans l'eau.

98	Rim	On a mis la cuillère de sel, le sel reste au fond.
99	Prof	Alors attends, le sel reste au fond.
101	Rim	On a remué l'eau et on a comparé avec l'eau de la gourde de Zahia et c'était moins clair.
102	Prof	Tu as dit c'est moins clair c'est ça.
103	Rim	Oui.
104	Prof	Qui a quelque chose à ajouter de plus ? parce que dans tous les groupes où je suis passée vous alliez constater en effet que le sel est resté au fond vous avez fini par remuer, c'était les mots que vous avez utilisés. Alors après qui a observé d'autres choses en plus ?
105	Aron	Aussi à la lumière on peut voir le sel.
106	Prof	Vous avez vu le sel à la lumière, vous avez dû voir ce que disait le groupe. Est-ce que tout le monde a constaté que l'eau est moins claire une fois que vous l'avez mélangé.
107	La classe	Oui.
107	Prof	D'accord, Sarah maintenant.
108	Sarah	Le sel a disparu.
109	Prof	Le sel a disparu. Alors je note.
110	Sarah	Il est devenu tout blanc.
111	Prof	Le sel a disparu, il est devenu tout blanc. Alors je note.
112	Harris	Madame, il était marron.
113	La classe	Non.
114	Prof	C'est parce que comme il était, c'est la couleur qui connaît. Alors eux ont corrigé, vous avez dit non pas tout blanc vous avez dit ?
115	Enzo	Transparent.

116	Prof	Transparent, alors quels sont les groupes qui ont noté que le sel a disparu ? Vous aviez noté le sel est devenu transparent, d'accord. Si le sel a disparu ça veut dire qu'il n'existe plus du tout ?
117	La classe	Ben oui.
118	Prof	Mais il y en a qui se sont amusés à goûter l'eau, l'eau est ?
119	La classe	Salée.
120	Prof	L'eau est salée. Est-ce que le sel, est-ce qu'on peut dire que le sel a disparu ? Alors que quand vous avez goûté l'eau vous avez senti du sel. Si vous sentez du sel ben il a pas disparu.
121	Meriem	Non moi j'ai pas senti du sel.
122	Marius	En fait avec notre groupe on peut pas dire il a disparu il y a plus rien, il a disparu visuellement. En fait, il se réduit minuscule.
123	Prof	Donc il a disparu à la vue, c'est ça ? on peut dire que le sel a disparu à la vue.

Analyse de la trace écrite

Lorsqu'on met un solide dans l'eau et qu'on ne voit plus de particules solides dans le mélange et qu'on ne distingue pas de constituants différents, on dit qu'il est homogène. Si le mélange est devenu limpide, on l'appelle une solution parce que la matière est complètement dissoute dans l'eau. La trace écrite (figure 21) met l'accent sur le nouveau vocabulaire : « dissolution », « soluble », « mélange », « solution ». Si l'on reporte au déroulement de la séquence, nous constatons que ces notions sont imposées dans le texte de savoir. Quoique le déroulement de la séance porte sur le processus de dissolution du sel dans l'eau, le vocabulaire scientifique n'est pas mis en jeu lors des pratiques de classe.

Le texte de savoir (figure 21) indique que « *Le sel est devenu complètement invisible* ». Cela renvoie directement à la conclusion commune à laquelle la classe a abouti lors de l'interprétation du résultat de l'expérience du mélange (eau + sel). Nous pouvons dire que les pratiques expérimentales mises en place peuvent être considérées comme des pratiques préparatoires au service de l'étude du deuxième problème portant sur la séparation des constituants du mélange de l'eau salée.

4.2. Etude du problème 2 : « comment récupérer le sel de l'eau salée ? »

Nous attirons l'attention sur le fait que le problème de « Comment récupérer le sel de l'eau salée ? » mobilise une expérience (l'évaporation de l'eau salée) qui demande un temps long de suivi et d'observation (six semaines). Le déroulement s'étalait sur trois séances. La troisième séance est consacrée à l'interprétation du résultat final de

l'expérience mise en place. Le tableau suivant englobe les moments de travail importants dans l'étude de ce problème :

Problème étudié : Comment récupérer le sel de l'eau salée ?		
Séance 1 (10/05/2022)	Séance 2 (15/05/2023)	Séance 3 (28/06/2023)
- Hypothèses de la classe (par groupes de 4, 5 élèves) 1. On peut récupérer le sel de l'eau salée par filtration (tissu, passoire, tamis). 2. On peut récupérer le sel de l'eau salée par l'action de la chaleur. - La mise en place des expériences de filtration Filtration de l'eau salée par différents outils (filtre à café, passoire, tissu, boule à thé...). (par groupes de 4,5 élèves) -Interprétation des résultats des expériences de filtration. La filtration n'a pas marché. (par groupes de 4, 5 élèves)	Projection d'une vidéo sur la récupération du sel dans les marais salants. - Hypothèses de la classe (en collectif) On suppose que la chaleur va séparer le sel et l'eau grâce à l'évaporation. 1. L'eau va devenir de la vapeur et s'évaporer. 2. Le sel restera. - La mise en place de l'expérience d'évaporation par la classe (en collectif). Exposition du pot de l'eau salée au soleil pour essayer l'action de la chaleur pour récupérer le sel.	- Suivi de l'expérience d'évaporation (en collectif) 31/05/2022 07/06/2022 14/06/2022 21/06/2023 28/06/2023 -Interprétation des résultats de l'expérience d'évaporation (en collectif) La classe a récupéré le sel grâce à l'évaporation. Validation de l'hypothèse 2. - Construction de texte de savoir (en collectif)
Corpus : - Enregistrement des séances et transcriptions (annexe 9). - Photos du TBI. - Photos des expériences.		

Tableau 25. Synopsis de l'étude du problème de comment séparer le sel de l'eau salée

Description du déroulement des séances

Séance 1 :

L'enseignante a commencé la séance par un petit rappel du résultat d'observation du mélange (eau + sel). Puis, elle a dirigé la classe vers le problème de « Comment récupérer le sel de l'eau ? ». Les élèves doivent réfléchir par groupes (4 ou 5 élèves) et proposer une expérience faisable en classe permettant de récupérer le sel de l'eau. L'enseignante a laissé aux élèves une marge de liberté pour émettre les hypothèses. Lorsqu'elles sont soulevées par les élèves, l'enseignante les prennent en compte et les note au tableau, deux directions sont alors envisagées :

- Quatre groupes ont proposé la filtration avec différents outils (filtre à café, tissu, passoire, tamis ou boule à thé).
- Un seul groupe a proposé de mettre la chaleur en dessous du pot de d'eau salée (le groupe de Marius⁴⁶).

Nous notons que, dans un premier temps, la proposition de la chaleur est laissée de côté provisoirement pour partir sur la filtration comme première tentative de séparation de l'eau du sel « 40. *P. La chaleur c'est pas une mauvaise idée du tout pour l'instant on va la mettre du côté* ».

- La mise en place des expériences de filtration par les groupes d'élèves

Dans un premier temps et avant de mettre en place les expériences de filtration, les élèves sont invités à schématiser et à expliquer individuellement leurs expériences. Dans un deuxième temps, ils sont amenés à renseigner les résultats obtenus. La figure 22 présente quelques modèles de productions des élèves et des photos d'expériences réalisées :

Filtration avec filtre à café	Filtration avec tissu	Filtration avec boule à thé
		

⁴⁶ Le nom d'un élève dans ce groupe.

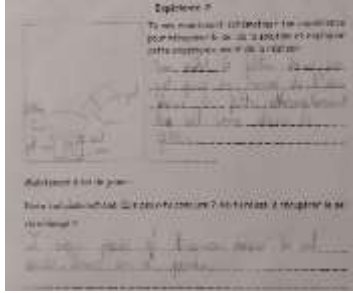
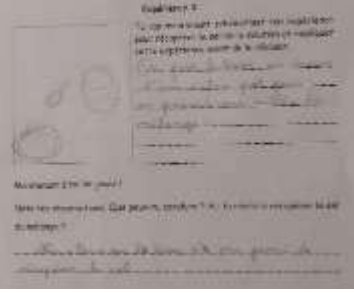
		
Expérience : Tu vas maintenant schématiser ton expérience pour récupérer le sel de la solution et expliquer cette expérience avant de la réaliser. As-tu réussi à récupérer le sel du mélange ? On met le filtre dans un pot puis on verse de l'eau dans le filtre. Normalement le sel sera dans le filtre. Maintenant à toi de jouer ! Notes tes observations. Que peux-tu conclure ? L'eau passe à travers mais le sel aussi. Donc on a perdu.	Expérience : Tu vas maintenant schématiser ton expérience pour récupérer le sel de la solution et expliquer cette expérience avant de la réaliser. As-tu réussi à récupérer le sel du mélange ? On pose le tissu au dessus d'un autre pot puis on prend une cuillère du mélange. Maintenant à toi de jouer ! Notes tes observations. Que peux-tu conclure ? Non parce que le tissu n'a pas permis de récupérer le sel.	Expérience : Tu vas maintenant schématiser ton expérience pour récupérer le sel de la solution et expliquer cette expérience avant de la réaliser. As-tu réussi à récupérer le sel du mélange ? Nous avons choisi la boule à thé pour récupérer le sel. On croit voir le sel. Maintenant à toi de jouer ! Notes tes observations. Que peux-tu conclure ? Ça va pas marcher avec la boule à thé. Parce que les trous sont trop gros.

Figure 22. Exemples de productions individuelles des élèves sur les expériences de filtration

Après une mise en commun des productions des élèves (annexe 11), la classe est arrivée à la conclusion suivante : la filtration n'a pas permis de récupérer le sel (figure 23).

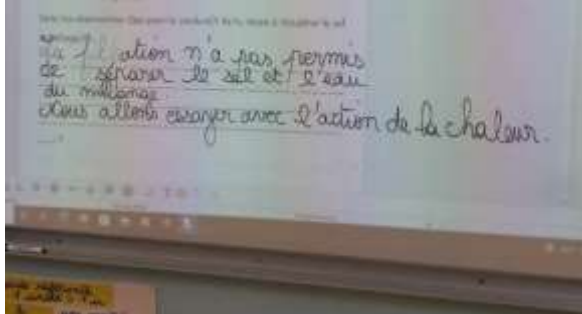
	Que peux-tu conclure ? As-tu réussi à récupérer le sel ? La filtration n'a pas permis de séparer le sel et l'eau du mélange. Nous allons essayer avec l'action de la chaleur.

Figure 23. Résultat des expériences de filtration de l'eau salée

Séance 2 :

- Formulation des hypothèses de l'expérience d'évaporation par les élèves

L'enseignante a introduit cette séance par un petit rappel du résultat des expériences de filtration. Puis, elle est revenue d'une manière spontanée sur la deuxième hypothèse

(l'action de la chaleur, proposée par le groupe de Marius) en interrogeant les élèves sur « 46. P. [...] *Comment est-ce qu'on pourrait essayer de mettre en place une expérience qui fasse entrer la chaleur comme moyen de récupérer le sel ? [...]* ». Pour avoir des apports de réflexion et orienter la classe dans la formulation des hypothèses, les élèves sont tout d'abord invités à voir comment se passe la récolte du sel dans les marais salants en regardant une vidéo projetée au TBI (voir transcription de la vidéo figure 24). En se basant sur ce document support, les élèves ont été amenés en second lieu à réfléchir sur comment est récupéré le sel réellement dans la nature ou au niveau industriel et sur les facteurs permettant l'accélération de ce processus.

Transcription de la vidéo ⁴⁷
Ça y est Johnny, la grande saison de la récolte du sel a commencé, un travail énorme on ramasse 5 à 6 tonnes par jour. - Oui je vois ça se passe dans le sud de la France au pays des flamants roses. - Regarde des machines à récolte, pour une fois une activité humaine favorise la biodiversité. - Tout commence par le pompage de l'eau de mer au mois de Mars, au début du printemps. Après 6 mois, l'eau de mer circule d'un étang à un autre et parcourt une soixantaine de kilomètres jusqu'aux tables salantes. Les sels sont suffisamment concentrés pour être récoltés. Les gens d'ici et les sauniers travaillent avec la complexité de la nature, leurs principaux outils sont le soleil et le vent et tu vas voir Johnny les sauniers se considèrent comme des agriculteurs de la mer.

Figure 24. Transcription de la vidéo décrivant le processus de l'évaporation dans les marais salants

Après avoir regardé la vidéo, la classe a abouti à la conclusion : le sel est récupéré dans la nature par évaporation grâce à l'action de la chaleur et du vent. L'enseignante a incité les élèves à trouver une manière faisable pour le faire en classe «52. P. [...] *il faudra réfléchir à comment on pourrait faire ça dans la classe, comment trouver l'expérience qui se rapproche de ce que propose le documentaire [...]* ». La vidéo projetée a orienté les élèves. Son utilisation en ce moment de la démarche leur a apporté des éléments d'indication sur l'expérience à mettre en place. Le groupe qui avait fait initialement la proposition de l'utilisation de la chaleur pour récupérer le sel de l'eau a repris son

⁴⁷ Nous n'avons pas la référence de la vidéo qui a été projetée par l'enseignante au TBI. Nous avons fait la transcription à partir de l'enregistrement audio de la séance.

hypothèse pour proposer de chauffer l'eau avec une plaque chauffante. Pour des questions de dangerosité et du manque de matériel, cette proposition n'a pas été prise en compte par l'enseignante qui veut que les élèves envisagent d'autres manières qui sont faisables en classe. Certains élèves ont proposé d'exposer le pot de l'eau salée au soleil. Cette proposition est retenue par l'enseignante qui a orienté la classe vers la mise en place de l'expérience d'évaporation. Avant cela, elle a interrogé les élèves sur les hypothèses à prévoir pour le résultat de l'expérience d'évaporation. L'enseignante retient les hypothèses soulevées et les note au tableau (figure 25).

		Hypothèse : On suppose que la chaleur va séparer le sel et l'eau grâce à l'évaporation. 1. Le sel va-t-il s'évaporer aussi ? 2. L'eau va devenir de la vapeur et s'évaporer. Le sel restera.

Figure 25. Les hypothèses proposées par les élèves pour mettre en place l'expérience d'évaporation

- La mise en place de l'expérience d'évaporation de l'eau salée par les élèves

En collectif, la classe a mis en place l'expérience proposée pour vérifier l'action de la chaleur. L'enseignante a désigné un élève (Eliot) pour faire le mélange de l'eau salée « 59. P. [...] Allez Eliot tu viens mettre deux cuillères de sel rases. Alors rase c'est ça voilà, une cuillère, deux, vas-y, tu mélanges maintenant [...] ». Puis, l'élève a tracé le niveau d'eau avec un marqueur « 59. P.[...] Donc voilà Eliot a tracé le trait, donc un trait pour repérer le niveau de départ de l'eau avec le sel [...] ». Cette expérience repose sur le principe d'une observation provoquée et contrôlée. La classe s'engage à faire des observations régulières tous les mardis : « 35.P.[...] On met le pot de l'eau salée au soleil et puis régulièrement on voit comment ça se passe et faire des observations régulières [...] ». Le suivi hebdomadaire du mélange s'accompagne du pointage du niveau d'eau.

Séance 3 :

- Suivi de l'expérience d'évaporation durant cinq semaines

Nous décrivons le déroulement de l'expérience d'évaporation de l'eau salée dans le tableau qui suit :

Description de l'expérience :	
Dans un pot d'eau on met deux cuillères rases du sel et on mélange, puis on laisse faire l'action de la chaleur. Cette expérience repose sur une observation provoquée et contrôlée tous les mardis (pointage du niveau d'eau).	
Pot initial : eau+sel	Résultat obtenu après cinq semaines d'évaporation
	 L'eau s'est évaporée complètement, le sel est resté sur les parois du pot (récupération du sel).

Tableau 26. Description et résultat de l'expérience d'évaporation de l'eau salée

Les élèves sont invités régulièrement à observer le niveau de l'eau. Au bout de cinq semaines, ils doivent expliquer leurs observations. Il s'agit en effet de mettre en relation les observations qu'ils ont pu faire en classe et les hypothèses formulées au préalable sur la récupération du sel de l'eau. Dans cette phase, chaque élève doit rédiger individuellement un compte-rendu du résultat final de l'expérience réalisée. En leur donnant le temps qui leur est nécessaire, les élèves notent leurs observations (annexe 13). Ci-dessous, nous présentons quelques productions individuelles d'élèves (tableau 27).

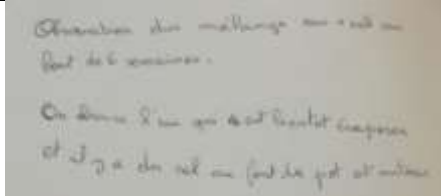
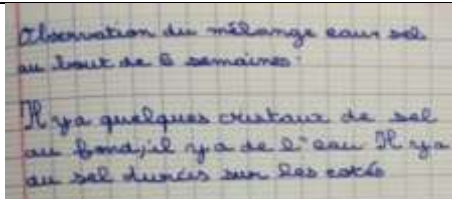
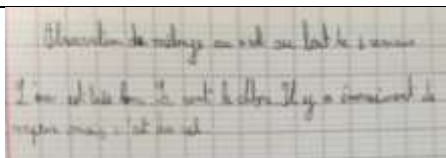
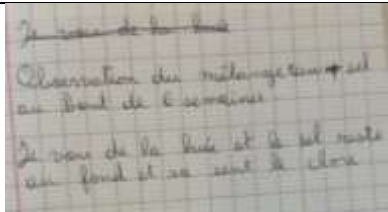
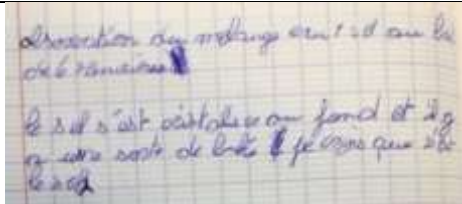
Productions individuelles des élèves	Transcription
	Observation du mélange eau + sel au bout de 6 semaines : Il y a des cristaux de sel au fond, aussi du sel durci sur les côtés et le niveau d'eau a baissé.
	On observe l'eau qui s'est bientôt évaporé et il y a du sel au fond du pot et autour.
	Il y a quelques cristaux de sel au fond, il y a de l'eau. Il y a du sel durci sur les côtés.
	L'eau est très basse. Ça sent le chlore. Il y a énormément de vapeur mais c'est du sel.
	Je vois que la buée et le sel reste au fond et ça sent le chlore.
	Le sel s'est cristallisé au fond et il y a une sorte de buée je crois que c'est le sel.

Tableau 27. Quelques productions individuelles d'élèves sur l'observation du résultat de l'expérience d'évaporation de l'eau salée

Comme résultat final de l'expérience, la classe est arrivée à la conclusion : l'eau s'est évaporée complètement, le sel est resté sur les parois du pot. En grattant le pot, les élèves ont récupéré les deux cuillères rases du sel. L'extrait des échanges suivant nous montre que sous l'orientation de l'enseignante, les élèves reviennent sur leurs hypothèses de départ pour valider la première : « L'eau va devenir de la vapeur et s'évaporer. Le sel restera ».

31	Prof	[...] Est-ce que l'hypothèse de départ, est-ce que ce qu'on avait imaginé au départ pour récupérer le sel a fonctionné ? est-ce que laisser l'eau s'évaporer grâce à la chaleur évidemment a permis de récupérer le sel ?
32	Marlène	L'hypothèse était exacte.
33	Prof	Voilà l'hypothèse était exacte ou juste, était bonne, était correcte était juste, en effet l'évaporation, laisser l'eau le pot à l'air a permis à la chaleur de faire s'évaporer l'eau [...].

La synthèse est concrétisée par une trace écrite construite collectivement par la classe.

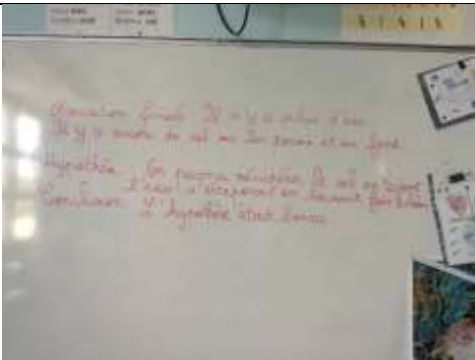
	Observation finale : Il n'y a plus d'eau. Il y a encore du sel sur les parois et au fond. Hypothèse : On pourra récupérer le sel en laissant l'eau s'évaporer, en laissant faire la chaleur. Conclusion : l'hypothèse est bonne.

Figure 26. Le texte de savoir construit (comment séparer le sel de l'eau salée)

Analyse des séances portant sur le problème de séparation du sel de l'eau

- L'interprétation des résultats des expériences de filtration

Le fait d'interpréter les résultats des expériences permet aux élèves de mettre en relation ce que l'on voit et ce que l'on pense de l'expérience. La confrontation et la discussion des résultats de chaque expérience a pour but d'unifier les observations éparpillées des différents groupes, qui se sont accordés finalement sur le résultat : « la filtration n'a pas permis de récupérer le sel ». Les expériences de filtration n'ont pas visé seulement à montrer le « faux » de l'hypothèse du départ (la filtration va séparer l'eau et le sel), mais elles ont relancé à nouveau le questionnement et ont contribué à nourrir la proposition de nouvelles hypothèses.

Les échanges ci-dessous entre l'enseignante et les élèves nous montrent que le groupe qui avait fait initialement la proposition de l'utilisation de l'action de la chaleur pour récupérer le sel de l'eau salée a repris son hypothèse. La vidéo des marais salants projetée par l'enseignante a orienté les élèves dans la mise en jeu du vent comme étant un deuxième facteur qui peut favoriser le processus de l'évaporation.

27	Prof	Donc on peut dire que la filtration n'a pas permis de récupérer le sel qui était dans l'eau. Donc ça c'est notre conclusion commune ensemble. L'expérience trois, à la suite de la petite vidéo je vous avais demandé de trouver une solution de trouver une expérience pour essayer de récupérer le sel de l'eau autrement que faire la filtration. Est-ce que vous rappelez ce que vous aviez proposé ?
28	Marlène	On avait dit que la chaleur va chauffer l'eau et puis on récupère le sel.
29	Prof	D'accord, est-ce que dans la nature on fait chauffer l'eau pour récupérer le sel ? Comment on peut trouver un moyen naturel sans utiliser une plaque chauffante, ça serait un processus accéléré on va dire. Ça permettrait d'aller plus vite mais là on va essayer de le voir, ça s'apparente le plus possible, ce soit le plus proche de la réalité mais c'est une solution qu'on pourrait expérimenter. Utiliser une plaque chauffante c'est dangereux on verra.
30	Marius	Avec le vent.
31	Prof	Oui là c'était le vent et le soleil qui permettaient de récupérer le sel de l'eau. Alors qu'est-ce qu'on pouvait faire nous dans la classe qui est faisable dans l'école on va dire avec le matériel qu'on a.
32	Marius	On peut faire un truc, mettre le sel dans différents bassins et l'exposer au soleil et au vent.
33	Prof	Oui mais nous qu'est-ce qu'on pourrait faire ?
34	Marius	On peut déjà mettre l'eau salée du coup dans un pot et on le laisse au soleil et au vent.

- Prise en charge de la formulation des hypothèses de l'expérience d'évaporation par les élèves

L'extrait d'échanges suivant nous montre que l'enseignante donne une marge d'action aux élèves dans la proposition des hypothèses concernant le résultat prévu de l'expérience d'évaporation. Cette phase est prise en charge par les élèves et guidée par le questionnement de l'enseignante qui ajuste, au coup par coup, ses questions en fonction de ce qui ressort de la discussion. Les deux hypothèses proposées (L'eau et le sel vont s'évaporer / l'eau va s'évaporer et le sel restera) sont maintenues par l'enseignante. Ce type de pratiques ouvre la voie à une réelle investigation scientifique.

59	Prof	[....] Donc là quelle est notre hypothèse ? J'attends que vous me rappiez ce qu'on a fait, pourquoi on fait ça ? et qu'est-ce qu'on attend nous ? on suppose quoi ?
60	Enzo	On suppose que le soleil va séparer l'eau et le sel.
61	Prof	On suppose que le soleil, on a dit qu'on va laisser par la chaleur. On suppose que la chaleur elle va faire quoi ?
62	Marlène	Elle va séparer le sel et l'eau.
63	Prof	Alors comment ? grâce à quoi ?
64	Achille	Grâce à l'évaporation
65	Prof	Grâce à l'évaporation. Et donc quand toute l'eau va disparaître par évaporation. Donc notre hypothèse on suppose que la chaleur va séparer le sel et l'eau grâce à l'évaporation. Au final on s'attend à quoi nous ? Qu'est-ce qu'on attend ?
66	Delya	L'eau et le sel vont s'évaporer.
67	Prof	Peut-être que le sel va s'évaporer aussi et puis on aura rien à conclure. Deux solutions, le sel va-il s'évaporer aussi.
68	Marius	Mais le sel ne s'évapore pas.
69	Prof	Ben je sais pas c'est ce qu'elle propose, on sait pas si le sel s'évapore aussi, on verra.
70	Marius	Le sel reste au fond.

- Imposition de l'explication du phénomène de l'évaporation par l'enseignante

L'étude du problème de « Comment récupérer le sel de l'eau salée ? » se prête à l'introduction du phénomène de l'évaporation. En effet, la séparation des constituants d'un mélange homogène (l'eau salée) se produit grâce à l'évaporation. Le solvant (l'eau) s'évapore et on récupère à nouveau le solide (le sel). Si nous nous intéressons d'abord à ce que chaque élève a cherché à expliquer dans sa production écrite (tableau 27), nous nous rendons compte que la majorité des élèves sont plutôt sur l'observation que sur l'explication et qu'ils présentent, avec leurs propres mots, ce qu'ils voient de leurs propres yeux.

On s'intéresse maintenant à voir comment l'expérience est investie par l'enseignante dans la construction de savoirs scientifiques des élèves. Prenons et analysons le détail des interventions afin de voir si l'enseignante engage les élèves dans la production des explications à ce phénomène.

43	Prof	Qui peut nous rappeler ce qu'on va faire pour mettre en évidence l'action de la chaleur pour séparer l'eau et le sel dans le mélange d'eau salée.
44	Harris	Grâce à l'évaporation.
45	Prof	Grâce à l'évaporation. C'est quoi l'évaporation ? Pouvez-vous m'expliquer comment l'eau s'évapore ?
46	Harris	Quand elle se transforme en nuages.
47	Prof	L'évaporation Harris dit c'est quand elle se transforme en nuages, pas exactement mais qu'est ce qui va se passer ? Normalement on peut déjà supposer on va mettre déjà du sel et de l'eau dans un pot avec la chaleur et l'évaporation. Qu'est-ce que peut se passer ?
48	Zahia	Ben l'eau va s'évaporer et se transformer en buée.
49	Prof	Pas exactement. On a mélangé de l'eau et du sel, qu'est ce qui se passe quand il y a de l'évaporation ?
50	Emma	L'eau elle va devenir de la fumée.
51	Prof	Elle va devenir un gaz invisible.
52	Marie	Vapeur d'eau.
53	Prof	Oui l'eau va se transformer grâce à la chaleur en vapeur d'eau, en gaz invisible, on parle de l'évaporation. On n'en revient pas parce que c'est difficile mais l'eau se transforme en gaz, on le voit pas. Mais on constatera que si l'eau s'évapore qu'est-ce que devrait laisser dans notre pot logiquement si nos hypothèses sont bonnes ?
54	Nordine	Le sel.
55	Prof	Le sel, logiquement là on va vérifier. Si on fait comme dans la nature avec les marais salants, si on met de l'eau et du sel, lorsque l'eau ça sera complètement évaporée si il ne restera que le sel et on espère bien que c'est ce qui va se passer, on verra.
56	Delya	Le sel il sera revisible.
57	Prof	Oui le sel il sera à nouveau revisible. Voilà ça se sont les hypothèses qu'on met en place.

Dans un premier lieu, nous pouvons remarquer de même que les interventions des élèves sont de longueur très courte par rapport à celles de l'enseignante. La tâche formulée par l'enseignante dans cette phase vise la mise en relation du registre empirique (résultat de l'expérience) et du registre des modèles (recherche d'explications au phénomène de l'évaporation). Ce phénomène fait appel aux apprentissages sur le changement de l'état de la matière (de l'état liquide à l'état gazeux). Les élèves ont produit des réponses différentes qui relèvent de conceptions erronées sur l'état de l'eau évaporée. En fait, ils pensent que l'eau, en s'évaporant, se transforme en nuages, fumée ou buée. Voici deux exemples :

- « 46. E⁴⁸. *Quand elle se transforme en nuages* » : les élèves pensent que les nuages sont de la vapeur d'eau, alors que ce sont de fines gouttelettes d'eau.

- « 50.E. *L'eau elle va devenir de la fumée* », alors que la fumée comporte de fines particules solides, ce n'est pas du gaz.

- « 48. E. *Ben l'eau va s'évaporer et se transformer en buée* », alors que la buée désigne plutôt les fines gouttelettes d'eau qui se déposent sur un objet froid.

Les conceptions des élèves à propos de l'interprétation du phénomène de l'évaporation rejoignent les résultats des recherches (Laval, 1985 ; Bar & Galili, 1994 ; Tytler, 2000 ; Tytler & Peterson, 2001 ; Paik, 2015) que nous avons évoqués précédemment. Les élèves attribuent à l'eau un changement de forme (l'eau se transforme en nuages, en buée ou en fumée) et n'arrivent pas à conceptualiser que l'eau en s'évaporant se transforme en gaz invisible. Sans trop expliciter, l'enseignante rectifie pour mobiliser le sens scientifique de la vapeur d'eau dans l'interprétation de cette expérience « 51. P. *Elle va devenir un gaz invisible* ». Malgré qu'elle s'efforce à donner la parole aux élèves, à certains moments elle apporte des éléments de réponses « [...] 53.P. *l'eau se transforme en gaz, on le voit pas [...]* ».

Les élèves ont été placés dans une situation où ils devaient expliquer le phénomène d'évaporation. Nous avons constaté qu'ils ont produit différentes explications. Cependant l'enseignante ne les a pas investies, peut-être qu'elle n'ose pas « s'embarquer » dans l'explication de ce phénomène lié étroitement à l'état de la matière. De ce fait, elle a fait le choix de ne pas travailler la transformation de l'eau en vapeur. Celle-ci est basée sur le changement de l'état physique de la matière d'un état physique à un autre (de l'état liquide à l'état gazeux).

L'utilisation d'une interrogation ouverte « 45. P. [...] *Pouvez-vous m'expliquer comment l'eau s'évapore ?* » a poussé les élèves à développer des idées explicatives au phénomène de l'évaporation. A l'inverse des questions fermées⁴⁹, ce type de questions ouvre la possibilité de production des explications. Du point de vue de la

⁴⁸ E : élève.

⁴⁹ Ce sont des questions qui ne permettent pas au répondeur d'exprimer librement sa réponse. Ce dernier se trouve influencé par des réponses prédéfinies (exemples : réponse par oui ou non). Généralement ce sont des questions à lesquelles il y a qu'une sorte de réponses qui peut être envisagée.

problématisation, ces moments sont propices à la construction des raisons des solutions au problème. Dans les pratiques de classe, nous pouvons dire que les échanges n'ont pas progressé en classe pour entraîner possiblement la construction des explications. Même si les élèves semblent engagés dans la proposition de différentes solutions possibles au problème, ils n'ont pas été amenés à les critiquer ni à les confronter par la proposition d'autres solutions possibles. Par l'invalidation de l'enseignante des solutions proposées par les élèves, suivie par l'imposition de l'explication recherchée, la discussion s'est fermée sur cela.

Analyse de la trace écrite

Le texte de savoir construit collectivement par la classe (figure 26) sous l'orientation de l'enseignante correspond à ses attentes. Il reprend l'hypothèse, le résultat final de l'expérience et la conclusion. Par contre, ce texte de savoir ne tient pas compte de tous les éléments dégagés lors des discussions et des échanges entre l'enseignante et les élèves. Notamment les éléments liés à l'explication du phénomène d'évaporation, jugés importants dans la séparation des constituants du mélange (eau + sel). De plus, il n'y a rien qui renvoie aux expériences de filtration mises en place dans l'étude de ce problème. La trace écrite ne garde que la solution, autrement dit, l'hypothèse qui marche.

Conclusion

Malgré les exigences temporelles de ce type d'expériences (expérience longue, résultat final obtenu dans six semaines), l'enseignante fait en sorte que les élèves arrivent à articuler le résultat de l'expérience au problème de départ et à faire une synthèse collective considérée comme trace écrite mémorisable. Les moments d'échanges entre l'enseignante et les élèves autour de l'activité expérimentale ont joué pleinement leur rôle dans la mise en tension des résultats de l'expérience avec les hypothèses soulevées par la classe pour s'accorder finalement, par validation d'une hypothèse, sur une interprétation commune qui correspond au savoir visé par l'enseignante.

Par ailleurs, l'expérience d'exposition du pot de l'eau salée au soleil a pour but d'initier les élèves au phénomène de l'évaporation. Cette pratique expérimentale correspond à la transposition d'une pratique domestique. Nous pensons que les élèves font référence à la vie quotidienne lorsqu'ils tentent d'expliquer l'évaporation. Dans leur quotidien, l'évaporation est prise au sens de nuages, fumée, etc., alors que le sens scientifique est

lié à un changement de l'état de la matière de l'état liquide à l'état gazeux. Dans de telles pratiques expérimentales, les élèves peuvent avoir tendance à négliger l'enjeu cognitif de l'activité expérimentale mise en place parce que « *le caractère familier de l'objet étudié se révèle un piège avec la confusion possible entre l'expérience scientifique réalisée en classe et « l'expérience commune » de ces mêmes objets* » (Bisault, 2008, p.29). Par ailleurs, il est difficile pour les élèves d'appréhender ce phénomène. Ceux-ci éprouvent des difficultés pour articuler et mettre en tension le registre empirique et le registre des modèles. Suite à sa complexité, l'explication du processus d'évaporation est mise à l'écart : l'enseignante a fait s'exprimer les élèves puis elle a imposé l'explication. Cela nous amène à nous interroger : à quel savoir scientifique l'introduction d'un processus complexe tel que l'évaporation peut-elle conduire les élèves ? Dans le cadre scolaire, qu'est-ce que ces expériences font apprendre aux élèves de plus par rapport à l'expérience quotidienne ? Qu'est-ce qu'ils apprennent d'un point de vue scientifique à cet âge-là ?

Nous passons maintenant à l'étude du problème de la solubilité des solides dans l'eau.

4.3. Etude du problème 3 : la solubilité des solides dans l'eau

Dans le but de préparer les élèves au quatrième problème portant sur le nettoyage de l'eau salie par la terre, l'enseignante a consacré une séance à la solubilité des solides dans l'eau. Celle-ci est organisée comme suit (tableau 28).

Séance 1 (31/05/2022)				
Problème étudié : La solubilité des solides dans l'eau (soluble / non soluble). - Hypothèses des élèves (productions individuelles) - Le solide est soluble (sel, sucre, poivre, farine, terre, café) dans l'eau. - Le solide (sel, sucre, poivre, farine, terre) est non soluble dans l'eau. - Les expériences mises en place Réalisation des mélanges (par groupes de 4, 5 élèves) eau + sucre eau + poivre eau + farine eau + café eau + terre - Interprétation des résultats des expériences (en collectif)				
Corpus : - Enregistrement de la séance et transcription (annexe 14). - Photos des expériences et photos du TBI.				

Tableau 28. Tableau synoptique du déroulement de la séance consacrée au problème de solubilité des solides dans l'eau

Description du déroulement de la séance

Cette séance vise à questionner la solubilité de certaines substances solides dans l'eau. L'enseignante a commencé par demander à la classe de proposer des solides qui peuvent se mélanger à l'eau « 1. P. [...] est-ce qu'on pourrait essayer de mélanger à l'eau des choses solides en grains avec l'eau ? ». Les élèves ont proposé : farine, sucre, poivre, café, terre. Les hypothèses à mettre à l'épreuve pour cette investigation sont claires et simples « 14. P. [...] Avant de faire l'expérience vous allez noter votre hypothèse. Est-ce que vous pensez que la farine ou le sucre ou la terre ou le café ou le poivre ils sont solubles dans l'eau ? [...] ». Celles-ci relèvent de prévisions plutôt que d'hypothèses. Pendant cette activité, l'enseignante fait émerger les prévisions des élèves et ne s'attend donc pas à avoir déjà les réponses avant d'avoir fait l'investigation et observer ce qui va se passer quand on mélange le solide à l'eau. Les élèves renseignent leurs prévisions dans la fiche activité que l'enseignante leur a distribuée. La figure 27 présente l'exemple de la production d'un élève (voir d'autres productions des élèves dans annexe 15).

Tous les solides (en grains) sont-ils solubles dans l'eau ?

Note le solide que tu testes : *farine*

PROTOCOLE EXPERIMENTAL

Mon hypothèse : *Elle est soluble.*

Expérience :
Explique l'expérience que tu réalises pour vérifier ton hypothèse :
On met la farine dans l'eau et on remue.

Fais un schéma légendé de l'expérience :

Résultat / Observations :
On voit que ça se mélange. On voit beaucoup de farine au fond.

Conclusion :
La farine n'est pas soluble.

Figure 27. Exemple de fiche distribuée aux élèves (solubilité des solides dans l'eau)

- La mise en place des expériences par les groupes d'élèves

L'enseignante a préparé au préalable des pots, de l'eau, des solides (farine, sucre, sel, café, poivre, terre) et une cuillère avec laquelle on peut remuer. Par groupes, les élèves réalisent des mélanges différents. Cette phase d'investigation expérimentale vise essentiellement à distinguer les solides solubles dans l'eau des non solubles. Voici quelques photos des expériences :

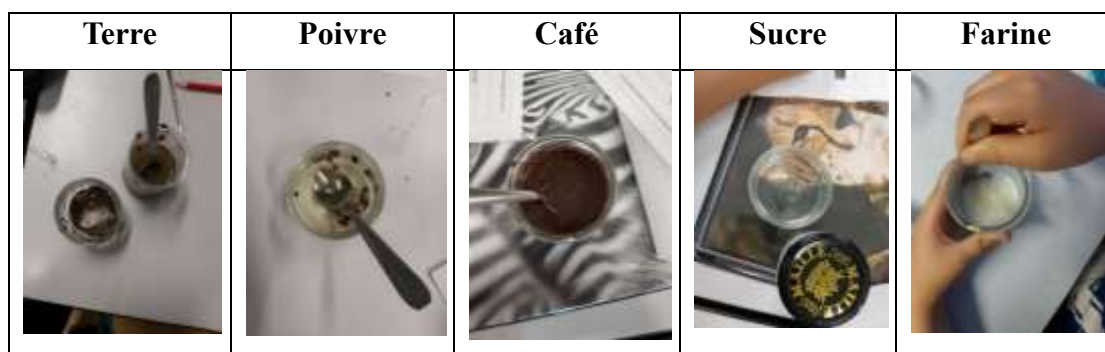


Figure 28. Les expériences de mélanges des solides dans l'eau mises en place par les groupes d'élèves

A ce stade, l'enseignante propose d'observer et d'interpréter les résultats des expériences. Les élèves sont invités à remplir un tableau pour consigner leurs observations et conclusions (figure 29). Pour revenir sur leurs hypothèses (prévisions), une mise en commun ponctue cette activité. La classe a abouti au constat que tous les solides ne se comportent pas de la même façon lorsqu'ils sont mélangés à l'eau : des solides sont solubles dans l'eau (sel, sucre), d'autres ne le sont pas (farine, café, terre).

Expériences mélanges eau + solide		
Mélange effectué	Donnée d'observation	Conclusion
farine	→ l'eau est trouble. → de la farine reste au fond.	La farine n'est pas soluble.
café	→ l'eau devient marron/noir. On observe encore des grains.	Le café n'est pas soluble.
grains de poivre	Des grains flottent et d'autres vont au fond. L'eau change de couleur.	Le poivre n'est pas soluble.
sucres	On ne voit plus le sucre.	Le sucre est soluble.
terre	La terre s'est déposée au fond, des éléments flottent. L'eau est salie par la terre.	La terre n'est pas soluble.

Figure 29. Conclusion et interprétations des résultats des expériences (solides + eau)

Ensuite, l'enseignante a projeté la trace écrite sur le TBI (figure 30).

Certains solides peuvent se dissoudre dans l'eau comme le sucre et le sel, c'est-à-dire qu'on ne les voit plus après un certain temps, attention ils n'ont pas disparu pour autant.

Figure 30. Texte de savoir construit (solubilité des solides dans l'eau)

Analyse de la séance portant sur le problème de solubilité des solides dans l'eau

- Interprétation des résultats des expériences

Les échanges de la classe autour des résultats des mélanges réalisés visent essentiellement à distinguer entre les solides solubles dans l'eau et les solides non solubles dans l'eau. L'extrait des échanges suivants nous montre que cette distinction est basée principalement sur l'observation du mélange réalisé : quand l'eau et le solide sont mélangés, si le solide est invisible dans l'eau, il est soluble, si le solide flotte ou se dépose au fond, il est non soluble.

22	Prof	[...] Conclusion est-ce que le café est soluble dans l'eau ?
23	Meriem	Non.
24	Prof	Non parce que on a encore des grains qui flottent d'accord. Le groupe avec le poivre qu'est ce qu'on observe ?
25	Alba	Il y a des grains de poivre qui restent au fond mais il y a aussi des grains qui flottent.
26	Prof	Oui et on aurait pu observer que l'eau prend une teinte un peu jaune.
27	Alba	Comme du thé.
28	Prof	Conclusion ?
29	Alba	Le poivre n'est pas soluble.
30	Prof	Le poivre n'est pas soluble dans l'eau. Ici on avait le sucre, qu'est-ce qu'on observe ?
31	Nordine	Le sucre il a disparu.
32	Prof	Le sucre a disparu à l'œil nu en effet, est-ce que le sucre est soluble ?
33	Anatole	Oui.
34	Prof	Oui, là si on avait goûté on aurait goûté de l'eau sucrée. Le sucre comme le sel est soluble dans l'eau. Il est toujours là mais il s'est dessous. La farine ? Observation ?
35	Louise	On voit beaucoup de farine au fond.
36	Prof	Donc au fond il y a un dépôt de farine, il y a de la farine qui s'est déposée malgré le fait d'avoir mélangé. Oui Harris conclusion.
37	Harris	La farine est indissoluble dans l'eau.
38	Prof	On dit pas indissoluble dans l'eau, on dit elle n'est pas soluble dans l'eau. Et pour la terre Mayeul dernier groupe ?

39	Mayeul	Il y a de la terre qui reste au fond.
40	Prof	Alors il y a de la terre qui reste au fond et des particules qui flottent dans l'eau, l'eau elle prend une teinte un peu marron. Conclusion ?
41	Mayeul	La terre n'est pas soluble.

Nous avons remarqué que la discussion n'est pas allée au-delà de cette distinction :

- Soluble pour désigner le solide qui se dissout dans l'eau (eau + sucre / eau + sel).
- Non soluble pour désigner le solide qui ne se dissout pas dans l'eau (eau + terre, poivre + eau, café + eau).

L'introduction des notions scientifiques « homogène », « hétérogène » n'est pas prise en compte dans le déroulement de la séance. Un mélange homogène est un mélange dont les constituants ne peuvent pas être distingués à l'œil nu lors d'une observation. En cas de mélange solide / liquide, la substance ajoutée au solvant se dissout complètement et devient invisible (sel + eau, sucre + eau). Un mélange hétérogène est un mélange dont les constituants peuvent être distingués. En cas de mélange solide / liquide, la substance ajoutée au solvant ne se dissout pas et reste visible (poivre + eau, café + eau, terre + eau).

Analyse du texte de savoir final

Le texte de savoir (figure 30) ne reprend pas tous les résultats des mélanges mis en place. La phrase « *Certains solides peuvent se dissoudre dans l'eau comme le sucre et le sel* » met l'accent uniquement sur deux mélanges réalisés en classe (eau + sel / sucre + sel ». La phrase « *c'est-à-dire qu'on ne les voit plus après un certain temps, attention ils n'ont pas disparu pour autant* » introduit et explique le processus de dissolution. Nous avons constaté aussi que la trace écrite ne reprend les deux notions mobilisées tout au long de la séance (soluble et non soluble). Ce texte de savoir ne retient qu'une partie du travail du problème étudié dans la séance.

Conclusion de l'étude du problème 3

Ce problème vise l'introduction du phénomène de solubilité des solides dans l'eau. L'enseignante a adapté sa démarche au problème en jeu qui ne semble pas nécessiter une démarche rigoureuse avec toutes les étapes du canevas de la démarche d'investigation. Ainsi, le déroulement de la démarche est centré sur la réalisation matérielle de l'expérience et la conduite des observations. La classe part de l'observation et de la description des résultats des mélanges effectués pour distinguer

entre les solides solubles dans l'eau et les non solubles sans attacher cette distinction à la qualification des solides en « homogène » ou « hétérogène ».

La séquence portant sur les mélanges des solides avec l'eau est clôturée par l'étude du dernier problème portant sur le nettoyage de l'eau salie par la terre.

4.4. Etude du problème 4 : « Comment nettoyer l'eau salie par la terre ? »

Description du déroulement des séances

Dans le cas de mélanges hétérogènes, lorsqu'on mélange un solide à l'eau on peut voir la substance solide en dépôt au fond du liquide ou des particules en suspension. L'enseignante a exploité un des mélanges effectués dans la séance précédente (eau + terre) pour annoncer le nouveau problème « Comment nettoyer l'eau salie par la terre ? ». L'étude de ce problème est organisée en deux séances que nous décrivons ci-dessous en mettant l'accent sur les expériences mises en œuvre. Le tableau suivant englobe les moments importants dans le travail de ce problème :

Problème étudié : Comment nettoyer l'eau salie par la terre ?	
Séance 1 (07/06/2022)	Séance 2 (14/06/2022)
- Hypothèse de la classe (en collectif) La filtration peut permettre la séparation des constituants du mélange de l'eau salie par la terre. - Les résultats prévus de la filtration (en collectif) (Considérés comme hypothèses pour la classe) 1.L'eau sera propre (eau claire, limpide) 2.L'eau ne sera pas complètement propre. 3.L'eau sera potable. - Expériences réalisées dans la classe (par groupes de 4, 5 élèves) Expériences de filtration de l'eau salie par la terre avec des filtres à café. - Interprétation des résultats des expériences de filtration (en collectif) La filtration a permis de nettoyer un peu l'eau, mais il reste encore des résidus dans l'eau, l'eau est moins trouble et plus claire qu'au départ mais pas propre.	- Observation des pots de l'eau filtrée après la décantation (en collectif) Les mini résidus se sont déposés au fond. - Interprétation du résultat de la décantation (en collectif) Le deuxième procédé qui permet de nettoyer l'eau est la décantation. - Construction collective du texte de savoir final.

- Conclusion commune de la classe L'hypothèse 2 est validée : L'eau ne sera pas complètement propre.	
Corpus : - Enregistrement des séances et transcriptions (annexe 16). - Photos du TBI. - Photos des expériences.	

Tableau 29. Tableau synoptique de déroulement des deux séances consacrées au problème de nettoyage de l'eau salie par la terre

Séance 1 :

Après que les élèves se sont appropriés les deux propriétés des solides mélangés à l'eau (soluble et non soluble), l'enseignante a pris l'exemple d'un solide insoluble dans l'eau « eau + terre » pour poser le nouveau questionnement. Elle a demandé aux élèves de proposer une expérience qui permet de nettoyer l'eau salie par la terre pour qu'elle redevienne claire et limpide « 11. P. [...] vous proposez des expériences réalisables dans la cadre de la classe des choses dont on dispose [...] » (figure 31). Pour ce faire, les groupes d'élèves ont proposé de filtrer l'eau avec différents outils (une passoire, un filtre à café, un tissu, un gant de toilette). Les élèves schématisent et expliquent leurs prévisions, avec plus ou moins de détails (annexe 17). Le tableau 30 donne à voir quelques productions d'élèves :

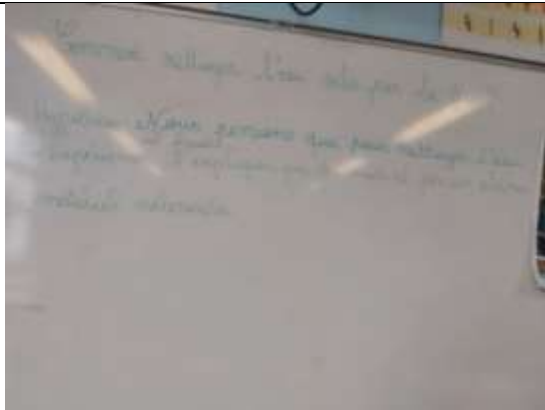
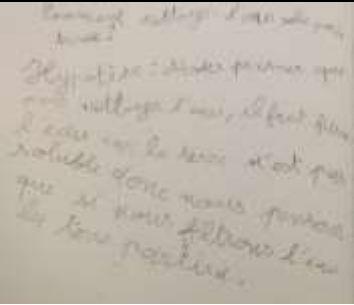
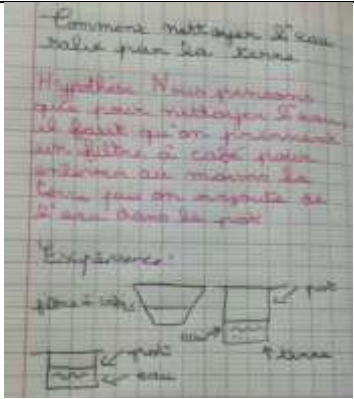
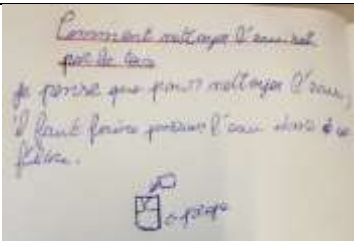
	Comment nettoyer l'eau salie par la terre ? Nous pensons que pour nettoyer l'eau il faut..... ➡ Expérience, l'expliquer par des mots et par un schéma. Matériel nécessaire.

Figure 31. Présentation de la démarche par l'enseignante (comment nettoyer l'eau salie par la terre)

Productions des élèves	Transcription
	Comment nettoyer l'eau sale par la terre ? Hypothèse : nous pensons que pour nettoyer l'eau, il faut filtrer l'eau car la terre n'est pas soluble donc nous pensons que si nous filtrons l'eau la terre partira.
	Comment nettoyer l'eau sale par la terre ? Hypothèse : nous pensons que pour nettoyer l'eau, il faut qu'on prenne un filtre à café pour enlever au moins la terre puis rajouter de l'eau dans l'eau.
	Comment nettoyer l'eau sale par la terre ? Je pense que pour nettoyer l'eau, il faut faire passer l'eau dans le filtre.
	Comment nettoyer l'eau sale par la terre ? Nous pensons que pour nettoyer l'eau, il nous faut soit une passoire soit un filtre à café.

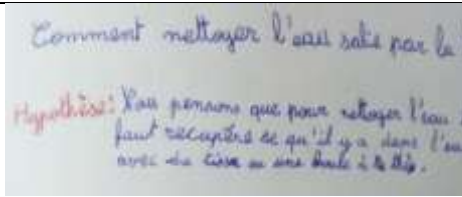
	Nous pensons que pour nettoyer l'eau, il faudrait filtrer l'eau avec un gant de toilette. Alors nous allons renverser plusieurs fois l'eau sur le gant de toilette et le gant de toilette sera au-dessus d'un pot pour garder l'eau.
	Comment nettoyer l'eau sale par la terre ? Hypothèse : Nous pensons que pour nettoyer l'eau il faut récupérer ce qu'il y a dans l'eau avec du tissu ou une boule à thé.
	Comment nettoyer l'eau sale par la terre ? Nous pensons que pour nettoyer l'eau il faut utiliser un filtre à café pour filtrer l'eau.
	Comment nettoyer l'eau sale par la terre ? Nous pensons que pour nettoyer l'eau, on doit utiliser une boule à thé.

Tableau 30. Propositions d'expériences par les élèves pour nettoyer l'eau salie par la terre

Après un temps de présentation et de confrontation des travaux des groupes, la classe se met d'accord sur le choix de filtrer l'eau avec des filtres à café. Un élève (Enzo) a proposé de faire plusieurs filtrations pour que l'eau reprenne sa couleur. L'enseignante a retenu cette proposition (voir l'extrait d'échanges suivant).

21	Prof	Enzo propose quelque chose de plus qui est intéressant à laquelle il faudra réfléchir vas-y.
22	Enzo	A force de filtrer l'eau, l'eau va reprendre sa couleur.
23	Prof	Donc tu veux dire en faisant plusieurs filtrations successives avec des éléments propres certainement. Oui on pourra faire plusieurs filtrations successives.

La figure 32 reprend les hypothèses formulées par la classe pour nettoyer l’eau salie par la terre, que l’enseignante note au tableau.

	Comment nettoyer l’eau sale ? 1.Schématiser et légender le pot au départ. 2.Expérience : schématiser / expliquer. 3. Observations Conclusion / hypothèse ? 4. Sinon, que faire ? Filtration : filtrer l’eau. 1ère hypothèse : l’eau est propre (transparente) → eau claire, limpide. 2° : l’eau ne sera pas complètement propre (il restera des mini résidus de terre). 3° : potable.

Figure 32. Les hypothèses formulées par la classe pour nettoyer l’eau salie par la terre

- Mise en place des expériences de filtration

L’enseignante a retenu toutes les suppositions des élèves (filtration par filtre à café, tissu, passoire ou boule à thé). Cependant elle a proposé de partir sur plusieurs filtrations avec des filtres à café. Les élèves vont tester expérimentalement les hypothèses provisoires qu’ils ont proposées auparavant et qui sont présentées dans la figure 32. Avant la mise en place des expériences, l’enseignante a montré le pot du mélange (terre + eau) aux élèves pour observation. Les élèves ont constaté qu’il y a beaucoup de terre qui est restée au fond et des choses qui flottent sur la surface. Voici quelques photos des expériences (tableau 31) :

Avant filtration	Première filtration	Deuxième filtration	Troisième filtration
			

Tableau 31. Résultats des expériences de filtration de l’eau salie par la terre

Après avoir effectué plusieurs filtrations en groupes, les élèves ont noté leurs observations des résultats des expériences individuellement (annexe 18). Après une mise en commun, la classe est arrivée à la conclusion suivante : « après trois filtrations, les gros bouts sont partis mais il reste des morceaux dans l'eau, l'eau est moins trouble et plus claire qu'au départ mais pas propre, la filtration a permis de nettoyer un peu l'eau ». La classe a validé la deuxième l'hypothèse « *l'eau n'est pas complètement propre, il restera des mini résidus de terre* ».

Séance 2 :

L'enseignante a fait un petit rappel des expériences de filtration de l'eau salie par la terre et du résultat obtenu, elle affirme que « 10. P. *La filtration, on avait vu que c'était déjà pas mal ce que vous obtenez par filtration mais c'était pas suffisant [...]* ». Puis, elle a invité les élèves à observer les pots d'eau salie qu'ils ont déjà filtrée dans la première séance (figure 33) « 10.P. [...] *vous ne les manipulez pas trop, observez juste ce qui se passe [...]* », « 12. P. [...] *Regardez bien comme vous ne remuez pas trop, c'est ce qui reste de vos expériences de la semaine dernière, j'ai pas touché [...]* ». Les élèves ont constaté que l'eau est devenue plus claire et que les mini résidus se sont déposés au fond. L'enseignante a alors introduit la notion de la décantation.

Explicitons un peu ce processus de décantation : lorsqu'un solide n'est pas soluble dans l'eau, il suffit de laisser reposer le mélange pour que le solide se place en dessous du liquide ou remonte à la surface du liquide, et cela, selon sa densité. Pour le mélange de l'eau salie par la terre, si le liquide contient des bouts en suspension est laissé au repos, selon leur densité, les bouts se déposent au fond ou remontent à la surface.



Figure 33. Photos des pots d'eau salie par la terre après décantation

Le déroulement de la séance a fini par la distribution d'une trace écrite élaborée préalablement par l'enseignante (figure 34). Ce texte de savoir renvoie à ce que les élèves doivent prendre en compte dans l'étude de ce problème.

Comment nettoyer l'eau sale ?

Voilà ce que nous pouvons observer si nous laissons le mélange eau + terre.
Ce procédé est utilisé pour nettoyer l'eau sale. On l'appelle la **DECANTATION**. Elle consiste simplement à **laisser reposer** un mélange hétérogène (composé de plusieurs éléments visibles) en attendant que les constituants se séparent spontanément.

Il existe un autre procédé qui permet de nettoyer l'eau, il s'appelle la **FILTRATION**. C'est ce procédé que tu as expérimenté.

Decantation et filtration sont deux procédés qui permettent de nettoyer l'eau. Mais attention elle n'est pas potable (on ne peut pas la consommer).



Comment nettoyer l'eau sale ?

Voilà ce que nous pouvons observer si nous laissons le mélange eau + terre.

Ce procédé est utilisé pour nettoyer l'eau sale. On l'appelle la **DECANTATION**. Elle consiste simplement à **laisser reposer** un mélange hétérogène (composé de plusieurs éléments visibles) en attendant que les constituants se séparent spontanément.

Il existe un autre procédé qui permet de nettoyer l'eau, il s'appelle **FILTRATION**. C'est ce procédé que tu as expérimenté.

Decantation et filtration sont deux procédés qui permettent de nettoyer l'eau. Mais attention elle n'est pas potable (on ne peut pas la consommer).

Figure 34. Le texte de savoir fourni par l'enseignante (nettoyer l'eau salie par la terre)

Analyse des séances traitant le problème de nettoyage de l'eau salie par la terre

- La prise en charge de la phase de formulation des hypothèses par les élèves

L'étude de l'extrait ci-dessous des échanges entre l'enseignante et les élèves lors de la phase de la conception des hypothèses et de la proposition des expériences nous a permis de constater que cette phase est prise en charge par les élèves. L'enseignante interroge les élèves pour prévoir ce qui va se passer et faire émerger leurs prévisions sur le résultat des expériences envisagées. Les hypothèses sont bien clarifiées et l'anticipation des résultats expérimentaux est explicitée. L'enseignante s'efforce de faire apparaître l'existence de prévisions différentes, qui n'ont pas fait l'objet d'une confrontation ni entre les élèves ni entre les élèves et l'enseignante. Il apparaît en effet

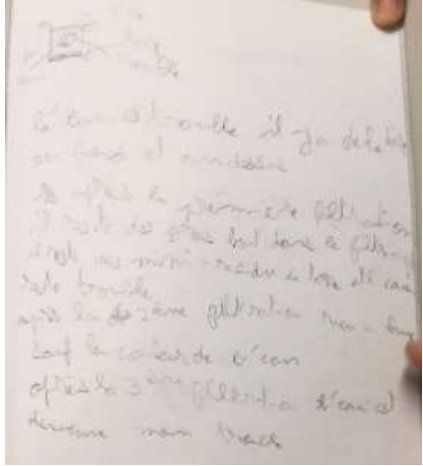
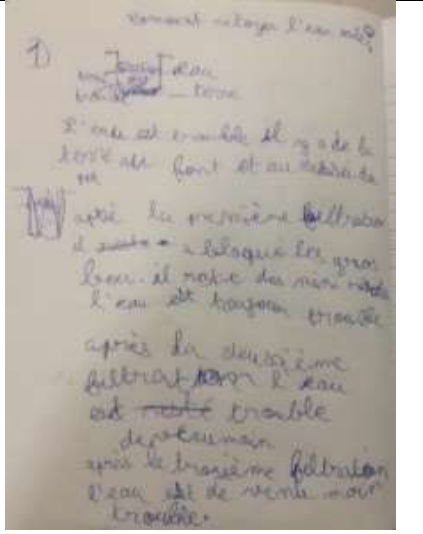
à l'étude des interactions de classe que les élèves font preuve d'une certaine variété d'idées qui a enrichi la phase de proposition des hypothèses dans le sens souhaité par l'enseignante (figure 32). Chaque groupe exprime son hypothèse, l'enseignante reformule, répète mais ne commente pas les réponses des élèves.

Comme le montre l'extrait ci-après, les élèves confondent eau limpide, eau pure, eau transparente, eau potable, eau propre. Une eau limpide n'est pas forcément potable (elle peut contenir des substances dissoutes toxiques ou en quantité excessive, ou encore des micro-organismes dangereux). Par filtration on peut obtenir une eau limpide. Les élèves pensent que ce liquide est de l'eau pure, alors qu'elle peut contenir des substances dissoutes dans l'eau.

25	Prof	[...] Donc vous avez tous choisi la filtration, pourquoi, quelle est l'hypothèse ? Avant cette filtration, qu'est-ce que vous supposez ? Quel va en être le résultat d'après vous ? Vous deviez émettre des hypothèses, vous deviez dire ce que vous envisagez comme expérience, décrire votre expérience, parce que vous pensez qu'après cette expérience qu'est ce qui va se passer ?
26	Enzo	L'eau devient propre.
27	Prof	L'eau devient propre, l'eau sera propre. Donc on suppose l'hypothèse de tous, c'est que l'eau est propre. Comment verra-t-on qu'elle est propre ? Donc ça c'est votre hypothèse l'eau elle est propre après filtration. Oui.
28	Rim	L'eau sera transparente.
29	Prof	Donc elle sera propre on la verra transparente. Comment on appelle une eau transparente, une eau où il n'y a rien ?
30	Enzo	L'eau claire.
31	Prof	L'eau claire ou limpide.
32	Enzo	Et aussi, l'eau est propre, nous on a pensé qu'on a mis le filtre à café, si ça pas marché il va rester les mini résidus.
33	Prof	Vous c'est votre hypothèse, il y en a qui pensent qu'après la filtration ou plusieurs filtrations que proposait Enzo l'eau va être propre et met comme hypothèse qu'elle sera pas complètement propre.
34	Delya	Oui il restera toujours des choses.
35	Prof	D'accord parce qu'il restera toujours des choses. Donc il restera des résidus c'est ça, on l'appelle ça comment ce qui restera ?
36	Marius	Des mini résidus.
37	Prof	Il restera des mini résidus de terre, oui.
38	Mayeul	Moi je pense que l'eau elle sera pas toute blanche, elle sera légèrement mais elle sera potable.
39	Prof	C'est-à-dire que l'eau sera potable, potable ça veut dire quoi ?
40	Marius	Qu'on peut boire.

- Observation et interprétation des résultats des expériences de filtration

Après avoir effectué plusieurs filtrations en groupes, les élèves ont noté leurs observations des résultats des expériences individuellement (annexe 18). Nous nous appuyons sur leurs productions écrites (tableau 32) pour voir comment ils interprètent le fait expérimental et comment les expériences contribuent à la construction de leur savoir. Voici quelques exemples de productions des élèves :

Productions des élèves	Transcription
	L'eau est trouble il y a de la terre au fond et au-dessus. Après la première filtration il reste de gros bouts dans le filtre, il reste des mini résidus de terre et l'eau reste trouble. Après la deuxième filtration, rien n'a changé sauf la couleur de l'eau. Après la troisième filtration l'eau est devenue moins trouble.
	Comment nettoyer l'eau sale ? L'eau est trouble il y a de la terre au fond et au-dessus du pot. Après la première filtration, il a bloqué les gros bouts, il reste des mini résidus. L'eau est toujours trouble. Après la deuxième filtration, l'eau est devenue moins trouble. Après la troisième filtration l'eau est devenue moins trouble.
	Comment nettoyer l'eau sale ? L'eau est très sale et il y a de la terre en haut et en bas. Il y a de gros morceaux de terre qui sont dans le filtre. L'eau s'éclaircit un peu.

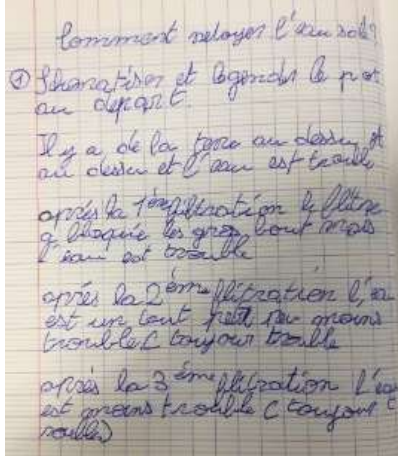
	Comment nettoyer l'eau sale ? Il y a de la terre au-dessus et au-dessous et l'eau est trouble. Après la première filtration le filtre a bloqué les gros bouts mais l'eau est trouble. Après la deuxième filtration l'eau est un tout petit peu moins trouble toujours trouble. Après la troisième filtration l'eau est moins trouble (c'est toujours trouble).
	Comment nettoyer l'eau sale ? L'eau est très sale et il y a de la terre en haut et en bas. L'expérience a permis d'éliminer un peu de terre. Elle s'éclaircit peu à peu.
	Comment nettoyer l'eau sale ? L'eau est très sale et il y a de la terre en haut et de la terre en bas. Dans le filtre il y a des gros bouts de terre, les gros bouts sont partis mais les petits bouts sont restés. L'eau s'éclaircit peu à peu.

Tableau 32. Quelques productions des élèves sur les observations des résultats de filtration de l'eau salie par la terre

La filtration est un procédé de séparation qui sert à séparer les différents constituants d'un mélange hétérogène contenant une phase solide et une phase liquide, au travers d'un milieu poreux, et cela, en fonction de la taille de ses trous. Les productions des élèves nous montrent que les élèves se rendent compte qu'à force de filtrer le mélange à l'aide d'un filtre à café, le solide est récupéré dans le filtre qui retient les plus grosses particules. L'activité expérimentale se situe donc dans le mode didactique d'investigation empirique (Coquidé, 1998) avec articulation entre données empiriques et hypothèses émises. L'étude des moments d'échanges ci-dessous autour des résultats des expériences de filtration de l'eau salie par la terre nous montre que l'objectif de

l'enseignante est de faire apparaître l'existence d'interprétations différentes des résultats obtenus des expériences, puis d'intervenir pour guider la classe à une conclusion commune : « après trois filtrations, les gros bouts sont partis mais il reste des morceaux dans l'eau, l'eau est moins trouble et plus claire qu'au départ mais pas propre, la filtration a permis de nettoyer un peu l'eau ». De ce fait, l'hypothèse 2 « l'eau n'est pas complètement propre, il restera des mini résidus de terre » est validée.

86	Prof	D'accord très bien c'est bien, ce groupe-là ?
87	Marius	A la première filtration, au tout début il y avait de la terre au-dessus, c'était vraiment super sale. Après la première filtration, le filtre a bloqué les gros bouts genre des petits cailloux des bouts de la terre.
88	Prof	C'est ça il y en a qui n'ont pas dit, c'était des bouts de bois des petits cailloux c'est ça qui est filtré en premier.
89	Marius	Mais elle est toujours trouble. A la deuxième filtration l'eau est tout petit peu moins trouble.
90	Prof	D'accord.
91	Marius	Au bout de la troisième filtration on a eu presque le même résultat.
92	Prof	D'accord, la troisième filtration n'a pas donné plusieurs résultats parce que les plus gros morceaux étaient déjà partis. Donc l'eau reste trouble, vas-y Mayeul t'as dit quoi ?
93	Mayeul	Avant c'était moins clair que ça.
94	Prof	Elle s'est éclaircie, elle est moins trouble.
95	Mayeul	Notre hypothèse en fait elle est bonne parce qu'elle reste aussi des mini résidus.
96	Prof	C'est ça donc votre hypothèse c'était l'eau sera pas complètement propre, il restera des mini résidus de terre, donc vous avez la bonne hypothèse. C'est ça donc vous avez conclu ce que vous aviez mis en hypothèse.

- La décantation comme deuxième procédé de nettoyage de l'eau salie par la terre

L'enseignante veut que les élèves découvrent une autre méthode de séparation des constituants du mélange. Les échanges suivants nous montrent que l'enseignante incite les élèves à observer et à comparer le résultat obtenu après la filtration avec le résultat obtenu après avoir laissé l'eau salie par la terre reposer pendant une semaine. Ensuite, elle a donné hâtivement la définition de la notion de la décantation comme deuxième procédé permettant de nettoyer l'eau « 49. P. C'est le temps de laisser aux particules aux mini résidus d'aller au fond précipiter au fond d'accord. La décantation c'est on attend que ça décante d'accord [...] ».

28	Prof	[...] est-ce que lorsque le pot est passé, vous avez trouvé la même chose que à la fin de l'expérience de la filtration ?
29	La classe	Non.
30	Prof	Qu'est ce qui a changé par rapport à la filtration ?
31	Zahia	L'eau est devenue propre, les gros bouts ont resté au fond.
32	Prof	Mais les gros on a dit qu'après la filtration on en avait plus, le problème c'était les petits bouts, c'était les mini résidus comme on les avaient appelés. Là que s'est-il passé ?
33	Rim	Ils sont regroupés.
34	Prof	Ils sont regroupés où ?
35	Rim	Au fond.
36	Prof	Si vous avez bien observé ici, vous n'avez pas trop manipulé le pot les mini résidus se sont déposés au fond.
37	Mayeul	L'eau est devenue plus claire.

Analyse de la trace écrite

Avec présentation des schémas légendés expliquant comment s'est déroulé le processus de la décantation (figure 34), ce texte de savoir met l'accent sur les deux processus permettant de nettoyer l'eau salie par la terre (filtration et décantation). Tout d'abord, il indique que la décantation « *consiste simplement à laisser reposer un mélange hétérogène (composé de plusieurs éléments visibles) en attendant que les constituants se séparent spontanément* ». L'enseignante a repris la définition introduite lors de l'observation du pot après une semaine. Quant à la notion de « *mélange hétérogène* », elle est introduite brusquement dans la trace écrite. Puis, le texte de savoir indique que « *Décantation et filtration sont deux procédés qui permettent de nettoyer l'eau. Mais attention elle n'est pas potable (on ne peut pas la consommer)* ». Cela se rapporte dans le déroulement de la séquence à la lecture et à l'interprétation des résultats des expériences mises en place.

A ce stade, nous présentons ci-dessous les résultats issus de l'analyse des quatre problèmes portant sur les mélanges.

5. Résultats issus de l'analyse des quatre problèmes

Tout au long du déroulement de cette séquence durant laquelle quatre problèmes sont en jeu, nous avons constaté qu'une marge d'action est donnée aux élèves. Les élèves prennent en charge le choix des expériences, l'émission des hypothèses, la mise en place des expériences et l'interprétation des résultats obtenus. Nous avons repéré une articulation des pratiques langagières et des pratiques expérimentales notamment lors de l'interprétation des résultats expérimentaux. Dans l'ensemble de la séquence, les

élèves s'expriment oralement et par écrit et participent dans la construction de leur savoir. Bien que l'enseignante s'efforce à donner la parole aux élèves et à leur laisser une marge d'action, par derrière, et tenant compte du temps limité de la classe, des moments de guidage et d'orientation vers ce qu'elle veut entendre sont présents. Cette forme de gestion des échanges en classe a réduit la possibilité d'apparition de moments d'objections ou de controverses qui auraient pu avoir lieu notamment lors de l'explication des résultats expérimentaux.

Malgré la présence de ces moments de guidage, l'enseignante ne cherche pas à aller vite vers la solution par le biais des expériences. En classe, elle met l'accent sur les problèmes en question, et juge important de ne pas rester sur l'idée de l'expérience qui « marche ». L'enseignante n'est pas sur une logique de réussite de l'expérience, elle laisse aux élèves une certaine possibilité d'errance et de tâtonnement. Les élèves sont encouragés à envisager différentes voies d'expérimentation et à ne pas se limiter à une seule investigation. Les hypothèses de départ proposées dans cette séquence sont bien explicitées, suivies d'expériences adaptées permettant de les mettre à l'épreuve, certaines sont confirmées, d'autres rejetées. La démarche adoptée par l'enseignante se caractérise par la mise en place de nombreuses investigations scientifiques et des va-et-vient entre différentes hypothèses et résultats expérimentaux. Elle peut être comprise comme une démarche de type hypothético-déductive.

L'enseignante n'impose pas un dispositif expérimental orienté dès le début, son rôle est de cadrer l'activité investigatrice des élèves. On ne se lance pas directement dans l'expérimentation, mais on réfléchit d'abord à ce que l'on veut faire. Les pratiques expérimentales mises en œuvre ont permis aux élèves de se confronter à de véritables investigations scientifiques : ils émettent des hypothèses, expérimentent, observent et interprètent les résultats, mettent en commun leurs comptes-rendus d'expériences, les confrontent notamment si des divergences sont obtenues, reprennent leurs hypothèses, proposent d'autres voies d'expériences si nécessaire, concluent. La démarche adoptée est plus proche d'une attitude « *falsificationniste* », où l'expérience a pour fonction de mettre à l'épreuve des hypothèses. L'enseignante a investi l'exploitation des expériences en cultivant une logique de réfutation. Elle cherche à développer chez les élèves un esprit de découverte scientifique, à les amener à explorer différentes voies d'investigations «20. P. E1. [...] *Ils ont compris qu'une conclusion peut nous amener à une nouvelle proposition d'expérience* ». La confirmation d'une hypothèse ne clôt pas la démarche, ne conduit pas nécessairement à la solution du problème, elle peut être le

point de départ de nouvelles hypothèses et de nouvelles expérimentations « 20. P. E2 [...] ils ont bien compris que comme tous les scientifiques il fallait d'abord être confronté à un problème, essayer de trouver des solutions, formuler des hypothèses et se dire ce qu'on attendait à l'issue de l'expérience et voir que ça marchait ou pas mais ça n'empêche de recommencer [...] ». Grâce à la démarche investigatrice mise en place, l'enseignante cherche à faire acquérir une aptitude à se poser des questions, à accepter les échecs, à réfléchir sur sa démarche et à envisager d'autres solutions.

D'après nos analyses, nous pouvons dire que la démarche adoptée par l'enseignante est caractérisée par plus de marge de manœuvre donnée aux élèves dans les différentes phases d'expérimentation. D'ailleurs, l'approche validation/réfutation domine les pratiques envisagées par l'enseignante qui limite la trace écrite à la solution des problèmes, et en reste ainsi à une forme assertorique du savoir.

Après avoir analysé les pratiques de l'enseignante, nous passons dans le point suivant à l'analyse plus précise des deux entretiens menés avec elle et qui visent essentiellement à ce qu'elle justifie ce qui organise ses choix en classe et les difficultés liées à l'étude des problèmes des mélanges.

6. Etude des entretiens conduits avec l'enseignante B

Dans le but de mieux comprendre les choix de l'enseignante dans l'étude des problèmes portant sur les mélanges, nous avons envisagé de mener un entretien pré-séquence dans lequel elle explicite ce qu'elle prévoit de faire dans la séquence. Cela peut nous apporter des précisions sur sa conception sur la démarche scientifique et la fonction qu'elle attribue aux expérimentations. En fin de séquence, nous avons conduit un deuxième entretien avec elle, dans lequel elle est amenée à commenter sa pratique effective par rapport à ce qu'elle a prévu et à dévoiler les difficultés rencontrées dans la mise en place et l'exploitation de l'expérimentation dans la résolution des problèmes en jeu.

L'entretien semi-directif pré-séquence est réalisé le 3 mai 2022, soit juste avant la première séance. Il a duré environ vingt-cinq minutes. Il est enregistré en audio et transcrit (annexe 19). Quant à l'entretien semi-directif post-séquence, il est réalisé le 21 Juin 2022, soit une semaine après la mise en place de la séquence. Il a duré environ vingt-cinq minutes et est enregistré en audio et transcrit (annexe 20). L'enseignante concernée est expérimentée, elle a 23 ans d'ancienneté dans l'enseignement dont 21 ans en classe de CM1. Elle a déclaré n'avoir pas eu de formations en sciences pendant

dix ans «12. P. E1⁵⁰.[...] il y a longtemps que j'ai plus de formation en sciences et je saurai même plus quelle était l'intitulé parce que ça fait au moins une dizaine d'années, dix ans peut être il me semble. Ces dernières années on a fait beaucoup de français et Maths ». Pour préparer sa séquence, elle s'appuie nécessairement sur des ressources en ligne (sites Internet) en s'inspirant des programmes « 42. P. E1. [...] les programmes ça me donnent des idées de thématiques et voir comment je vais raccrocher mes projets au programme [...] ».

6.1. La conception de l'enseignante B de la démarche d'investigation

La démarche que l'enseignante a déclaré mettre en place correspond à l'esprit de la démarche d'investigation « 36.P. E2⁵¹. Ben là, on un problème et puis on réfléchit à un protocole qui permet de mettre en évidence certaines choses et ils font une expérience c'est faire des expériences c'est ça c'est essayer des choses se tromper recommencer. Voilà, le problème, l'hypothèse, l'expérience, l'interprétation et puis il y a la conclusion. Voilà ben je sais que c'est ça, l'expérience englobe tout ça ». D'après nos analyses de sa pratique de classe, l'enseignante donne de l'importance à l'espace « investigation » dans la démarche et incite les élèves à proposer plusieurs voies investigatrices en favorisant des allers-retours entre résultats, hypothèses et problématique de départ.

L'enseignante donne de l'importance à la partie empirique de la démarche scientifique. En effet, elle valorise beaucoup les expériences « 58. P. E2. Les expériences permettaient de répondre à la question au final donc ça fait partie d'une étape importante dans le protocole de la démarche scientifique [...] ». Pour elle, expérimenter est essentiel en sciences « 70. P. E1. [...] Donc si on peut pas, aux moins en sciences faire au moins un schéma d'observation ou d'expériences c'est pas de la science. Alors quelque fois ils peuvent travailler sur des documents mais pas trop souvent, sinon c'est pas de la science. Les documents viennent en support, comme là avec les marais salants, ça viendra en support si l'évaporation ne vient pas dans leur proposition d'expériences ». Si l'on se reporte à sa pratique de classe, nous nous rendons compte que l'expérimentation a toute sa place dans la résolution des problèmes. Une marge de manœuvre est donnée à la classe dans la proposition, la mise en place et l'exploitation des pratiques expérimentales dans la construction de savoirs scientifiques. Aussi, des

⁵⁰ E1 : entretien pré-séquence.

⁵¹ E2 : Entretien post-séquence.

allers-retours sont privilégiés dans la mise en relation des résultats expérimentaux et des hypothèses.

6.2. Choix limité des expériences possibles

Le choix des expériences mises en place est influencé par des questions de faisabilité et de dangerosité. L'enseignante a privilégié des expériences simples et faisables en classe et qui ne nécessitent pas beaucoup de préparation. Même si l'expérience de l'ébullition de l'eau par l'utilisation d'une plaque chauffante est faisable en classe et peut donner des résultats instantanés et plus significatifs, l'enseignante a éliminé ce choix proposé par les élèves à cause de sa dangerosité. Comme tous les enseignants contactés, l'enseignante a pointé des difficultés liées à l'indisponibilité du matériel nécessaire à la réalisation des expériences dans les classes de l'école élémentaire. Elle a indiqué qu'elle se débrouille personnellement pour assurer le matériel mis à la disposition des élèves. En plus de sa dangerosité, l'expérience d'ébullition d'eau n'a pas été mise en place suite au manque du matériel « 50.P.E2. *Oui mais alors c'est pareil c'est plus faisable en classe, j'aurais pu travailler sur l'ébullition de l'eau et le fait que ça disparaisse mais j'avais pas le matériel où il aurait fallu que je trouvais une plaque chauffante pour le faire, en plus c'est un peu dangereux, oui il y en a un qui l'avait proposé donc je l'ai mise de côté [...]* ». Par ailleurs, pour des exigences liées au respect du temps scolaire, qui est une contrainte partagée par tous les enseignants de l'école élémentaire, l'enseignante a dû réduire le nombre des expériences prévues (les mélanges liquide + liquide) « 30. P. E2. *Ben je me disais le temps presse, j'avais bien vu j'aurais pas assez de temps si j'avais inséré entre les deux et mélanger des liquides, c'est par rapport au temps* ».

6.3. Une marge de manœuvre donnée aux élèves

Suite aux contraintes liées aux programmes chargés à l'école élémentaire, l'enseignante voit que les enseignants partent sur des pratiques rapides. Quant à elle, elle a déclaré vouloir mettre en place une démarche scientifique et ne pas rester sur des pratiques habituelles. Elle juge important de donner une marge d'action aux élèves « 16.P. E2. *[...] les enseignants de l'élémentaire sont toujours pris par un programme, ils voulaient absolument terminer leur programme et quelquefois c'est vrai c'est la solution facile c'est de montrer aux élèves des petits vidéos quelquefois on veut aller vite et puis on donne des photocopies et des résultats d'expériences d'autres personnes, c'est pas eux qui font les expériences. Donc là ça m'a permis de vraiment les mettre*

dans une démarche scientifique, ils deviennent acteurs de leur apprentissage. En fait il y a le travail de groupe ensuite il y a la prise de parole, la présentation avec la formulation des hypothèses la formulation des conclusions [...] ». Si l'on reporte à sa pratique de classe, nous constatons qu'elle donne une place à l'expression et aux interactions langagières dans les différentes phases du travail des problèmes. La conduite de la démarche de cette manière permet aux élèves de s'approprier des aspects de la démarche scientifique.

6.4. La complexité du savoir en jeu

L'enseignante envisage la réussite de la séquence dans l'implication des élèves « 18. P. E2. *Dans l'ensemble ils sont tous impliqués dans les expériences, ils s'impliquaient bien quand il fallait réaliser les expériences [...] »* et dans leur participation dans la démarche « 6. P. E2. *Ben les élèves ont participé en proposant des expériences qui étaient réalisables en classe avec des objets du quotidien, c'était quand même ce qui est été demandé quand on pouvait le faire. Je pense que ce qui fait que ça marche c'est que les élèves participent ils sont acteurs de leur recherche dans les travaux demandés, ils sont tous entrés dans l'activité de toute façon ».* En contrepartie, elle a exprimé d'être confrontée à des difficultés liées à la complexité du savoir en jeu dans cette thématique « 14. P. E2. *[...] ce thème est difficile parce qu'il y a plein de choses qui pourraient être abordées qui n'ont pas été abordées comme je l'ai dit avec les mélanges eau avec d'autres liquides et je suis pas allée jusqu'au bout j'ai pas assez pris le temps pour certaines notions comme mélanges homogène hétérogène dissolution évaporation [...] ».* Raison pour laquelle, elle a choisi ne pas s'embarquer dans l'explication ces concepts « 46. P. E2. *[...]il y a plein de notions que j'aurais dû aborder que j'ai abordé légèrement mais il y a plein d'erreurs d'interprétation comme la vapeur d'eau ça se voit pas au final, ce qu'on voit il y a déjà la décantation je l'ai quelquefois évoquée mais j'aurais dû aller trop loin. C'est un choix de ma part de pas forcément évoquer dire ben la vapeur l'eau ça se voit pas c'est un gaz j'ai pas été plus dans les détails c'est pareil c'est tout un travail qui aurait pu être fait sur les transformations de l'eau et les états de l'eau et heureusement qu'il y a un qui m'en sorti et dit on laisse comme ça, ça s'évapore parce que sinon j'aurais dû apporter la notion ».*

6.5. Difficultés liées à l'interprétation des résultats expérimentaux

L'enseignante voit que les élèves lorsqu'ils s'impliquent dans la mise en place des expériences perdent de vue le problème de départ. Elle se rend compte de cette difficulté

et s'efforce de recadrer les élèves pour garder ce lien « 52. P. E2. [...] le fait de reprendre à chaque fois le fil conducteur et à chaque séance de rappeler de rattacher ce qui a été fait et ce qu'on va faire je pense que ça permet de recadrer certains personnes qui veulent faire des expériences pour faire des expériences et pour toucher aux objets. Je pense qu'il en a qui perdent de vue à un moment que tout ça on le fait pour répondre à une question au final ». Nous avons constaté dans nos analyses des pratiques de l'enseignante que ces difficultés sont surmontées par des moments de guidage de certains élèves notamment lors de l'interprétation des résultats des expériences dans la construction des savoirs visés.

L'enseignante a pointé d'autres difficultés liées aux conceptions préalables des élèves, par exemple lors de l'expérience de la dissolution, les élèves pensent que le solide a disparu parce qu'ils ne le voient pas « 26. P. E1. Difficile parce que ils croient savoir des choses et quelque fois elles sont fausses. Leur première conception elle est fausse ou elle est approximative on va dire parce que ils savent bien que le sucre, par exemple le sucre qu'on va mélanger il est disparu mais il disparaît pas il est soluble donc il se disperse, c'est comme le sel on le voit pas dans l'eau mais pourtant il est là ». Cette difficulté est surmontée par les élèves par des moments d'échanges autour du résultat de la dissolution du sel dans l'eau. Ils ont leur permis finalement de dépasser leurs conceptions et de s'approprier que le sel finalement a disparu seulement à la vue.

7. Conclusion globale de l'étude de la séquence portant sur les mélanges

Dans cette étude de cas, nous avons vu comment l'enseignante investit des expérimentations sur les mélanges lors d'une séquence de sciences portant sur différents problèmes. Nous essayons de synthétiser la démarche adoptée dans la séquence en comparant les différentes étapes du travail des problèmes aux moments de la démarche d'investigation (tableau 33). Nous prenons l'exemple du problème de nettoyage de l'eau salée par la terre.

DI	Déroulement de la séquence
Mise en situation	Présentation du problème en jeu par l'enseignante « Comment nettoyer l'eau salée par la terre ? »
La phase d'émission d'hypothèses	Par groupes, les élèves sont invités à émettre des hypothèses sur les résultats attendus après la filtration de l'eau salée par la terre : -L'eau est propre. -L'eau ne sera pas complètement propre. -L'eau sera potable.

Les expériences mises en place	Investigation expérimentale : mise en place des expériences de filtration.
Interprétation des résultats	Allers-retours entre les résultats expérimentaux et les hypothèses émises par la classe.
Structuration des connaissances	Texte de savoir construit collectivement par la classe.

Tableau 33. Etude comparative des moments de la démarche d'investigation avec la démarche mise en place par l'enseignante B

La démarche menée est chronophage parce que l'enseignante a pris beaucoup de temps pour expliquer aux élèves l'esprit d'une investigation expérimentale. D'une manière générale, nous pouvons dire que l'enseignante a pu conduire une séquence qui correspond à la structure d'une démarche d'investigation (mise en situation, émission des hypothèses, expérimentations, conclusion). Elle adapte le canevas de la démarche d'investigation avec la nature du problème. L'enseignante investit tous les étapes (les moments) dans la démarche quand cela lui apparaît nécessaire (les problèmes « Comment récupérer le sel de l'eau salée » et « Comment nettoyer l'eau salée par la terre »). Par contre, pour le problème de « D'où vient le sel de cuisine ? », la classe s'est focalisée sur l'observation des résultats des mélanges sans passer obligatoirement par des hypothèses. Cela nous amène à dire que la fonction de l'expérience dans la démarche dépend aussi du problème en jeu, de l'expérience elle-même, et du canevas suivi dans le déroulement de la démarche.

Il est vrai qu'il n'y a pas eu des moments de véritable problématisation, censés donner une autre forme de sens à l'expérimentation. Cependant, les pratiques mises en place dans cette étude de cas ont permis de promouvoir la participation des élèves dans la démarche et ont favorisé leur contribution dans la construction du savoir. Les élèves, comme des chercheurs, ne disposent pas des réponses aux problèmes. Ils sont mis face à une initiation à une véritable démarche expérimentale et se montrent capables d'imaginer des expériences et de mettre à l'épreuve les hypothèses qu'ils ont émises. Les résultats des expérimentations envisagées les mettent en situation de recherche et leur permettent d'évoluer vers des attitudes plus scientifiques.

Après avoir analysé les fonctions des expérimentations lors de la mise en place de deux séquences portant sur des problèmes en sciences physiques, nous cherchons maintenant à voir comment des pratiques expérimentales sont exploitées par les enseignants dans une thématique de la biologie végétale, à savoir : les besoins des plantes vertes pour se développer.

**Partie 4 : Etude des fonctions des
expérimentations dans des situations
ordinaires portant sur le problème de
nutrition des plantes vertes**

Introduction

Cette partie se rapporte à l'étude des fonctions des pratiques expérimentales dans deux séquences ordinaires portant sur le problème des besoins des plantes vertes pour se développer. Le problème de la nutrition des plantes vertes (organismes chlorophylliens) représente une constante dans les programmes de sciences à l'école élémentaire. Le travail de ce problème met en jeu des expérimentations visant à identifier les facteurs intervenant dans la nutrition et le développement des plantes vertes. Les deux séquences que nous allons étudier sont conduites par deux enseignantes différentes (recueil de 2017/2018 et recueil de 2021/2022) et se sont déroulées dans des classes de CM1/CM2 (élèves de 9-11 ans). Nous nous intéressons à l'analyse des pratiques enseignantes liées à l'exploitation des activités expérimentales dans la construction de savoirs scientifiques relatifs à ce problème. Puis, nous effectuons une étude comparative du fonctionnement des deux enseignantes dans le but de voir si les expériences remplissent la même fonction et/ou si les résultats obtenus dans l'étude de ce problème dépendent du fonctionnement de l'enseignante elle-même, du choix des expériences, ou de la démarche adoptée. Pour cerner les modes de fonctionnement des deux enseignantes dans la mise en œuvre de cette investigation expérimentale, nous nous appuyons sur les entretiens qui peuvent leur servir à justifier leurs choix. Une discussion générale clôture cette partie, dans laquelle nous tentons de préciser les difficultés attachées à la mise en place et à l'exploitation des pratiques expérimentales dans le problème de la nutrition des plantes au cycle 3 de l'école élémentaire. Cette partie se compose de trois chapitres : dans le premier, nous précisons le savoir à faire acquérir aux élèves à ce niveau d'enseignement et les difficultés associées à l'étude de ce problème à l'école élémentaire notamment celles liées aux conceptions les plus fréquentes repérées chez les élèves sur la nutrition des plantes. Dans le deuxième chapitre, nous étudions la première séquence observée en 2017/2018. Dans le troisième chapitre, nous analysons la deuxième séquence portant sur le même problème, observée en 2022. Une conclusion générale clôture cette partie et reprend et compare les deux études de cas.

Chapitre 1 : La nutrition des plantes vertes : quels savoirs en jeu ?

Introduction

Nous explicitons dans ce chapitre les processus intervenant dans la nutrition des plantes vertes au cours de leur croissance et de leur développement. Puis, nous mettons l'accent sur les conceptions des élèves de l'école élémentaire à propos de la thématique de nutrition des plantes vertes. Elles peuvent être à l'origine de difficultés dans l'appropriation de savoirs scientifiques à ce niveau d'enseignement.

1. Le phénomène de la photosynthèse

Pour fabriquer les éléments nutritifs dont elles ont besoin pour croître et se développer, les plantes vertes ont besoin du dioxyde du carbone (CO_2), de l'eau et des sels minéraux. Grâce à l'énergie lumineuse, le phénomène de la photosynthèse leur permet de fabriquer leur matière organique à partir de ces substances minérales. Les plantes utilisent comme matière première l'eau et les sels minéraux en solution, qu'elles prennent dans le sol et qui pénètrent par les racines et circulent par des vaisseaux jusqu'aux feuilles. Ces éléments se mêlent avec du dioxyde du carbone que les plantes puisent dans l'air atmosphérique. Au cours du phénomène de la photosynthèse, les feuilles captent la lumière du soleil, celle-ci est la source d'énergie dont se servent les plantes pour effectuer des réactions de transformation de l'eau, des sels minéraux et du dioxyde de carbone en matière organique. Cette réaction s'accompagne d'un dégagement de dioxygène O_2 . Les substances organiques synthétisées lors de la photosynthèse forment la sève élaborée qui circule dans des vaisseaux conducteurs vers tous les organes aériens et racinaires de la plante favorisant ainsi son développement et sa croissance.

Pour leur développement, une graine et une plante verte n'ont pas les mêmes besoins. Le phénomène de photosynthèse concerne la plante verte qui croît et se développe, alors que la germination est le début du développement d'un végétal à partir d'une graine. Quand elle germe, la graine n'a pas les mêmes besoins qu'une plante développée. Ce qui importe le plus est l'eau avec une température modérée. La graine contient en effet des tissus de réserves qui fournissent les éléments indispensables à la croissance de la jeune plantule qu'elle renferme. Elle n'a donc pas besoin de CO_2 comme élément nutritif, par contre la présence d' O_2 est importante pour permettre l'utilisation de ces réserves, cela exige un environnement bien aéré et une réhydratation des tissus.

2. La respiration chez les plantes vertes

La respiration fait partie des fonctions de la nutrition. Une plante chlorophyllienne comme tous les êtres vivants respire, mais à la lumière elle fait aussi la photosynthèse pour se nourrir et construire sa propre matière nutritive. La photosynthèse se fait seulement le jour, alors que la respiration se fait tout le temps jour et nuit. Tous les organes des plantes vertes respirent, c'est-à-dire consomment de l'O₂ et rejettent du CO₂. Durant le processus de respiration, les plantes vertes utilisent l'oxygène et les sucres produits pendant la photosynthèse pour produire de l'énergie nécessaire à leur croissance et à leur développement. Le jour, la photosynthèse et la respiration se produisent simultanément. En termes d'échanges gazeux, la photosynthèse utilise le CO₂ et rejette O₂, alors que la respiration utilise le O₂ et rejette le CO₂. L'activité respiratoire photosynthétique prédomine sur l'activité respiratoire, ce qui donne un bilan global des échanges gazeux en faveur d'une consommation de CO₂ et d'un rejet d'O₂.

Ces précisions, étant données, il nous paraît important de prendre en compte les approches que peuvent avoir les élèves du processus de nutrition des plantes vertes.

3. Les conceptions des élèves à propos de la nutrition des plantes vertes à l'école élémentaire

Des travaux en didactique se sont intéressés au problème de la nutrition des plantes vertes et aux difficultés que peuvent avoir les élèves pour construire des savoirs scientifiques (Rumelhard, 1985 ; Canal De Leon, 1992). Etant donné que cette thématique aborde des processus scientifiques complexes et difficiles à s'approprier par les élèves de l'école élémentaire, les difficultés les plus fréquentes d'enseignement et d'apprentissage des besoins des plantes vertes sont celles relatives aux conceptions des élèves. Dans sa recherche consacrée aux difficultés qui peuvent faire obstacle à l'appropriation du concept de photosynthèse, Rumelhard (1985, p.42) a interrogé les élèves de huit classes de première ou de terminale (240 élèves). En s'appuyant sur l'analyse des réponses de ceux-ci, il montre que la majorité des élèves adoptent la conception de la terre nourricière, ils pensent que la plante se nourrit à partir de la terre. L'air comme source d'élément nutritif n'est pas évoqué dans les réponses des élèves. Certains d'entre eux réduisent les éléments puisés du sol à l'eau et aux sels minéraux. L'importance de la lumière ou du soleil est évoquée par certains. Le tableau suivant

donne à voir les conceptions des élèves sur la nutrition des plantes vertes issues des résultats de l'analyse que Rumelhard a effectuée :

Conceptions des élèves sur la nutrition des plantes
<i>« Pour la majorité des élèves la plante verte trouve sa nourriture dans le sol, par l'intermédiaire des racines » (Rumelhard, 1985, p.42).</i>
<i>« L'air comme source de matière "nutritive" n'est jamais évoqué, ou plus exactement, lorsque la possibilité d'échanges gazeux est décrite, ce qui est rare, les réponses sont vagues ou ambiguës : échange d'air, échange de CO₂ et d'O₂. L'ambiguïté tient à la confusion avec la respiration, en sorte que, dans les cas les plus précis, l'air absorbé est l'oxygène » (Ibidem, p.42).</i>
<i>« La nature des éléments nutritifs puisés dans le sol n'est pas souvent évoquée avec précision. On cite le plus souvent l'eau et les sels minéraux sans plus. Quelques élèves ajoutent : des produits décomposés, des déchets, des petites particules, des particules microscopiques, des sucs, des bactéries, des particules vivantes » (Ibidem, p.42).</i>
<i>« L'importance de la lumière, ou du soleil sont évoqués, mais lorsque le rôle en est précisé, c'est au mieux pour apporter la "chaleur". Le problème de l'énergie nécessaire aux synthèses n'est pas posé » (Ibidem, p.42).</i>

Tableau 34. Conceptions des élèves sur la nutrition des plantes (Rumelhard, 1985, p.42)

Dans le numéro 15 d'Aster (1992) intitulé « *Lumières sur les végétaux verts* », l'article de Canal de Leon (1992) s'attache à analyser les conceptions des élèves de l'école primaire dans le domaine de la nutrition des plantes. Il fait référence à un ensemble de recherches antérieures (Host, 1976 ; Simpson & Arnold, 1982 ; Giordan, 1990 ; Wandersee, 1983). Tout comme les résultats que Rumelhard (1985) a obtenus sur les conceptions des élèves à propos de la photosynthèse, et en s'appuyant sur ces recherches, Canal De Leon en arrive au même constat. En effet, les élèves de l'école primaire conçoivent la nutrition des plantes comme un processus qui se développe en puisant des substances dans le sol (Canal De Leon, 1992, p.9). Il écrit que « *Les rapports dont on peut disposer concordent donc pour signaler une tendance générale chez les élèves du primaire. Ils considèrent que les plantes s'alimentent d'une façon analogue à celle des animaux en prenant des aliments à l'extérieur. Ceci se ferait par les racines, en mangeant de la terre (ou les produits qui forment le sol* » (Ibidem, p.10). Cela correspond chez les élèves à une assimilation des racines de la plante à la bouche

des animaux comme endroit où les aliments peuvent entrer. Ils conçoivent la nutrition des plantes comme une incorporation de substances de l'extérieur. Ces conceptions sont persistantes chez les élèves puisqu'on les retrouve même chez des élèves plus âgés (collège, lycée). Pour eux, les éléments nutritifs qui servent de nourriture à la plante viennent du sol et sont captés par les racines. De son côté, Wandresse (1983) s'est inspiré de la célèbre expérience de Van Helmont sur la croissance d'un saule pour mettre en cause les conceptions des élèves de dix ans. Il a constaté à travers son étude que les élèves pensent que la terre du pot va perdre du poids : « *L'une des raisons pour expliquer cette perte consiste à penser que la plante mange la terre : parce que la terre c'est l'aliment de la plante, sans elle la plante ne peut pas vivre* » (Canal De Leon, 1992, p.10).

Pour les échanges respiratoires, « *les enfants, dès le jeune âge, pensent que les plantes respirent à l'inverse des humains, considérant respiration uniquement comme un échange gazeux, indépendant des autres processus des plantes* » (Rumelhard, 1985, p.12). La plupart des élèves soutiennent l'idée que « *les plantes n'utilisent pas l'air ou le font dans un "sens opposé aux animaux"* » (Ibidem, p.11). La moitié des élèves interrogés ont des difficultés « *à décider si l'oxygène entre ou sort de la feuille pendant la photosynthèse* » (Ibidem, pp.11-12).

Pour les élèves, les plantes privées de lumière sont simplement des plantes moins « saines ». Ils pensent que la lumière contribue seulement à l'amélioration de la santé de la plante et la considèrent comme « *un élément qui fortifie celles-ci, les assimilant à une vitamine ou un fortifiant* » (Ibidem, p.11). Cette conception rend difficile d'expliquer aux élèves que les plantes situées à l'obscurité ne peuvent pas utiliser des éléments nutritifs nécessaires à leur développement. La même complexité se pose aux élèves pour concevoir le rôle du gaz carbonique (CO₂) comme élément nutritif de la plante, « *30 % des élèves du primaire (dix douze ans) connaissent l'existence d'échanges gazeux chez les plantes, mais les englobent dans la respiration. Ils pensent que les échanges photosynthétiques sont une respiration spéciale aux plantes, différente de celle des animaux* » (Ibidem, p.11). D'un autre côté, pour les élèves « *Le processus de la respiration des plantes n'est pas quelque chose de très clair avec des signes externes simples à observer comme chez les animaux* » (Ibidem, p.11). Ceci peut expliquer les difficultés de compréhension des processus qu'impliquent les échanges gazeux chez les plantes.

Conclusion

Pour récapituler, ces recherches montrent qu'il est difficile pour les élèves de l'école élémentaire de s'approprier un phénomène comme la photosynthèse ou encore de le distinguer du processus de la respiration chez les plantes vertes. La conception de la terre nourricière persiste chez les élèves qui conçoivent que les plantes vertes se développent seulement en puisant des éléments nutritifs dans le sol. Des données de recherche apportées par l'équipe de l'INRP (Host, 1976) ont pointé que les chercheurs *« estiment impossible de commencer l'apprentissage des processus de la photosynthèse avant l'âge de douze ans environ, âge auquel une première approximation cohérente pourrait être développée »* (Canal De Leon, 1992, p.10).

Compte tenu de ces développements, nous passons à la présentation et à l'analyse de la première séquence ordinaire de classe que nous allons étudier dans le but de saisir les fonctions attribuées par l'enseignante aux expériences mises en place lors de l'étude du problème des besoins des plantes pour se développer.

Chapitre 2. Etude d'une séquence ordinaire traitant le problème des besoins des plantes vertes pour se développer (recueil 2017/2018)

Introduction

Cette étude de cas se rapporte à une séquence ordinaire qui s'est déroulée en classe de CM1/CM2 (élèves de 9-11 ans), portant sur le problème des besoins des plantes vertes pour se développer. Nous étudions les fonctions des pratiques expérimentales dans la construction de savoirs scientifiques par les élèves. Dans un premier temps, nous présentons les prescriptions institutionnelles attachées à l'enseignement de cette thématique à ce niveau scolaire. Puis, nous décrivons le déroulement de la séquence de classe étudiée. Ensuite, nous procédons à l'analyse des pratiques de l'enseignante C notamment celles liées à l'exploitation des pratiques expérimentales dans la résolution du problème en jeu. Ensuite, nous analysons l'entretien semi-directif réalisé avec l'enseignante C. Une conclusion générale clôturera ce chapitre, dans laquelle nous croisons les résultats issus de l'analyse de la séquence et de l'analyse de l'entretien.

1. Présentation de la séquence de classe étudiée

Comme nous avons déjà montré, le phénomène de la photosynthèse est un domaine de connaissances difficile en soi dont les élèves de l'école élémentaire ne peuvent pas approprier toutes les relations et les concepts. Le problème de la nutrition des plantes est pris en compte par les programmes de 2015 dans la partie consacrée à l'étude d'« *Expliquer l'origine de la matière organique des êtres vivants et son devenir* » (BO, 2015, p. 193), où il s'agit de travailler sur les « *Besoins des plantes vertes* » (BO, 2015, p. 193). En classe, on se limite à une logique de facteurs sans entrer dans le processus de la photosynthèse ou dans le fonctionnement des mécanismes de nutrition. Pour adapter cette thématique au jeune âge des élèves, la focale est mise sur les éléments qui interviennent dans le développement des plantes vertes. L'expérimentation sur les plantes vertes demeure ainsi plus accessible à l'école élémentaire.

Dans le cadre de notre recherche, nous étudions une séquence qui porte sur le problème suivant : « De quoi les plantes vertes ont-elles besoin pour se développer ? ». Elle est constituée de trois séances et se déroule dans une classe de CM1/CM2 de vingt et deux élèves (9 - 11 ans). L'enseignante C est expérimentée et a douze ans d'ancienneté dans

ce niveau scolaire. Les données ont été recueillies en Décembre 2017 et Janvier 2018 en situation ordinaire dans une école à Arras. Ce problème est familier aux élèves de cette classe, étant donné qu'ils ont déjà travaillé -selon la déclaration de l'enseignante- sur les besoins des végétaux au cycle 2. Les compétences et les objectifs d'apprentissage associés à l'étude de ce problème dans les ressources pédagogiques de Retz (2016, p.86) que l'enseignante utilise sont : « *Identifier les éléments essentiels nécessaires à la nutrition et au développement des plantes vertes ; formuler une problématique scientifique et proposer des hypothèses pour y répondre ; proposer des expériences simples et choisir le matériel adapté pour tester une hypothèse ; interpréter un résultat et faire une conclusion ; formaliser sa recherche sous une forme écrite ou orale* ». Nous disposons des enregistrements audios de l'ensemble des séances (1-3), de leur transcription (annexe 21), du recueil des productions des élèves (annexe 22) et de l'entretien mené avec l'enseignante (annexe 23).

Après avoir présenté la séquence de classe étudiée, nous passons à la description des moments importants suivis dans le travail de ce problème.

2. Description du déroulement de la séquence étudiée

La séquence est organisée en trois séances que nous décrivons ci-dessous en mettant l'accent sur les pratiques expérimentales mises en œuvre. Le tableau suivant présente d'une manière synthétique le déroulement de la séquence :

Problème étudié : De quoi les plantes vertes ont-elles besoin pour se développer ?		
Séance 1 (15/12/2017)	Séance (11/01/2018)	Séance3 (18/01/2018)
- Projection successive des supports documentaires (TBI) -Image d'un maïs fané. -Image d'un cerisier à feuilles « tombantes ». -Image sur les tontes de la pelouse. -Présentation par l'enseignante du problème en jeu : De quoi les plantes vertes ont-elles besoin pour se développer ?	- Hypothèses de la classe (en collectif). Pour se développer, les plantes ont besoin de : l'eau, la terre, la chaleur, la lumière. - Expériences réalisées en classe par les élèves (en groupes de 3, 4 élèves) -Semis de graines (haricot, Œillets d'indes, fleurs d'hibiscus) dans des différentes conditions.	- Observation des résultats des semis (en collectif) - Projection du texte de savoir final par l'enseignante.
Corpus : - Enregistrement des séances et transcriptions (annexe 21). - Entretien avec l'enseignante (08/02/2018, 15 minutes) (annexe 23). - Photos du TBI. - Photos des expériences.		

Tableau 35. Tableau synoptique du déroulement de la séquence

Séance 1 :

- Utilisation des supports documentaires

L'enseignante introduit la séance par un petit rappel du problème étudié dans la séquence précédente « *Les besoins alimentaires des êtres humains selon les endroits où ils vivent* ». Afin de faire une transition vers le thème de la nouvelle séquence, elle a posé la question « 1.P. [...] Est-ce que vous connaissez d'autres êtres vivants sur cette Terre ? [...] ». Plusieurs élèves répondent spontanément et citent quelques animaux (vache, cochon, chien, lapin, furet, lion, poissons...). Ensuite une nouvelle consigne est donnée : « 29. P. [...] il y a plus d'êtres vivants sur Terre à part ça ? ». Plusieurs élèves

répondent : les plantes et citent quelques exemples (tulipe, maïs, céréales, arbres,...). Puis, l'enseignante s'interroge sur « 56. P. Pourquoi on dit que les plantes sont vivantes ? ». Quelques élèves répondent « elles meurent », « ça fane ». Cette discussion a conduit à se questionner sur les besoins des plantes pour survivre. Les élèves répondent spontanément : la terre, l'eau, le soleil, comme le montre l'extrait des échanges suivant :

62	Prof	[...] à partir du moment où une plante meurt ça veut bien dire qu'avant de mourir elle a vécu donc c'est vivant, si c'est vivant ça veut dire elle a besoin de beaucoup de choses une plante.
63	Juliana	De l'eau.
64	Prof	L'eau.
65	Maxime	Le soleil.
66	Prof	Le soleil.
67	Roxane	La terre.
68	Prof	De la terre.

Afin de mieux cerner les besoins des plantes, l'enseignante s'est appuyée sur trois documents (le champ de maïs, le cerisier, la pelouse). Elle a commencé par projeter l'image d'un champ de maïs fané au TBI (figure 35) et a invité les élèves à l'observer et à réfléchir à ce qui manque à ce champ pour être beau.

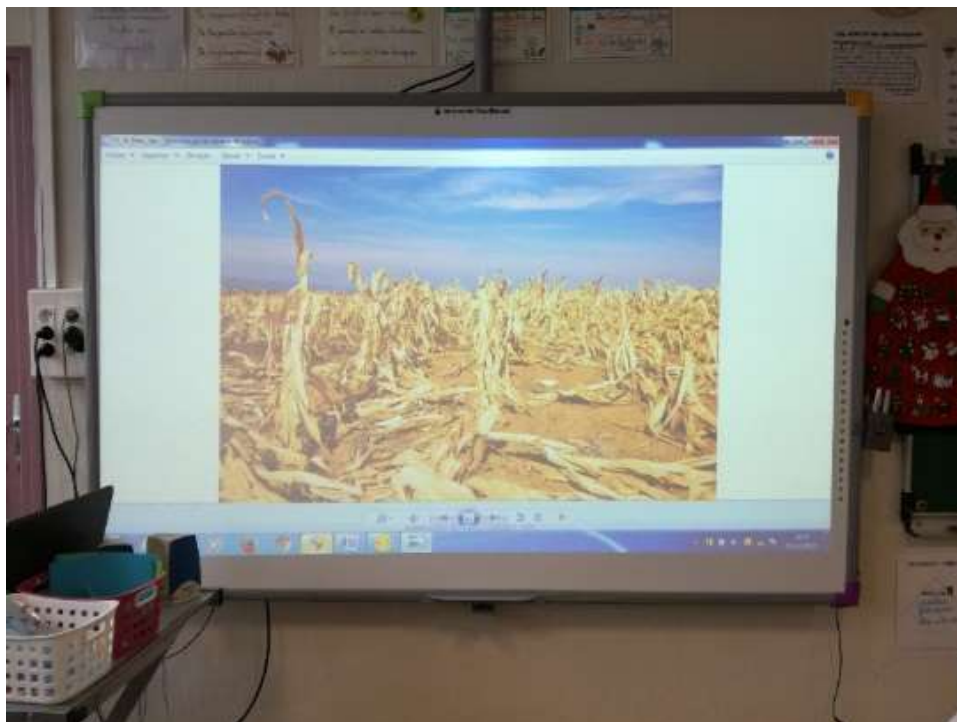


Figure 35. L'image projetée du champ de maïs

Plusieurs élèves répondent que le champ de maïs a fané à cause de la sécheresse et du manque de pluie. Il est à constater que ce champ, avec cette hauteur des plants, peut correspondre à un champ après la récolte et que cet aspect des plants du maïs peut être lié à la fin du cycle végétatif et pas forcément au manque d'eau. L'enseignante a détourné l'image pour son sujet et a pris ce qui l'intéresse dans les propos des élèves. La discussion a abouti au résultat suivant : « 133. P. [...] alors résultat si la plante avait de la terre elle avait du soleil mais elle a manqué d'eau, ça veut dire que pour qu'une plante pousse il faut pas seulement du soleil il faut pas seulement de la terre il faut aussi de l'eau, il faut plusieurs éléments pour qu'une plante pousse d'accord [...] ». L'extrait des échanges suivant nous permet de constater que l'enseignante cherche à montrer aux élèves l'importance de l'eau dans la survie de la plante verte. Les réponses des élèves correspondent à celles recherchées par l'enseignante et sont souvent limitées à un mot (fanés, sécheresse, ..).

97	Prof	Alors c'est un champ de maïs en effet, et qu'est-ce que vous observez dans ce champ de maïs ? alors Elif qu'est-ce que tu observes ?
98	Elif	Ben ils sont fanés.
99	Prof	Ah ils sont fanés pourquoi c'est fané ?
100	Roxane	Parce que c'est jaune.
101	Prof	Non, Thao qu'est-ce que tu observes ?
102	Thao	Ben en fait c'est dans un champ de maïs, c'est séché.
103	Prof	Ah c'est un joli mot oui, Thao utilise un joli mot pourriez-vous le répéter ?
104	La classe	La sécheresse.
105	Prof	La sécheresse, alors pourtant est-ce qu'il a l'air de faire beau ?
106	La classe	Oui.
107	Prof	Oui donc ça veut dire que la plante a-t-elle l'air de faire beau ?
108	La classe	Oui.
109	Prof	Oui, donc la plante a eu du soleil pour pousser ?
110	La classe	Oui.
111	Prof	Oui elle est plantée dans quoi ?
112	Maxime	Dans un champ.
113	Prof	Oui alors un champ c'est quoi au sol ?
114	La classe	De la terre.
115	Prof	De la terre, donc il y a eu du soleil il y a eu de la terre mais. Vas-y Jérémy.
116	Jérémy	Pas de pluie.

Pour illustrer le besoin d'eau, l'enseignante a projeté une deuxième image au TBI (figure 36), celle d'un cerisier avec des feuilles oranges légèrement tombantes à cause d'une carence en l'eau et d'une sécheresse.

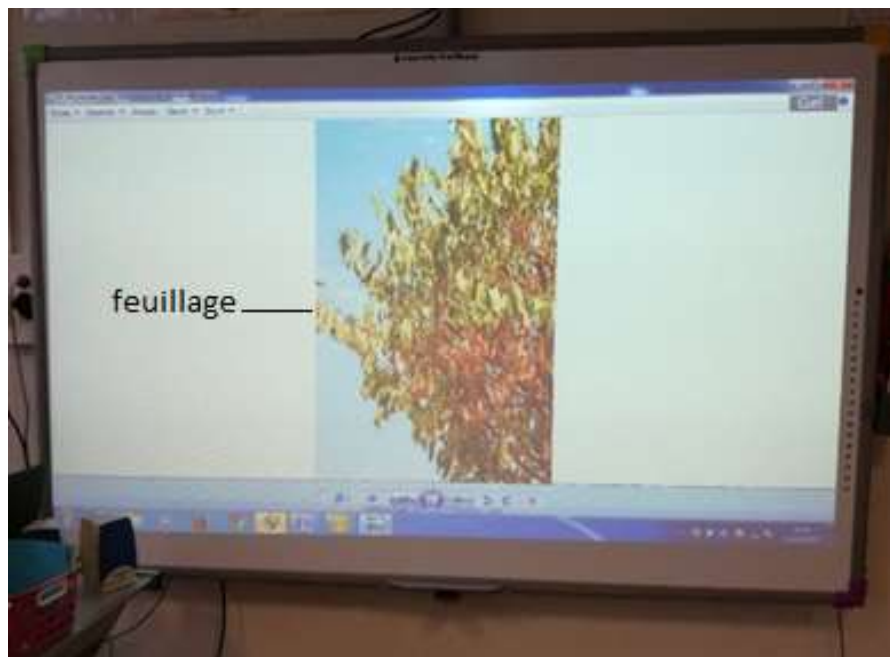


Figure 36. Une partie du feuillage d'un cerisier (feuilles sèches, feuilles non sèches)

Les échanges autour de l'image montrent que l'objectif de l'enseignante est de montrer aux élèves l'importance de l'eau pour la survie des plantes vertes. Elle a orienté la classe pour conclure que le soleil et le manque de pluie peuvent causer la fanaison des plantes.

133	Prof	[...] L'eau est donc indispensable pour la survie des plantes, par exemple voici un arbre alors ça c'est un cerisier et ben regardez comment sont les feuilles regardez.
134	Thao	Tombantes.
135	Prof	Oui légèrement tombantes, on voit bien qu'elles sont pas en forme.
136	Théo	Des feuilles oranges aussi.
137	Prof	On a des feuilles oranges voire marrons.
138	Jessy	Il y a eu trop de soleil.
139	Prof	Il y a eu trop de soleil et pas assez de pluie, donc ce cerisier les feuilles les fleurs les feuilles pardon sont en train de ?
140	La classe	Faner.

Puis, l'enseignante a projeté l'image du « *constat de jardinier* » au TBI (figure 37).

Constat de jardinier Tous les jardiniers l'ont constaté, il faut tondre la pelouse plus souvent au printemps, lorsque le beau temps alterne avec des périodes de pluie. Pendant l'été, les pluies se font plus rares, la tondeuse est moins utilisée.	

Figure 37. Constat de jardinier sur les tontes de la pelouse

Ensuite, elle a posé la question « 145. P. [...] Est-ce que vous voyez des gens en ce moment (en hiver) tondent les pelouses ? ». Comme le montre l'extrait des échanges suivant, une courte discussion a abouti finalement à dire que les jardiniers ne tondent pas la pelouse en hiver par manque du soleil et de chaleur et qu'il faut la tondre en printemps au moment où deux conditions sont réunies (pluie, chaleur). L'enseignante fait référence aux pratiques du jardinier pour montrer aux élèves la nécessité de la chaleur pour la poussée de la pelouse.

145	Prof	[...] Est-ce que vous voyez des gens en ce moment (en hiver) tondent les pelouses ?
146	La classe	Non.
147	Prof	Non parce que on est en hiver, qu'est ce qui ne va pas comment c'est que la pelouse ne pousse pas en ce moment ?
148	Romuald	Il fait trop froid.
149	Prof	Alors déjà oui qu'est-ce qu'il manque alors que manque-t-il à la pelouse en ce moment pour pousser ?
150	Elif	Du soleil de la chaleur.
151	Prof	Du soleil et de la chaleur parce que là il y a de l'eau il y a de la pluie on est d'accord il y a le terre mais par contre il manque du soleil, donc les pelouses ne poussent plus pourquoi on doit la tondre plus souvent en printemps. Alors c'est écrit comment ça se fait qu'au printemps tout à coup le monde ressort sa tondeuse ?
152	Roxane	Parce que il fait beau.

L'enseignante a exploité les images projetées au TBI pour mettre l'accent sur trois éléments importants pour la poussée des plantes (eau, lumière, chaleur). Dans le but de répondre au problème de départ, elle a orienté la classe vers des expériences de semis. Les élèves sont alors sollicités pour ramener du matériel nécessaire pour mettre en place des semis (graines, pots, récipients, gobelets, terreau, coton, jardinières) à la séance d'après.

Séance 2 :

- Les expériences de semis de graines différentes

Après avoir rappelé le problème de départ, l'enseignante a proposé aux élèves de rassembler le matériel expérimental qu'ils ont pu apporter (tableau 36). Elle introduit l'expérimentation en faisant référence aux pratiques de la vie quotidienne « 42.P. Alors on va voir ce que ça peut donner, si ça pousse. Maintenant à vous d'être bons jardiniers [...] ». Par groupes de trois ou quatre élèves (six groupes) choisis en fonction de leur emplacement dans la classe, les élèves ont eu à leur disposition des graines différentes (haricot, œillets d'Inde, hibiscus) pour faire des semis dans différentes conditions, pendant lesquelles on modifie à chaque fois un des paramètres afin d'observer les effets induits par ces changements (exemple : eau/sans eau ; lumière/sans lumière). Par exemple, pour voir si la lumière est indispensable pour la germination d'une graine, on propose de mettre une graine dans le noir et une graine à la lumière, si la graine réagit comme le prévoit par avance l'hypothèse, alors l'hypothèse est confirmée. Tout au long de la séquence, l'enseignante utilise « plantations »⁵² pour désigner les expériences de semis de graines différentes.

Force est à constater que les pratiques expérimentales proposées ne correspondent pas au problème posé initialement dans la séquence. Avant de mettre en place les expériences, l'enseignante a élaboré le tableau ci-dessous, dans lequel elle a présenté les expériences et les hypothèses d'une manière générale. Les élèves n'ont pas eu une marge d'action dans la démarche pour concevoir des expériences ou émettre des hypothèses, c'est l'enseignante qui a pris en charge ce travail.

Hypothèses	Matériel	Graines
Terre, chaleur, eau, soleil, lumière.	Coton, pots, terre, coton.	Haricots, graines d'hibiscus, graines d'œillets d'Inde.

Tableau 36. Hypothèses et dispositif expérimental mis en place pour les semis de graines

⁵² Un semis consiste à mettre une graine en terre. Une plantation est une opération qui consiste à placer de jeunes plantes en terre. Pour la suite de notre étude, nous utilisons « semis » pour désigner les expériences mises en place.

En nous référant au dispositif expérimental, nous constatons que l'enseignante a utilisé des graines différentes (haricot, hibiscus, œillets d'Inde) dans le but de tester les hypothèses liées à leurs besoins pour germer (terre, chaleur, eau, soleil, lumière). L'idée de l'enseignante est aussi de mettre en place des expériences témoins⁵³ de semis de graines dans des conditions différentes avec à chaque fois un changement de paramètre «85. P. [...] il y aura des œillets d'Inde dehors et on va mettre des œillets d'Inde à l'intérieur comme ça on va voir un petit peu qui pousse le plus vite. Pareil je vais prendre un peu d'haricot avec la terre, je vais l'enfermer dans le noir complet dans le placard et on va voir si ça pousse aussi vite qu'une graine de haricot qui est à la lumière du jour. On va mettre aussi des haricots avec suffisamment d'eau et d'autres sans eau et on va voir si ça pousse ». Pour cela, la classe a mis en place des couples d'expériences (froid / température de la classe ; lumière / pas de lumière ; eau / pas d'eau).

A cause de nos déplacements limités dans la classe pour ne pas compromettre le bon fonctionnement de celle-ci, nous avons pris les photos de huit expériences. Pour celles que nous n'avons pas pu prendre en photos, nous les avons mentionnées et décrites dans le tableau (expérience n° 5, expérience n°8). Nous nous sommes appuyés sur les étiquettes collées sur les pots ou les petites jardinières pour expliciter et détailler les expériences mises en place ainsi que les hypothèses.

Séance 3 :

Après avoir fait un bref rappel des expériences mises en place dans la séance précédente, l'enseignante a montré aux élèves les résultats de leurs semis pour observer l'évolution des graines. Le tableau ci-dessous présente les différents semis réalisés en classe et les résultats obtenus après une semaine :

Le problème : De quoi les plantes vertes ont-elles besoin pour se développer ?				
Grp⁵⁴	Semis	Hypothèses	Photos d'expériences	Résultats après une semaine
Grp1	Expérience 1 : Graines de Haricot + terre + eau + chaleur+ lumière.	Cette expérience est mise dans des conditions favorables à la germination.		 La graine de haricot a germé.

⁵³ L'idée de cette expérience est de mettre en place un dispositif permettant d'isoler un facteur (eau, chaleur, terre, lumière) et d'interpréter et d'examiner l'action de ce facteur sur la germination de la graine.

⁵⁴ Les groupes d'élèves qui ont réalisé les expériences de semis de graines.

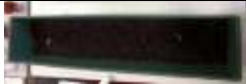
Grp 2	Expérience 2 : Graines de Haricot + terre+ chaleur + lumière. Pas d'eau.	Le besoin d'eau.		 La graine n'a pas germé.
Grp 3	Expérience 3 : Graines de Haricot + coton + eau+ lumière + chaleur.	Le besoin de la terre.		 La graine n'a pas germé.
Grp 4	Expérience 4 : Graines de Haricot + eau + terre+ chaleur + lumière.	Les deux expériences (4 et 5) sont faites pour tester le besoin de la lumière.		 La graine a germé.
	Expérience 5 : Graines de Haricot + eau + terre + chaleur + obscurité (le pot est mis dans le noir au placard).			 La graine n'a pas germé.
	Expérience 6 : Graines de Haricot + terre + chaleur + lumière + beaucoup d'eau.			 La graine n'a pas germé.
Grp 5	Expérience 7 : Graines d'Œillets d'Inde + terre+ eau + lumière + chaleur (jardinière déposée dans la classe).	Ces deux expériences (la 7 et la 8) sont faites pour tester le besoin de la chaleur.		 La graine a germé.
	Expérience 8 : Graines d'Œillets d'Inde + terre + eau + lumière. Moins de chaleur (Jardinière mise au froid dans la fenêtre).			Pas de résultat (l'enseignante a oublié la jardinière à la fenêtre).
Grp 6	Expérience 9 : Graines d'Hibiscus + terre + eau+ lumière+ chaleur.	Des conditions favorables à la germination.		 La graine n'a pas germé.

Tableau 37. Les résultats des expériences des semis de graines réalisées par les élèves en classe

Une semaine plus tard, l'observation des résultats des semis est limitée à voir l'évolution du semis de haricot (tableau 37, expérience 1) et aux nouvelles structures qui apparaissent (figure 38). Les résultats des autres expériences sont mis à l'écart « 41. P.[...] bref alors ici on a des œillets d'Inde et Hibiscus alors les œillets d'Inde et Hibiscus il se passe pas grand-chose ».

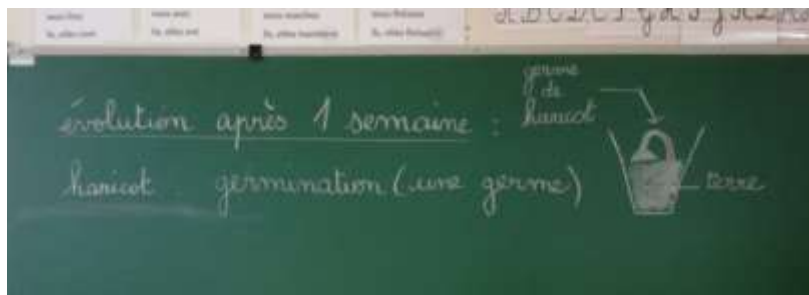


Figure 38. Evolution du semis de haricot après une semaine

- La projection du texte de savoir final

Après cette interprétation hâtive des résultats des expériences, l'enseignante a imposé le texte de savoir final (figure 39), sans intervention des élèves. La trace écrite est rapidement projetée au TBI pour être recopiée par les élèves dans leurs cahiers.

<u>L'origine de la matière organique des êtres vivants</u> <u>De quoi les plantes vertes ont-elles besoin pour se développer ?</u> Les plantes vertes se développent par croissance et grâce à l'apparition de nouvelles structures : tiges, feuilles, racines, fleurs ou fruits. Pour permettre ce développement, les plantes ont besoin d'eau, de sels minéraux (terre), de lumière et d'une température satisfaisante. Les plantes vertes respirent aussi ! Elles consomment de l'oxygène et elles rejettent du dioxyde de carbone.	

Figure 39. Le texte de savoir construit (nutrition des plantes)

3. Analyse de la séquence étudiée

Nous rappelons rapidement la méthode d'analyse que nous avons définie pour notre recherche (partie 2, section 4). Nous analysons les moments importants dans le travail du problème en mettant l'accent sur la manière dont les expériences sont conçues et exploitées dans la démarche adoptée. Puis, nous étudions le texte de savoir final pour voir en quoi les expériences participent à sa production. Finalement nous analysons

l'entretien mené avec l'enseignante pour tenter d'expliquer ses choix liés à la mise en place et à l'exploitation des expériences dans la construction de savoirs scientifiques par les élèves.

3.1. Interprétation des résultats des expériences mises en place

Nous interprétons les résultats des semis afin de comprendre les véritables attentes de l'enseignante et les résultats qu'elle pense obtenir à travers ces expériences. Le temps consacré à l'observation et à l'interprétation des résultats des semis est très limité. Dans leurs observations des semis, les élèves se contentent de voir si les graines ont poussé ou non. Ils sont plus sur la description que sur l'identification ou l'explication des conditions de germination de chaque semis mis en place. L'enseignante dirige l'observation et l'interprétation des expériences par des questions fermées. Elle veut que les élèves parviennent à voir dans les résultats des expériences ce qu'elle veut qu'ils y voient. La marge d'action donnée aux élèves est réduite et la discussion des résultats des expériences est extrêmement brève, pour ne pas dire inexistante. Aussi, les résultats obtenus n'ont pas été mis en relation avec les hypothèses. De ce fait, les élèves n'attachent pas forcément les résultats au problème de départ.

L'extrait des échanges ci-dessous nous montre comment la classe a exploité le résultat des expériences. Pour travailler son problème, l'enseignante a choisi le semis de la graine de haricot mis dans de bonnes conditions parce que cet exemple est complet (figure 38). Elle a privilégié l'expérience qui « marche » et a exploité son résultat pour faire des généralisations hâtives, son but étant de démontrer une situation générale à travers d'un cas particulier. Voir avec attention ce qui arrive à la graine de haricot et observer l'apparition de nouvelles structures lui paraît suffisant pour déterminer les facteurs les plus favorables à la germination de toutes les graines. Ainsi, la démarche adoptée par l'enseignante repose sur la validation de la seule hypothèse envisagée pour la mise en place de l'expérience de haricot (réunir les conditions : eau, lumière, chaleur, terre).

47	Prof	Alors qu'est-ce que s'est passé comme évolution après une semaine ? Je vais vous faire un petit schéma que vous allez pouvoir faire. Regardez, vous allez voir un petit truc qui pousse on dit le haricot quand il y a quelque chose qui sort on dit qu'il ?
48	Elif	Pousse ?
49	Prof	Ou alors il gé ?
50	Jérémy	Germe.
51	Prof	Germe c'est la germination il germe d'accord.

La concentration de l'enseignante sur cet exemple et la réorientation rapide des élèves vers la validation de la solution recherchée a éradiqué la possibilité de production d'explications et de discussions autour des autres résultats des expériences. Il est possible que l'enseignante n'avait pas beaucoup de temps pour revenir sur tous les résultats des expériences ou qu'elle a eu tendance à faire des généralisations à partir d'un seul résultat obtenu.

Force est de constater aussi que dans la plupart du temps, les questions employées par l'enseignante sont des questions fermées. Ce type de questions ferment vite la discussion et ne pousse pas les élèves à aller au-delà de la réponse attendue. Les interactions orales prennent la forme de « cours dialogués » guidés par l'enseignante avec une faible place accordée aux échanges et à la discussion.

3.2. Interprétation des schémas des élèves

Nous avons étudié les schématisations des expériences réalisées par les élèves après l'observation des résultats des semis (annexe 22). Nous avons constaté qu'ils ont produit presque le même descriptif de l'expérience et qu'ils ont pensé l'expérimentation de la même manière. Aucun changement de facteur n'a été pris en compte (manque d'eau, manque de lumière, manque de chaleur....) dans les schémas. Voici quelques modèles de schémas produits par les élèves (figure 40) :



		
Il faut mettre beaucoup de terre, la graine de Haricot, remettre de la terre et de l'eau (en petite quantité). Il faut également de la lumière.	Evolution après une semaine : Haricot : germination (une graine).	Evolution après une semaine : Haricot : germination (une graine).

Figure 40. Quelques exemples de schémas des élèves des expériences de semis mises en place

3.3. L'analyse de la trace écrite

La trace écrite mémorisable est projetée au TBI par l'enseignante (figure 39). En termes de savoirs scientifiques, ce texte met l'accent sur les besoins des plantes pour se développer et sur comment elles se développent. Celle-ci se clôt sur le phénomène de la respiration. Voyons de quelle manière ce texte se rattache à ce qui s'est fait dans la séquence, notamment dans sa composante expérimentale.

La trace écrite indique d'abord que « *Les plantes vertes se développent par croissance et grâce à l'apparition de nouvelles structures : tiges, feuilles, racines, fleurs ou fruits* ». Cette affirmation est imposée dans la trace écrite. Si l'on se reporte au déroulement de la séquence, les expériences portent sur des semis des graines. En effet, l'observation du résultat du semis de haricot a permis de voir un début de germination (apparition de racines et tige) et pas d'autres structures (feuilles, fleurs ou fruits) qui concernent plutôt une plante en phase de développement.

Puis, l'enseignante a repris son problème de départ et a identifié les besoins des plantes pour se développer « *Pour permettre ce développement, les plantes ont besoin d'eau, de sels minéraux (terre), de lumière et d'une température satisfaisante* ». Cet énoncé exprime une solution du problème de départ. Si l'on se reporte au déroulement de la séquence, cela correspond au résultat d'exploitation des documents qui ont servi à

définir l'eau et la chaleur comme besoins des plantes pour survivre. Quant aux expérimentations mises en place, **elles se trouvent décalées du problème de départ parce qu'elles concernent l'étude des besoins des graines pour voir un début de germination et non plus les besoins nutritifs des plantes vertes.**

Il est à constater que l'enseignante parle dans le texte final de savoir de « température satisfaisante », alors que tout au long de la séquence elle emploie « chaleur » ou « soleil ». Nous pointons aussi l'introduction des « sels minéraux » dans le texte de savoir, or tout au long de la séquence la classe a utilisé « terre ». Utiliser cette formule « sels minéraux » (terre) est un peu abusif parce que les sels minéraux sont prélevés de la terre et ne représentent qu'une petite partie de celle-ci.

Le texte de savoir se clôt sur le phénomène de respiration chez plantes « *Les plantes vertes respirent aussi ! Elles consomment de l'oxygène et elles rejettent du dioxyde de carbone* ». Si l'on se reporte au déroulement de la séquence, l'enseignante a introduit la respiration rapidement lors de la production de la trace écrite. Le texte de savoir a mis en jeu le dioxyde de carbone dans la respiration des plantes mais pas comme un aliment dont elle a besoin la plante. Lors des échanges, l'enseignante est plus focalisée sur la respiration que sur la photosynthèse qui consomme du CO₂, il se peut qu'elle ne le voit pas comme un aliment. Pour elle, les plantes respirent d'une façon analogue à celle des êtres humains.

142	Prof	Oui est-ce que vous savez que les plantes vertes respirent ?
143	Jérémy	Non.
144	Juliana	Oui.
145	Prof	Donc moi je vous le dis les plantes vertes respirent aussi elles respirent beaucoup, elles consomment de l'oxygène elles consomment de l'oxygène et elles rejettent du dioxyde de carbone comme nous.
146	Roxane	C'est quoi l'oxygène ?
147	Prof	Alors il est dans l'air c'est un gaz sauf qu'il est invisible, là dans la pièce il y a beaucoup d'oxygène, mais on ne le voit pas. Cependant regardez quand je fais ça je fais entrer l'oxygène dans mes poumons et là ce que je rejette c'est du dioxyde de carbone d'accord, donc j'inspire de l'oxygène et je recrache dioxyde de carbone ok. Les plantes c'est pareil il y a leurs feuilles elles absorbent l'oxygène et alors elles rejettent dioxyde du carbone.

En gros, le texte de savoir final se contente de dévoiler la bonne réponse à la question posée au départ. Il est marqué essentiellement par la dominance des affirmations formulées par l'enseignante. Ces affirmations ont été présentées en classe comme une succession d'assertions ayant un caractère de « vrai » (exemple : le processus de la

respiration). Ces explications sont imposées par l'enseignante, d'autres sont introduites brusquement sans faire l'objet de discussion ou d'échanges en classe (exemple : le développement de plantes par apparition de nouvelles structures). Nous pouvons dire qu'il s'agit d'un texte qui énonce des vérités et se décline en propositions indépendantes, déconnectées (Astolfi, 2005, p.74). Afin de comprendre la manière de fonctionnement de l'enseignante en classe, nous analysons l'entretien mené avec elle en fin de séquence.

4. Etude de l'entretien semi-directif réalisé avec l'enseignante C

Pour comprendre la centration de l'enseignante sur la validation de la solution du problème et mieux comprendre son fonctionnement, nous avons conduit un entretien avec elle auquel elle s'est livrée pour commenter ses pratiques. Nous essayons d'éclaircir ses connaissances et ses conceptions par rapport à la démarche conduite, déclarée d'investigation. L'entretien semi-directif est réalisé le 8 février 2018, soit trois semaines après la séquence. Il a duré environ quinze minutes et est enregistré en audio et transcrit (annexe 23). Nous croisons les pratiques déclarées de l'enseignante en entretien avec les résultats d'analyse de ses pratiques effectives en classe. Notre but est de voir à quel point il y a une concordance entre les conceptions de l'enseignante par rapport à la mise en œuvre de la démarche d'investigation et à l'expérimentation et les pratiques mises en place dans l'étude de ce problème.

4.1. Conception de l'enseignante C de la démarche d'investigation

D'après ses déclarations en entretien, nous pouvons dire que l'enseignante adopte une approche linéaire et à dominante empiriste de la démarche scientifique qui correspond à la démarche expérimentale PHERIC. Le tableau suivant montre la succession des étapes telle qu'elles sont décrites par l'enseignante :

Les étapes	Verbatims
- Emergence des conceptions des élèves. - Problème. - Emission des Hypothèses. - Mise en place des expériences. - Résultat et conclusion.	<i>« 4. P. Ben oui là c'était une démarche expérimentale en fait conception initiale. Les conceptions initiales des enfants, ensuite le problème, et après émettre des hypothèses. Ensuite faire les expériences pour vérifier les hypothèses et pour voir ce dont la plante a besoin pour se développer etc. Et puis observer les résultats et en tirer des conclusions ».</i>

Tableau 38. Conception de l'enseignante C de la démarche scientifique

Ce tableau montre que la conception de l'enseignante de la démarche d'investigation correspond au canevas présenté dans les programmes. En revanche, l'analyse de sa pratique de classe montre que la démarche conduite est linéaire. La phase de conception des hypothèses -moins explicitées- est prise en charge par l'enseignante. Aussi, les allers-retours entre les résultats expérimentaux, les hypothèses et le problème sont presque inexistants.

4.2. Valorisation des pratiques expérimentales par l'enseignante

Selon ses déclarations en entretien, il apparaît que l'enseignante valorise les expériences comme un moyen favorisant les apprentissages des élèves et contribuant à leur motivation « 44. P. [...] *à mon avis je pense qu'on apprend mieux en faisant quand on fait. Quand on voit on apprend mieux plutôt que projeter une image, après malheureusement en sciences on peut pas tout expérimenter c'est ce qui est dommage* ». Elle conçoit une distinction entre expérience et manipulation dans « 16. P. [...] *La manipulation c'est plus spontanément momentané, et l'expérience à mon avis c'est toujours un peu plus long il y a un temps d'observation* ». Par ailleurs, l'enseignante déclare avoir mis des expériences témoins destinées à identifier les facteurs qui interviennent dans la nutrition des plantes « 34. P. [...] *Pour vérifier les hypothèses, et ben là pourquoi à votre avis ça pousse plus et tout ça et il y en a qui poussent pas, on va pouvoir dire que certainement y'a pas assez de lumière pas assez d'eau pas assez de chaleur parce que c'est pas à l'extérieur [...]* ». Nous avons constaté un fort décalage entre ce qu'elle pense de sa pratique et sa pratique effective. Si l'on se reporte au déroulement de la séquence, la classe passe rapidement sur les résultats des expériences en mettant l'accent sur le résultat de la seule expérience qui a fonctionné (haricot). Les hypothèses ne sont pas bien prises en compte notamment lors de l'interprétation des résultats des semis réalisés. L'enseignante semble n'avoir pris des résultats des expériences que ce qui l'arrange pour la validation de la solution du problème et elle a mis à l'écart les autres résultats d'expériences.

4.3. L'absence du lien expérience / problème

L'enseignante a soulevé aussi le problème des exigences temporelles des expériences mises en place notamment avec le temps serré de la classe. Ce type d'expériences dont les résultats ne sont pas immédiats peut influencer la conduite de la démarche, notamment pour maintenir le lien entre problème de départ, hypothèses et résultats

expérimentaux « 34. P. [...] Ils peuvent pas forcément garder le questionnement de départ dans leur tête. Après une semaine, ils sont contents de voir que ça pousse ou non [...] ». Lors de la phase d'interprétation des résultats des expériences, où la classe doit revenir sur les différentes hypothèses, la majorité des élèves a perdu de vue cette mise en relation en se focalisant sur l'aspect pratique de l'activité expérimentale. Cela apparaît clairement dans les propos des élèves (tableau 39) à qui, nous avons demandé de nous raconter les expériences qu'ils ont mis en place pour voir quel sens ils donnent à leurs pratiques. Les quatre élèves interrogés se contentent de faire quasi le même descriptif du semis de la graine sans l'attacher à la problématique soulevée au départ. La dimension matérielle et manipulative de la pratique expérimentale et sa réussite priment sur sa dimension scientifique. Le sens que les élèves donnent aux expériences est : « voir est-ce que ça pousse ou non ».

Elève	Verbatims
Elif	<i>« ben moi un j'avais plein de coton j'avais mis dans un petit verre qu'on avait ramené, après on a avait mis quelques haricots dedans, je pense on avait remis un coton par-dessus et on avait mis un peu d'eau pour qu'on attend un peu pour voir si ça allait faire quelque chose ».</i>
Romuald	<i>« la maîtresse nous a donné des graines et un emplacement pour les mettre. Ça veut dire soit des jardinières soit des pots qu'on a ramenés. Soit il y avait déjà de la terre soit on en mettait, après on a mis les graines d'œillets d'inde. On a rebouché, on a mis un peu de terre au-dessus, et on a arrosé ».</i>
Jessy	<i>« On a pris une jardinière. Après on a pris une fourchette, on a fait des petits trous. Après on a mis des graines. Nous c'était des œillets d'inde et après on a mis de l'eau. Et après on a tout refermé ».</i>
Juliana	<i>« on a fait des trous et on a planté les graines, après on a tout recouvert, et on a mis dans le fond de la classe, et on a arrosé ».</i>

Tableau 39. Témoignages d'élèves sur la mise en place des expériences de semis réalisés en classe

Conclusion

D'après les éléments que nous avons pu relever dans le discours de l'enseignante sur sa pratique et son analyse de la séquence, nous pouvons dire que celle-ci adopte une conception linéaire et empiriste de la démarche scientifique et de l'expérimentation, qui va de l'émergence des conceptions des élèves à la conclusion. Cette conception explique son recours à des pratiques de guidage et de canalisation tout au long de la séquence. L'étude des échanges nous a permis de constater que l'enseignante guide les élèves pour trouver les bonnes réponses à ses questions et sélectionne la bonne réponse

dès qu'elle est prononcée par un élève. En gros, elle adapte ses interventions et ce qu'elle retient des élèves à ses objectifs.

Le problème de départ peut se caractériser comme un problème de facteur (les facteurs intervenant dans le développement des plantes vertes). Nous constatons que le problème travaillé effectivement en classe ne correspond pas au problème de départ, annoncé en début de séquence. L'approche expérimentale de la nutrition des plantes vertes à l'école consiste ici à placer des plantes à différents endroits avec changements de conditions (eau, lumière, température...). Les activités expérimentales mises en place ne sont pas attachées au travail de ce problème. L'enseignante a décalé et transformé son problème, et a guidé la classe dans la mise en place des pratiques expérimentales correspondant au problème des conditions de germination de graines. Les élèves ont réalisé des expériences de semis en suivant les protocoles imposés par l'enseignante. En effet, *« L'une des expérimentations, parmi les plus pratiquées, concerne la recherche des facteurs intervenant dans la germination. Ces facteurs (nommés facteurs abiotiques en écologie) classiquement étudiés, sont l'eau, la température, l'air et, souvent par confusion avec la photosynthèse, la lumière »* (Coquidé, 2000b, p.2). L'enseignante confond les conditions de réalisation de deux processus scientifiques : les conditions de germination de la graine et les besoins nutritifs de la plante chlorophyllienne (photosynthèse), alors que les deux processus sont différents. Ainsi, par exemple une graine démarre-t-elle à partir de ses réserves et n'a pas besoin de lumière, mais elle a besoin d'eau et d'une température modérée.

Nous constatons aussi une maîtrise partielle d'un ensemble de connaissances scientifiques mobilisées dans cette thématique. L'enseignante fait la confusion entre certaines notions. Par exemple elle emploie croissance et développement des plantes comme synonymes, alors que ces notions ne signifient la même chose dans le domaine de la biologie végétale. Pour les scientifiques, le développement est un changement d'organisation, quant à la croissance c'est quelque chose de petit qui devient plus gros mais qui est toujours la même chose (un modèle réduit). Aussi, nous avons constaté que l'enseignante ne fait pas la distinction entre « chaleur » et « température » comme élément dont les plantes ont besoin pour se développer. Ces « amalgames » nous paraissent assez fréquents notamment chez les enseignants de l'école élémentaire, qui ne sont pas forcément des spécialistes en sciences ou qui n'ont pas toujours bénéficié de formations scientifiques liées la discipline enseignée.

L'expérimentation ne prend sens qu'en relation avec l'hypothèse qui lui procure son cadre de questionnement et d'interprétation. Au départ, l'enseignante dit avoir l'intention de mettre à l'épreuve des hypothèses consistant à modifier à chaque fois des paramètres (eau/sans eau ; lumière/sans lumière) afin d'observer les résultats de ces changements et d'identifier les facteurs intervenants dans la germination. Par la suite, l'interprétation des résultats d'expériences s'est concentrée sur la seule expérience qui a bien « marché » (la graine de haricot qui a bien germé), qui a conduit la classe à la validation de la solution du problème. Nous soulevons dans ce contexte la spécificité liée à l'expérimentation en biologie végétale, qui n'aboutit pas forcément aux résultats attendus des expériences. Nous donnons l'exemple de l'expérience où la graine de haricot n'a pas germé bien que toutes les conditions favorables soient réunies pour avoir un début de germination. Ce qui est difficile aussi c'est d'isoler les paramètres (température, lumière, etc.) et de les mettre en expériences. Nous notons aussi le fait que ce type d'expériences demandent un temps long pour pouvoir observer des résultats marquants « 34. P. [...] *Là on n'a pas encore conclu parce que il faut laisser le temps, un mois à peu près [...]* ».

Une démarche d'investigation expérimentale est à envisager dans le cadre d'un processus, au cours duquel le problème, les hypothèses et les expériences interfèrent réciproquement, rien n'est linéaire. Les allers-retours entre les résultats d'investigations expérimentales et les hypothèses initiales et la problématique de départ semblent ici absents au profit d'une démarche linéaire. L'enseignante privilégie l'expérience qui « marche » et qui sert pour elle à valider la solution qu'elle a donnée au problème. En définitive, c'est plus la solution qui l'oriente que la démarche elle-même, elle est plus sur la validation que sur la réfutation. Dans cette étude de cas, ce que l'enseignante tente de suivre se démarque d'une investigation scientifique. Les élèves ne sont pas engagés dans un processus d'investigation expérimentale. Ils effectuent de semis des graines dans différentes conditions pour voir si la graine germe ou pas, mais sans que cela les amène à développer des explications au regard des résultats obtenus. Ils sont de simples exécutants qui font des choses avec les mains en suivent pas à pas les indications de l'enseignante, qui pilote toute la démarche. Ainsi, l'expérimentation mise en place peut être considérée comme accessoire dans la démarche adoptée, qui n'apporte pas d'interprétation utile au profit de la résolution du problème en jeu. Les pratiques expérimentales peuvent appartenir au mode didactique d'expérienciation (Coquidé, 1998), où les élèves sont amenés à se familiariser au phénomène de la

germination en effectuant des pratiques semblables aux pratiques de jardinage et en découvrant des graines en début de germination.

Le texte de savoir comporte la solution du problème de départ « *De quoi les plantes vertes ont-elles besoin pour se développer* », qui se trouve décalé par rapport aux expériences choisies. Un décalage est repéré entre le contenu de la trace écrite et le problème travaillé réellement en classe « les besoins des germination ». L'enseignante a prévu préalablement un texte de savoir qui correspond à son problème du départ. L'expérience (haricot) a servi momentanément à valider la réponse envisagée par l'enseignante, mais une fois qu'elle est validée on ne la retrouve plus dans le texte de savoir. Du point de vue de la problématisation, le texte de savoir ne fait que présenter la solution retenue au problème posé. Ce dernier correspond à un savoir propositionnel qui se contente d'énoncer des vérités (Astolfi, 2005).

D'une manière générale, nous pouvons dire que l'approche que tient l'enseignante de la démarche scientifique et de l'expérimentation peut expliquer son recours à des pratiques stéréotypées et figées dans la conduite de la séquence en jeu. Ces résultats, nous semble-t-il, dépendent notamment de ses conceptions par rapport à la mise en œuvre d'une investigation expérimentale. Quoique nous considérons l'impact des conceptions de l'enseignante important sur la fonction attribuée à l'expérimentation dans la démarche et sur la nature des savoirs construits, nous n'allons pas nous arrêter seulement sur ce constat, mais nous essayons d'explicitier davantage les contraintes éventuelles qui pèsent sur la conduite de telles investigations expérimentales portant sur la nutrition des plantes. Ce sont des aspects que notre recherche nous a amenée à travailler encore. Pour ce faire, nous avons pu observer une deuxième séquence portant sur la même thématique, conduite par une autre enseignante. Nous avons conduit deux longs entretiens avant et après la séquence observée dans le but de mieux tenir compte des difficultés auxquelles peuvent se confronter les enseignants dans la mise en place et l'exploitation des expérimentations en biologie végétale, et qui peuvent également influencer sur leurs choix de pratiques de classe.

Nous procédons maintenant à la présentation et à l'analyse de la deuxième séquence de classe étudiée.

Chapitre 3. Etude d'une séquence ordinaire portant sur le problème des conditions de développement des plantes vertes (recueil 2021/2022)

Introduction

Cette deuxième étude de cas porte sur le problème des conditions de développement des plantes vertes au cycle 3 de l'école élémentaire. La séquence observée s'est déroulée dans une classe de CM1 (9 - 10 ans.) et est conduite par l'enseignante D. Dans ce chapitre, nous mettons en avant certaines questions qui nécessitent encore des précisions pour notre recherche et que l'analyse de la séquence précédente a suscitées :

- Quel choix d'expériences effectuent les enseignants ? A quel point le choix d'expériences est-il compatible avec le problème du départ ? Est-ce que ce choix peut influencer les pratiques de l'enseignante ?
- Quelles difficultés peuvent se présenter à l'enseignante lors de la mise en œuvre des expériences ?
- Quelles sont les fonctions que l'enseignante attribue aux expériences ?
- Quelles sont les difficultés rencontrées par l'enseignante dans l'explication des phénomènes et des processus scientifiques suscitées par ces expériences ? Quelle complexité est propre au savoir en jeu ? Quelle complexité tient de l'expérience elle-même ?
- Quelles difficultés sont rencontrées dans l'interprétation et l'exploitation des résultats des expériences ? Cela joue-t-il sur sa fonction dans la démarche ?

D'un point de vue méthodologique, dans la deuxième séquence étudiée et dans le but de mieux comprendre le fonctionnement de l'enseignante (enseignante D) et les contraintes qui peuvent se présenter dans la mise en place et l'exploitation des investigations expérimentales dans cette thématique, nous avons conduit avec celle-ci des entretiens pré et post séquence. Pour rappel et comme nous avons déjà précisé ci-dessus, avant de procéder au deuxième recueil de données (2021/2022), nous avons demandé aux enseignants observés, dont l'enseignante de cette séquence étudiée, de donner aux élèves plus de liberté d'expression notamment lors de l'observation et de l'interprétation des résultats des expériences afin d'essayer d'engager les élèves dans la construction des savoirs.

A l'instar de la séquence précédente sur la nutrition des plantes, nous allons suivre la même méthodologie d'analyse. Dans un premier temps, nous présentons et décrivons

le déroulement de la séquence de classe étudiée. Puis, nous analysons les pratiques de l'enseignante, notamment celles liées à l'exploitation des expériences dans la résolution du problème des conditions de développement des plantes vertes. Ensuite, nous étudions les deux entretiens semi-directifs réalisés avec l'enseignante D. Une conclusion générale clôture ce chapitre, dans laquelle nous effectuons une étude comparative des résultats issus de l'analyse des deux études de cas.

1. Présentation de la séquence ordinaire de classe étudiée

Nous étudions une séquence qui porte sur le problème des conditions de développement des végétaux. Celle-ci est constituée de trois séances et s'est déroulée dans une classe de CM1 de vingt élèves (9 - 10 ans.). Les données ont été recueillies en Juin 2022 en situation ordinaire dans une école à Lille. Nous disposons des enregistrements audios, des transcriptions des séances (annexe 24) et des entretiens pré et post séquence (annexes 26 et 27).

Le problème de la nutrition des plantes est pris en compte par les programmes de 2020 dans la partie consacrée à l'étude de « *Mettre en évidence l'interdépendance des différents êtres vivants dans un réseau trophique* » (B.O, 2020, p. 85). Les connaissances et les compétences associées à l'étude de cette thématique sont : « *Relier la production de matière par les organismes chlorophylliens et leurs besoins ; Besoins des organismes chlorophylliens : lumière, eau, sels minéraux, dioxyde de carbone* » (Ibidem). L'enseignante D de cette classe est novice, c'est sa première année dans l'enseignement de ce niveau scolaire. Elle se réfère dans la préparation de la séquence aux ressources en ligne (Site Internet Canopé).

Le tableau suivant présente d'une manière synthétique le déroulement de la séquence. Celle-ci est organisée en trois séances que nous exposons ci-dessous en mettant l'accent sur les expériences ou les manipulations mises en œuvre.

Problème étudié : Les conditions de développement des végétaux.		
Séance 1 (09/06/2022)	Séance 2 (16/06/2022)	Séance 3 (23/06/2022)
- Mise en situation Projection de la vidéo (disponible sur : https://lesfondamentaux.reseau-canope.fr/video/sciences-et-technologie/le-fonctionnement-du-vivant/les-vegetaux/le-developpement-des-vegetaux-les-conditions-de-developpement) -Distribution d'une Fiche d'activité aux élèves (figure 43). Les élèves doivent répondre aux questions individuellement.	- Hypothèses de la classe (en collectif) Les plantes ont besoin de : l'eau, la terre, la chaleur, le soleil, la lumière, l'ombre. - Expériences réalisées individuellement par les élèves. Semis de graines de capucine dans des conditions différentes.	-Observation et interprétation des résultats des expériences (en collectif). -Projection du texte de savoir final par l'enseignante.
Corpus : - Enregistrement des séances et transcriptions (annexe 24). - Entretien pré-séquence (09/06 /2022, 30 minutes) (annexe 26). - Entretien post-séquence (23 /06/2022, 30 minutes) (annexe 27). - Photos du TBI. - Photos des expériences.		

Tableau 40. Tableau synoptique de déroulement de la séquence

Après avoir présenté la séquence de classe étudiée, nous passons à la description des moments principaux suivis dans le travail du problème étudié, à savoir les conditions de développement des végétaux.

2. Description du déroulement de la séquence étudiée

Séance 1 :

- Conceptions des élèves sur les conditions de développement des plantes

Afin de mettre les élèves dans le contexte de la séance, l'enseignante a commencé par faire émerger leurs conceptions - nommées hypothèses par la classe - sur les conditions

de développement des plantes. Elle recueille et note au tableau toutes leurs propositions (figure 41) pour y revenir ultérieurement. Les conceptions des élèves relèvent parfois d'une description de la plante (quelque chose qui évolue, quelques plantes ne meurent pas, certaines plantes donnent des fleurs puis des fruits, ...).

	Les conditions de développement : -Quelque chose qui évolue -Certaines plantes ne meurent pas Temps -Besoins de vivre dans un pot, un champ ou dans l'eau -Besoins d'ombre au début de germination -Besoins de calme -Besoins d'eau, lumière et humidité -Température différente -Certaines plantes donnent des fleurs puis des fruits.

Figure 41. Conceptions des élèves sur les conditions de développement des plantes

Puis, l'enseignante a projeté une vidéo⁵⁵ au TBI qui montre les conditions de développement de la plante « Anémone » dans différents milieux. Simultanément, elle a distribué une fiche de questions aux élèves (figure 43) en leur demandant de s'appuyer sur la vidéo pour y répondre. Voici la transcription de la vidéo :

⁵⁵ La vidéo est disponible sur : <https://lesfondamentaux.reseau-canope.fr/discipline/sciences/sciences/les-vegetaux/le-developpement-des-vegetaux-les-conditions-de-developpement.html>

Grégoire, Anémone a besoin que tu lui trouves un bel endroit pour s'épanouir.

- Une tour se construit là où elle vit normalement.

Il lui faut un autre espace.

Elle a besoin de soleil et de vent.

- Grégoire, pour le soleil et le vent, d'accord...
- Mais il fait trop chaud ici !

Le soleil est trop fort dans le désert pour une fleur comme Anémone.

- Ce milieu est hostile.

Julius le cactus s'y sent bien, car ses réserves lui permettent de tenir.

Il fait beaucoup trop chaud pour Anémone.

Il n'y a pas assez d'eau.

- Ici, il fait plus frais et il y a de l'eau.

Mais il fait trop froid.

- Le sapin est adapté pour résister au froid.

Non, Greg. Tu vas devoir trouver un endroit avec de l'eau, mais plus chaud et pas désertique.

Waouh ! Tu as vu la taille de ces plantes ?!

- Trop chaud, trop humide, pas assez de lumière, pas adapté du tout.
- Je dirais même que ce milieu est très hostile, et pas que pour Anémone.
- Du soleil, de l'eau...

Franchement, Grégoire, tu crois qu'Anémone s'épanouira dans un milieu purement aquatique ?

- Anémone va se noyer sous l'eau.

Comme le nénuphar, ses racines doivent être dans la terre pour se nourrir.

- Le nénuphar, lui, a une longue tige pour amener sa feuille et sa fleur à la surface pour avoir de la lumière.

C'est une plante aquatique.

- Toutes les plantes ont les mêmes besoins vitaux...
- Mais en quantité différente.

Et comme beaucoup de plantes, Anémone a besoin de terre...

- D'assez d'eau...
- De chaleur, mais pas trop.
- Et de lumière en quantité juste suffisante pour pouvoir grandir et s'épanouir.
- Il lui faut un milieu favorable pour son développement.
- Tu as bien fait de nous montrer que des plantes vivent dans des milieux beaucoup plus hostiles.

**Figure 42 : Transcription de la vidéo projetée au TBI par l'enseignante
(Conditions de développement de la plante Anémone)**

Après une mise en commun, les réponses sont affichées au TBI :

Réponds aux questions suivantes, si besoin regarde à nouveau la vidéo : 1/ Anémone ne peut pas vivre dans le désert car il y fait trop chaud. Pourquoi le cactus, lui, peut vivre dans le désert ? Le cactus peut vivre dans le désert car il a des réserves d'eau. 2/ Explique pourquoi Anémone ne peut pas vivre à la montagne. Anémone ne peut pas vivre à la montagne car il y fait trop froid. Le sapin, en revanche, est adapté pour résister au froid, alors il peut vivre à la montagne. 3/ Cite les conditions qui ne sont pas favorables au développement d'Anémone dans le milieu de la jungle. Le milieu de la jungle n'est pas adapté à Anémone car il y fait trop chaud, trop humide et qu'il n'y a pas assez de lumière. 4/ Pour quelle raison le milieu aquatique ne convient-il pas à Anémone ? Le milieu aquatique ne convient à Anémone car ses racines ne sont pas assez longues pour atteindre la terre.	 The screenshot shows a worksheet titled "Le développement des végétaux". It contains a section "Situation 3 : les conditions de développement" with a question about why Anémone cannot live in the desert, the mountains, or the jungle. Below the question, there are several lines of text providing answers: "Anémone ne peut pas vivre dans le désert car il y fait trop chaud. Pourquoi le cactus, lui, peut vivre dans le désert ? Le cactus peut vivre dans le désert car il a des réserves d'eau." and "Anémone ne peut pas vivre à la montagne car il y fait trop froid. Le sapin, en revanche, est adapté pour résister au froid, alors il peut vivre à la montagne." and "Cite les conditions qui ne sont pas favorables au développement d'Anémone dans le milieu de la jungle. Le milieu de la jungle n'est pas adapté à Anémone car il y fait trop chaud, trop humide et qu'il n'y a pas assez de lumière." and "Pour quelle raison le milieu aquatique ne convient-il pas à Anémone ? Le milieu aquatique ne convient à Anémone car ses racines ne sont pas assez longues pour atteindre la terre."

Figure 43. Fiche exercice distribuée aux élèves (annexe 25)

En s'appuyant sur la vidéo, l'enseignante incite les élèves à définir les conditions de développement des plantes (eau, lumière, soleil, température différente) comme le montre l'extrait des échanges suivant :

136	Prof	[...] en fonction de ce que vous m'avez dit, vos hypothèses à vous, et ce qu'on a regardé sur la vidéo et aux questions auxquelles on a répondu. La plante elle a besoin de quoi alors ?
137	Nolan	Elle a besoin d'eau.
138	Prof	D'eau.
139	Nolan	De lumière.
140	Prof	Alors attends on va interroger quelqu'un d'autre.
141	Omayma	De soleil.
142	Inaya	De soleil mais pas trop.
143	Prof	De lumière mais pas trop, on va marquer mais pas trop.
144	Rabat	Les fleurs maîtresse c'est comme les humains si elles boivent beaucoup d'eau elles peuvent mourir.
145	Prof	De quoi d'autre a-t-elle besoin ?
146	Soraya	De température différente.

- Expériences de semis de la graine de capucine

L'enseignante a invité les élèves à prendre une petite barquette avec deux cotons et trois graines de capucine (figure 44) et a mis de l'eau à leur disposition. Des expériences de germination de graines sont réalisées dans l'objectif de tester les hypothèses soulevées

par la classe en début de séance. L'idée des expériences est de voir comment chaque élève va prendre soin de ses graines, et quelles conditions sont pour lui les plus adaptées à la germination « 193. P. [...] Vous allez avoir trois graines chacun d'accord, là la seule condition que je vous donne c'est vous prenez votre pot et vous en occupez. Qu'est-ce que à votre avis à partir de tout ce qu'on a vu déjà, qu'est-ce qu'on doit faire et comment on peut faire ? comment prendre soin de nos graines ? Chacun s'occupe seul [...] ». L'enseignante a laissé le libre choix aux élèves de voir ce dont les graines ont besoin. Chacun d'entre eux teste une hypothèse implicite. L'usage des mêmes graines peut permettre par la suite de comparer les résultats des semis pour identifier les conditions de germination.



Figure 44. Dispositif expérimental (semis de graines de capucine)

Séance 2 :

La séance a commencé par l'observation des résultats des expériences effectuées en classe. Nous avons pris ci-dessous quelques exemples de résultats avec propos des élèves (tableau 41).

Elèves	Conditions de l'expérience	Résultats après 10 jours	Propos des élèves
Soraya	Eau Ombre Température de la classe		« 56. Soraya. Oui, moi c'est toujours le même début de germination, j'ai mis la graine entre les cotons dans l'ombre ».
Aya	Eau Lumière Température de la classe		« 11. Aya. Moi ça a pas encore poussé parce que en fait je l'ai mis direct dans la lumière et après je l'ai mis à l'ombre ».

Nolan	Eau Lumière Température de la classe		« 15. Nolan. Moi je l'avais mis à la lumière mais après à l'ombre ».
Safia	Eau Lumière Température de la classe		« 8. Safia Moi c'est poussé, je l'avais mis à l'ombre en premier ».
Imane	Eau Lumière Température de la classe		« 21. Imane. Je l'avais mis à l'autre côté du tableau et après il y avait trop de soleil et du coup je l'ai mis de l'autre côté ».
Rabat	Eau Ombre Température de la classe		« 52. Rabat. J'ai mis mes trois graines entre les cotons, en fait j'ai pas fait comme Safia, il y a qu'une seule qui a commencé à germer ».

Tableau 41. Expériences de semis mises en place (graines de capucine)

Ensuite, en s'appuyant sur les résultats des semis, la classe revient sur les conceptions de la semaine dernière (figure 41) « P.7. [...] quelles hypothèses nous pouvons valider après observation de vos petites graines ? [...] ». La figure 45 montre les bonnes conceptions de la classe (entourées en vert).

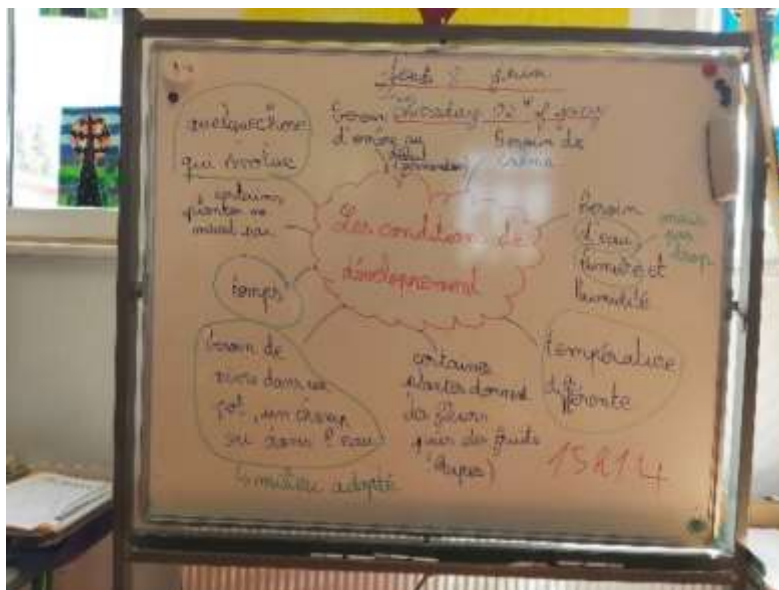


Figure 45. Retour sur les conceptions des élèves sur les conditions de développement des plantes

Séance 3 :

L'enseignante a consacré le début de la séance aux observations des résultats des expériences deux semaines plus tard (figure 46). Voici deux exemples de propos d'élèves après l'observation de leurs résultats de semis (tableau 42) :

Safya	« 16. Moi au début il y avait une petite graine après je l'ai arrosé et je l'ai mis dans l'ombre puis j'ai vu des racines qui poussent et je l'ai planté ».
Meriam	« 30. Alors moi au début c'était des mini graines j'ai mis entre deux cotons et j'ai arrosé et après ça a commencé à germer ensuite il y a une mini tige qui a commencé à sortir après je l'ai encore arrosé, au tout début je l'ai mis dans l'ombre elle est encore dans l'ombre et après le lendemain je l'ai encore arrosé elle avait encore grandi un petit peu je l'ai remise dans l'ombre elle a encore grandi et après ben comme elle était assez grande et ben je l'ai planté et maintenant je l'ai mis dans un pot avec un peu la terre elle a une et il y a une feuilles qui ont commencé à devenir et je l'ai mis dans la lumière ».

Tableau 42. Propos d'élèves après observation des résultats de leur semis.



Figure 46. Photos des résultats des semis après quinze jours

Après avoir vu un début de germination, les élèves ont mis leurs graines dans un pot avec de la terre et l'ont exposé à la lumière. Comme résultat final, la classe est arrivée à définir les besoins de la plante (eau, chaleur, lumière, terre). La séance a été clôturée par la proposition du texte de savoir par l'enseignante :

Texte de savoir

Les plantes puisent dans le sol l'eau et les éléments nécessaires à leur croissance. La plante se développe si les conditions sont favorables (eau, terre, soleil, chaleur).

Un milieu qui n'est pas adapté à un végétal est un milieu hostile pour ce végétal.

Un milieu qui est adapté à un végétal est un milieu favorable pour ce végétal.

Toutes les plantes ont les mêmes besoins vitaux mais en quantités différentes : terre + eau + chaleur + lumière.

Figure 47. Le texte de savoir projeté par l'enseignante au TBI

Après avoir présenté et décrit la séquence de classe, nous passons à l'analyse des pratiques enseignantes en mettant l'accent sur la manière dont l'enseignante exploite les résultats expérimentaux dans la construction de savoirs et dans la résolution du problème.

3. Analyse de la séquence étudiée

Nous rappelons rapidement la méthode d'analyse que nous avons définie pour notre recherche. Nous analysons les moments importants dans le travail du problème en mettant l'accent sur la manière dont sont conçues et exploitées les expériences dans la démarche adoptée. Puis, nous étudions le texte de savoir final pour voir en quoi les expériences participent à sa production. Finalement nous analysons les entretiens menés avec l'enseignante pour tenter d'expliquer ses choix liés à la mise en place et à l'exploitation des expériences dans la construction de savoirs scientifiques par les élèves.

3.1. Interprétation et exploitation des résultats des expériences de semis

Avant de mettre en place les expériences de semis, l'enseignante veut que les élèves distinguent entre les besoins de la graine pour germer et les besoins de la plante pour se développer. L'extrait des échanges suivants nous montre que, selon elle, la lumière est un élément important pour le développement de la plante et non pour la germination. Nous notons d'ailleurs que l'enseignante oriente les élèves pour introduire le terme de « germination » comme première étape d'évolution de la graine.

28	Inaya	Les plantes ont besoin d'eau et d'ombre.
29	Prof	D'eau et d'ombre, pour toi à quel moment elle a besoin d'ombre ?
30	Inaya	Au tout début.
31	Prof	Au tout début besoin d'ombre au début ok, au tout début quand la graine elle veut naître avant c'est quoi l'action le mot ? c'est la ?
32	Inaya	La croissance.
33	Prof	Pas la croissance, oui c'est la croissance mais en sciences il y a un mot un terme c'est la ?
34	Anissa	La plantation.
35	Prof	Ça c'est le fait de planter.
36	Rabat	Le développement.
37	Prof	Développement moi je veux un autre mot qui commence par un g on l'avait vu.
38	Inaya	La germination.
39	Prof	La germination, donc toi Inaya tu parles de l'action de germination. Au début de la germination la plante aurait besoin d'ombre d'accord.

Tout comme la séquence précédente, nous avons constaté que les pratiques expérimentales ne sont pas compatibles avec le problème de départ. Le problème de départ annoncé par l'enseignante concerne les conditions de développement des végétaux alors que les expériences portent sur la germination des graines de capucine. Durant la phase de lecture des résultats expérimentaux, les échanges se limitent à la description des semis réalisés par les élèves (tableau 42). Dans l'extrait suivant où l'enseignante échange avec une élève sur le résultat de son semis, la discussion est guidée sur la nécessité de mettre les graines dans l'ombre pour germer.

16	Prof	D'accord donc ça veut dire que tu as mis ta graine au-dessus du coton au début tu l'as mis à la lumière, est-ce que quand tu l'as mis à la lumière t'as eu de la germination ?
17	Imane	Non.
18	Prof	Non pas de germination.
19	Imane	Lorsque je l'avais mise dans l'ombre et ben la graine a commencé.
20	Prof	Donc c'est à partir du moment où tu l'as mise à l'ombre ça a commencé.
21	Imane	Je l'avais mise à l'autre côté du tableau et après il y avait trop de soleil et du coup je l'ai mis de l'autre côté.
22	Prof	Tu l'as mis de l'autre côté.
23	Imane	Où il y a de l'ombre.
24	Prof	Où il y a de l'ombre.
25	Imane	Où il y a le radiateur où il y a de l'ombre.

Après une longue discussion sur les facteurs indispensables à la germination, l'enseignante veut que les élèves arrivent à cette conclusion « 45. P. [...] la plante c'est différent de la graine vous avez bien compris, la graine elle a besoin d'ombre mais la plante une fois sa racine apparait elle a besoin de lumière, on est bien d'accord ». L'enseignante veut que les élèves fassent la distinction entre la phase de germination et la phase de développement de la plante. La classe passe du problème des conditions de germination d'une graine au problème des conditions de développement d'une plante verte. Pour aboutir au résultat final, l'enseignante privilégie une forme de questionnement qui rabat vers une logique de « vrai » et « faux ». Nous prenons l'exemple des échanges suivants autour des besoins des plantes où nous avons détecté une dominance des questions fermées qui dirigent la classe vers un savoir solution.

37	Prof	Très bien et donc la plante elle a besoin de ? Dites-moi ce dont la plante a besoin ?
38	Inaya	De terre.
39	Prof	De terre et de ?
40	Aya	D'eau.
41	Prof	D'eau.
42	Rabat	De chaleur.
43	Prof	Et de chaleur et donc de ?
44	La classe	Lumière.
45	Prof	Lumière ok, la plante c'est différent de la graine vous avez bien compris la graine elle a besoin d'ombre mais la plante une fois sa racine apparait elle a besoin de lumière, on est bien d'accord.

3.2. L'analyse de la trace écrite

Le texte de savoir (figure 47) énonce des vérités. Il indique d'abord que « *Les plantes puisent dans le sol l'eau et les éléments nécessaires à leur croissance* ». Cette affirmation est imposée brutalement dans la trace écrite sans être abordée en classe. Cette conception sur la nutrition des plantes correspond au constat que Rumelhard (1985, p.42) a fait « *Pour la majorité des élèves la plante verte trouve sa nourriture dans le sol, par l'intermédiaire des racines* ». Il s'avère que l'enseignante a la même représentation sur les éléments nutritifs dont la plante a besoin. Puis, on note que les deux phrases « *Un milieu qui n'est pas adapté à un végétal est un milieu hostile pour ce végétal* » et « *Un milieu qui est adapté à un végétal est un milieu favorable pour ce végétal* » sont directement liées au vocabulaire mobilisé dans la vidéo projetée et dans les fiches d'exercices (milieu hostile, milieu favorable). Ensuite, l'enseignante a repris son problème de départ et a imposé les besoins des plantes pour se développer « *Toutes les plantes ont des besoins vitaux mais en quantité différente : terre, eau, chaleur, lumière* ». Cela renvoie dans le déroulement de la séquence aux résultats d'observation des semis après quinze jours.

Conclusion

L'analyse de la séquence nous a permis d'aboutir aux résultats suivants :

Le problème de départ concerne l'étude des conditions de développement des végétaux, alors que les pratiques expérimentales ont plutôt porté sur l'étude des conditions de la germination. Sans relier les expériences à une intention préalable de mise à l'épreuve des hypothèses, les élèves effectuent des semis de graines de capucine dans des

conditions de leurs choix. C'est une coïncidence, mais nous constatons que tous les élèves ont mis les graines dans les mêmes conditions (eau, température, coton), avec un changement d'un seul facteur (ombre / lumière). Ce facteur est exploité par l'enseignante pour définir l'ombre comme un élément important pour la germination. Toutefois, cette affirmation est discutable par ce qu'elle peut concerner la graine de capucine et pas forcément toutes les graines.

Le texte de savoir construit comporte la solution du problème de départ (les conditions de développement des végétaux), alors que les expériences choisies ne s'ajustent pas exactement à l'étude de ce problème. Les expériences ont servi momentanément à illustrer la solution apportée au problème (terre, eau, chaleur, lumière), lorsque les élèves sont amenés à exposer leurs graines à la lumière après avoir vu un début de germination.

Les deux séquences observées portent sur la même thématique (la nutrition des plantes) et se réfèrent successivement aux programmes de 2015 et de 2020. Elles sont menées par deux enseignantes différentes qui ne s'appuient pas sur les mêmes ressources pédagogiques dans la préparation de la séquence (Ressources Retz, Site Internet Canopé). Compte tenu de cela, nous avons obtenu presque les mêmes résultats avec quelques petites divergences liées notamment aux choix des expériences et aux supports documentaires utilisés. Ce constat nous amène à nous interroger sur les difficultés rencontrées par les enseignants qui peuvent expliquer ces constats. Afin de mieux éclaircir cela, nous analysons les deux entretiens menés avec l'enseignante D.

4. Etude des deux entretiens réalisés avec l'enseignante D

L'enseignante interviewée est débutante, c'est sa première année en enseignement (classe de CM1). Elle a eu des formations en sciences dans le cadre de ses études (Master MEEF : Métiers de l'Enseignement, de l'Education et de la Formation). Pour préparer sa séquence, elle s'appuie sur le site Internet des ressources pédagogiques Canopé. L'entretien pré-séquence est réalisé le 9 juin 2022 (lors de la pause déjeuner) et a duré trente minutes. Il est enregistré en audio et transcrit (annexe 26). Quant à l'entretien post-séquence, il est réalisé le 14 juin 2022 et a duré vers trente-cinq minutes. Il est enregistré en audio et transcrit (annexe 27).

Dans le but d'expliquer les choix de l'enseignante dans l'étude du problème des conditions de développement des plantes, nous avons envisagé de mener un entretien

pré-séquence dans lequel elle explicite ce qu'elle prévoit de faire dans la séquence. Cela peut nous apporter plus de précisions sur sa conception de la démarche scientifique et la fonction qu'elle attribue aux expérimentations. En fin de séquence, nous avons conduit un deuxième entretien avec l'enseignante, dans lequel elle est amenée à commenter sa pratique effective par rapport à ce qu'elle a prévue et à faire ressortir les difficultés rencontrées dans la mise en place et l'exploitation de l'expérimentation dans la résolution du problème en jeu.

4.1. Conception de l'enseignante D de la démarche d'investigation

D'après la description que l'enseignante a faite de la démarche d'investigation, nous pouvons dire que sa conception correspond à une démarche linéaire reposant sur une succession d'étapes à suivre, que nous avons repérés dans le tableau 43. L'analyse de sa pratique de classe nous montre que la démarche conduite est effectivement linéaire. Pour l'enseignante, la phase de conception des hypothèses correspond à l'émergence des conceptions des élèves par rapport aux conditions de développement des plantes. La mise en œuvre des expériences n'a pas été envisagée dans un cadre d'investigation qui prévoit une émission des hypothèses explicites préalables et des allers-retours entre résultats expérimentaux, hypothèses et problématique de départ.

Etapes	Déclarations de l'enseignante
-Question de départ - Hypothèses - Expériences - Mise à l'épreuve des hypothèses	« 26.P. E1. Je dirai la démarche démarre par les hypothèses que les élèves mettent par rapport à ma question, donc je les écris, c'est comme une carte mentale et ensuite donc justement à partir de ces hypothèses-là nos vidéos nos questionnaires vont nous mener à répondre justement à la question c'est ça, ce n'est pas ça, on valide l'hypothèse ou on la valide pas et aussi par rapport à l'expérience que l'on va voir justement ».

Tableau 43. Conception de l'enseignante D de la démarche d'investigation

4.2. Valorisation des expériences par l'enseignante

L'expérimentation en biologie végétale a toute sa place à l'école élémentaire. La dimension expérimentale dans l'étude de ce problème est valorisée par l'enseignante qui voit que celle-ci favorise l'appropriation des savoirs par les élèves et contribue à leur implication et à leur motivation en classe « 54. P. E1. [...] Ça m'a bien tenté parce que les expériences captivent les élèves et ça les fait aussi réfléchir de façon différente je pense qu'en sciences c'est très important pour mieux comprendre voilà ». Pour elle, la thématique de la nutrition des plantes réussit grâce aux expériences « 56. P. E2. [...] les expériences on peut pas passer à côté pour réussir une bonne séquence comme le

développement des végétaux, les végétaux ça nous entoure tout le temps c'est vraiment une étape essentielle, regarder une vidéo c'est intéressant c'est ce que je fais mais c'est pas suffisant la pratique c'est important ». Dans l'analyse de la séquence que nous avons effectuée, nous avons constaté que les expériences de semis sont exploitées pour mettre en avant l'obscurité considérée pour l'enseignante comme étant une condition indispensable à la germination des graines. Cela correspond d'ailleurs à son objectif attendu « 4. P. E2. [...] les élèves ont compris qu'une graine pour qu'elle se développe a besoin d'ombre et d'eau et d'une température assez ambiante ».

4.3. Conception de l'enseignante de la mise à l'épreuve des hypothèses

Dans sa conception générale du fonctionnement de la démarche scientifique, l'enseignante a déclaré que l'expérimentation concerne un processus à suivre avec une intention de mise à l'épreuve des hypothèses « 30. P. E1. Je pense que là on est sûr de l'expérience parce que on va observer quelque chose, y'a pas juste des étapes à suivre comme une recette de cuisine certainement il y a des étapes mais il y a une hypothèse y a de je ne sais pas ce qui va se passer je vais observer je vais faire et puis je verrai j'ai un résultat [...] ». La manière dont l'enseignante conçoit l'hypothèse consiste à prendre en charge son expérience et à choisir les conditions favorables à la germination pour y revenir éventuellement après « 52. P. E1. [...] Donc ça va être vraiment une première expérience on va dire à l'aveugle et puis ensuite ils reviendront sur leurs graines donc forcément tous les jours tous les deux jours je leur dirai ben allez vérifier votre graine comment elle se porte voilà et forcément peut être qu'ils vont devoir réajuster [...] ». C'est d'ailleurs ce que les élèves ont effectué en classe. Nous avons constaté dans le déroulement de la séquence qu'ils ont eu le libre choix dans les conditions des semis. De telles pratiques peuvent emmener les élèves dans différentes directions et ne permettent pas forcément d'aboutir à des résultats significatifs au service de la résolution du problème en jeu.

4.4. Difficultés liées à la maîtrise des savoirs scientifiques par l'enseignante

Puisque les enseignants à l'école élémentaire ne sont pas forcément des spécialistes en sciences, ils peuvent avoir des conceptions erronées concernant les facteurs et les éléments intervenant dans le processus de la germination et de la nutrition des plantes. La graine de capucine est parmi les graines qui ont besoin de noirceur pour germer. Nous avons constaté suite aux déclarations de l'enseignante en entretien qu'elle considère l'obscurité comme étant une condition indispensable pour la germination de

toutes les graines, or il y a des graines qui peuvent germer à la lumière tout autant qu'à l'obscurité comme c'est le cas des graines de haricots « 40. P. E1. Certains élèves vont je pense penser que la graine n'a pas besoin par exemple d'être dans un endroit sombre et ils vont penser qu'elle doit être exposée tout de suite à la lumière au lieu de lui laisser un temps pour se développer [...] ». Nous notons d'ailleurs que les conditions de développement des plantes sont résumées dans les éléments suivants « eau, lumière, chaleur », alors que la plante a besoin aussi des sels minéraux et du dioxyde de carbone. Le phénomène de la photosynthèse n'a pas été abordé en aucun cas, « 36.P. E2. [...] normalement les conditions pour une plante pour qu'elle se développe bien c'est un petit peu d'eau de temps en temps de la lumière mais pas exposée directement au soleil et puis un petit peu de chaleur [...] ».

4.5. Décalage entre le problème de départ et le problème travaillé

L'enseignante se rend compte du décalage entre le problème de départ et le problème travaillé en classe et justifie cela par la difficulté d'obtenir le matériel nécessaire qui est un obstacle qui a influencé son choix de pratiques expérimentales plus adaptées au problème de départ « 70. P. E1. Ben comme je vous ai dit je pense qu'on serait parti à l'extérieur pour pouvoir voir un petit peu l'environnement qui nous entoure là-dessus je sais pas si je pourrais le faire parce que ça prend aussi du temps et puis il faut l'autorisation il faut aussi une préparation en amont. Et puis j'aurais fait aussi ramener moi des plantes vivantes et on les aurait exposées dans différents endroits dans la lumière pas de l'eau sans la lumière etc. mais les plantes seraient déjà vivantes sans que ce soit l'élève qui le fait ». Cela peut expliquer l'orientation de la classe vers la mise en place des expériences sur la germination des graines au lieu d'expérimenter sur des plantes vertes. Avec cela, l'enseignante voit que les expériences ont bien marché et ont bien contribué à la résolution du problème et à atteindre l'objectif escompté de la séquence « 4. P. E2. Dans l'ensemble de la séance je dirais que ça a été concluant lorsque j'ai observé après avoir donné chaque petit pot et chaque graine aux élèves et que les élèves ont compris qu'une graine pour qu'elle se développe a besoin d'ombre et d'eau et d'une température assez ambiante ».

4.6. Temps limité d'enseignement

Avec la contrainte de la gestion du temps scolaire, l'enseignante s'efforce de donner une place à l'expression et à la participation des élèves « 64. P. E2. [...] je pense que

pour tous les enseignants le temps on peut pas gérer, on essaye de synthétiser au mieux pour que aussi les élèves puissent quand même s'exprimer parce que c'est aussi important, en sciences il est important d'échanger et d'argumenter et donc c'est l'argumentation [...] ». L'analyse des pratiques de classe de cette enseignante nous a montré que les élèves ont eu une marge de manœuvre dans l'ensemble de la démarche notamment dans le choix des conditions des semis et dans la phase d'observation des résultats obtenus où chaque élève a commenté son résultat. Par ailleurs ces moments d'expression ne sont pas investis dans l'explication des conditions de germination et se sont focalisés dans une grande partie sur la nécessité de mettre la graine dans l'ombre comme condition cruciale de germination.

Conclusion générale de l'étude des deux séquences portant sur la nutrition des plantes

Nous effectuons une comparaison du déroulement des deux séquences afin de revenir sur les rôles respectifs des activités expérimentales dans chacune d'elles. L'investigation expérimentale la plus pratiquée dans les classes dans cette thématique concerne l'étude des facteurs intervenant dans la nutrition des plantes vertes (eau, chaleur, sels minéraux et lumière). L'idée fréquente est de mettre en place des expériences témoins pour tester ces différents facteurs. L'expérience doit inclure au moins deux dispositifs identiques en tout point sauf pour le facteur que l'on cherche à tester. Par exemple, pour tester le facteur de la lumière, si seul un pot à la lumière est proposé, les élèves ne pourront pas conclure car le développement observé pourra être relié à la lumière ou à un autre facteur (température, humidité.....). Il est donc important de les amener vers la nécessité de mettre en place un deuxième pot maintenu à l'obscurité et placé dans les mêmes autres conditions (température, arrosage...).

Dans les deux études de cas, nous avons repéré un décalage entre le problème censé être travaillé (les besoins nutritifs des plantes vertes) et le problème travaillé (les besoins de germination). En prenant en compte le fait que les deux enseignantes ont conduit la classe à la mise en place des expériences de semis de graines, il est à constater qu'un début de germination semble pour elles suffisant pour valider la solution escomptée. La phase de conception des hypothèses est peu explicitée dans la première séquence, alors qu'elle est mise à l'écart dans la deuxième. Dans de telles situations scolaires, les expériences proposées ont pour but de valider une solution et d'étayer une

affirmation. Le tableau suivant récapitule les fonctions des pratiques expérimentales mises en place dans les deux séquences.

Enseignantes	Problème de départ	Problème travaillé en classe	Fonction des expériences
Enseignante C	De quoi les plantes vertes ont-elles besoin pour se développer ?	Les besoins de la germination de la graine de haricot.	Validation de la solution : Les conditions de germination sont : « eau, terre, température, lumière ».
Enseignante D	Quelles sont les conditions de développement des végétaux ?	Les besoins de la germination de la graine de capucine.	Etayer une affirmation : la graine a besoin de l'obscurité en début de germination.

Tableau 44. Récapitulatif des fonctions des pratiques expérimentales mises en place dans les deux séquences portant sur les besoins nutritifs des plantes vertes

Nous abordons le problème des exigences temporelles que peut poser ce type d'expériences qui demandent parfois un temps qui ne peut être celui de la classe notamment avec les contraintes des programmes chargés. Nous évoquons dans ce contexte la particularité liée à la nature de l'expérience elle-même et aux conditions dans lesquelles la graine est mise (degré de température, quantité d'eau, etc.) et qui n'amènent pas forcément aux résultats attendus.

Les deux enseignantes valorisent beaucoup l'expérimentation et lient la réussite de leur démarche à la mise en place des expériences. La dimension matérielle s'avère plus importante que la dimension cognitive (conception des hypothèses, interprétation et exploitation des résultats, construction de savoirs). Dans les deux cas étudiés, les deux enseignantes ont affirmé que « les expériences ont bien marché » et ont bien servi à la résolution des problèmes. Toutefois, l'analyse de leurs pratiques nous a montré que les expériences sont peu exploitées et qu'elles ont une valeur d'accessoire dans les démarches. Dans de telles situations, ces pratiques peuvent être caractérisées plus comme manipulatoires qu'expérimentales. Les deux enseignantes adoptent une approche linéaire et empiriste de la démarche scientifique. Les moments de guidage et de canalisation des élèves sont dominants dans les deux cas étudiés. Les élèves doivent se situer par rapport aux attentes supposées des enseignantes.

A cause du manque de matériel nécessaire à l'expérimentation en classe, les deux enseignantes n'ont pas pu expérimenter sur des jeunes plantes en phase de développement. Cela les a amenées à faire un choix d'expériences qui n'est pas vraiment compatible avec l'étude du problème de départ. Ce genre de contraintes a influencé sur « le rendement didactique » des pratiques expérimentales mises en œuvre par rapport à la résolution du problème posé (les besoins nutritifs des plantes vertes). Nous passons désormais à la cinquième partie de notre travail de recherche, dans laquelle nous étudions un problème articulant la construction de savoirs scientifiques avec des questions d'EDD dans une situation ordinaire intégrant des expérimentations. Celle-ci est conduite par l'enseignante C et porte sur le rôle des vers de terre dans le compostage des déchets.

**Partie 5. Etude d'une séquence
ordinaire articulant des savoirs
scientifiques dans le domaine de
sciences de la vie et la terre et l'EDD**

Introduction

Cette étude de cas se rapporte à une séquence ordinaire de classe portant sur le rôle des vers de terre dans le compostage des déchets où l'enseignante mobilise des expériences. Celle-ci s'est déroulée dans une classe de CM1/CM2 (9-10 ans.) et est conduite par l'enseignante C. Nous étudions les fonctions des expériences dans ce contexte articulant la construction de savoirs scientifiques en SVT et un problème d'Education au Développement Durable (EDD). Dans un premier temps, nous abordons le contexte d'intégration de l'EDD dans le cadre scolaire à l'école élémentaire. Puis, nous précisons le savoir à faire acquérir aux élèves à ce niveau d'enseignement et les difficultés associées à l'appropriation du processus de la décomposition des déchets notamment celles liées à leurs conceptions préalables. Ensuite, nous décrivons le déroulement de la séquence de classe étudiée. Nous procédons après à l'analyse des pratiques de l'enseignante notamment celles liées à l'exploitation des pratiques expérimentales dans la construction de savoirs scientifiques. Une conclusion générale clôturera cette partie, dans laquelle nous allons essayer de préciser les fonctions attribuées aux expériences dans la résolution du problème en jeu ainsi que les difficultés auxquelles est confrontée l'enseignante au regard de la mise en œuvre d'une investigation expérimentale dans cette thématique.

1. Le contexte institutionnel d'intégration de l'EDD à l'école élémentaire

Depuis les années 2000, l'EDD a pris de l'importance à l'Ecole. Elle « *doit être une composante importante de la formation initiale des élèves, dès leur plus jeune âge et tout au long de leur scolarité, pour leur permettre d'acquérir des connaissances et des méthodes nécessaires pour se situer dans leur environnement et y agir de manière responsable* » (B.O. n°28 du 15 Juillet 2004). L'EDD a fait son intégration dans les disciplines scolaires, elle se déploie dans et entre toutes les disciplines. Elle ne constitue pas une nouvelle discipline, celle-ci « *se construit de façon cohérente et progressive tant à l'intérieur de chaque discipline ou champ disciplinaire (entre les différents niveaux d'enseignement) qu'entre les différentes disciplines (à chaque niveau)* » (Ibidem). Tous les enseignements y contribuent, dont l'enseignement scientifique. Les thèmes associés à l'enseignement des sciences et technologie dans les programmes de 2015 « *permet de construire des concepts ou notions qui trouvent leur application dans l'éducation au développement durable* » (B.O. n° 11 du 26 novembre 2015, p. 187).

Dans les programmes récents d'enseignement de sciences de l'école primaire (2015⁵⁶ et 2020⁵⁷), l'accent est mis sur l'articulation des apprentissages scientifiques à des questions d'EDD, il y a une orientation à « *Relier des connaissances acquises en sciences et technologie à des questions de santé, de sécurité et d'environnement* » (B.O. n°11 du 26 novembre 2015, p.186). Selon cette perspective, les élèves apprennent à utiliser et à investir leurs connaissances et savoir-faire scientifiques pour expliquer des impacts de l'activité humaine sur la santé et l'environnement et à adopter un comportement éthique et responsable (B.O. n°11 du 26 novembre 2015, p.96).

Il convient maintenant de voir par quoi les problèmes d'EDD se caractérisent. Comment sont-ils introduits dans le cadre scolaire ? Quelles finalités sont accordées à ce type d'enseignement ?

2. Les caractéristiques des problèmes d'Education au Développement Durable

Depuis son intégration à l'école en 2004, l'objectif de l'EDD demeure inchangé. Elle vise à « *Fournir une boussole aux élèves, qui leur permette d'acquérir des savoirs et des compétences, d'orienter leurs parcours individuels, personnels et professionnels, ainsi que de fonder leurs engagements citoyens pour un monde soutenable et respectueux de la personne humaine et de son environnement* » (B.O. n°36 du 24 septembre 2020⁵⁸). Dans le cadre des pratiques de classe intégrant l'EDD, des études (Lange, 2014, 2016 ; Chalmeau et al., 2016) ont montré une orientation vers la promotion des « *bons gestes* ». L'EDD est alors déployée sous forme d'une « *éducation à visée comportementaliste, le plus souvent réduite à l'apprentissage d'« éco-gestes »* » (Lange, 2014, p.6) ou de « *bonnes pratiques* » (Ibidem, p.6). De même, d'après l'analyse que Chalmeau et al. (2016) ont effectuée sur les représentations des étudiants et des professeurs des écoles par rapport à l'EDD et les valeurs qui la fondent, celle-ci a montré que l'EDD vise l'acquisition des comportements favorables à l'environnement. Il « *s'agit pour les élèves ou les enfants d'acquérir des gestes, des comportements ou encore des attitudes pour préserver et protéger l'environnement* » (Ibidem, p.169) comme « *fermer la lumière en sortant d'une pièce, ne pas laisser couler l'eau d'un robinet inutilement, faire du tri sélectif...* » (Lange, 2016, p.20). En revanche, des

⁵⁶ Bulletin officiel du 26 novembre 2015.

⁵⁷ Bulletin officiel du 30 juillet 2020.

⁵⁸ Disponible sur : <https://www.education.gouv.fr/bo/20/Hebdo36/MENE2025449C.htm>

recherches comme Martinez & Chamboredon (2011) ont interrogé l'utilité de ces gestes et de ces pratiques lorsqu'ils ne sont pas questionnés. Dans ce cas, ces comportements sont envisagés « *Sans recul critique et en insistant sur le volet technique* » (Barthes & Alpe, 2013, p.8). Les questions d'EDD sont à envisager selon des situations qui incitent les élèves à « *à agir selon des modalités non stéréotypées, contrairement aux stratégies de l'éducation aux gestes ou à celles qui relèvent de l'exemplarité des bonnes pratiques, au caractère événementiel, naïvement pensées comme reproductibles* » (Lange, 2014, p. 180).

Par ailleurs, les problèmes d'EDD sont couplés à des engagements dans l'action ayant pour objectif de « *donner au futur citoyen les moyens de faire des choix en menant des raisonnements intégrant les questions complexes du développement durable qui lui permettront de prendre des décisions, d'agir de manière lucide et responsable, tant dans sa vie personnelle que dans la sphère publique* » (B.O. n°41 du 10 novembre 2011). L'étude de ces problèmes vise à rendre l'élève capable de faire des choix. Elle « *doit former à une démarche scientifique et prospective, permettant à chaque citoyen d'opérer ses choix et ses engagements en les appuyant sur une réflexion lucide et éclairée* » (Circulaire EDD du 29/03/2007)⁵⁹. Par ailleurs et d'un point de vue didactique, les problèmes reliés à l'EDD sont des problèmes complexes et flous et « *peu définis puisqu'il n'est pas toujours possible d'obtenir toute l'information nécessaire pour aboutir à une solution avec un haut degré de certitude* » (Fabre et al., 2014, p.95). Plusieurs solutions peuvent être proposées au regard de la résolution de ces problèmes. Ils « *n'offrent pas de solution unique et incontestable. Il existe plutôt une multitude de solutions et le défi consiste à dégager celle qui répondra le mieux à la situation de façon à résoudre temporairement le problème* » (Ibidem, p.95).

Le problème de la valorisation des déchets est parmi les problèmes d'EDD programmés au cycle 3 de l'école élémentaire. Ce problème est devenu de nos jours une préoccupation sociétale forte. La circulaire du 25 avril 2007⁶⁰ relative aux plans de gestion des déchets ménagers encourage la pratique du compostage individuel : « *Les priorités sont ainsi d'une part de réduire les quantités de déchets prises en charge dans le cadre du service public des déchets notamment par la prévention à la source et le développement de pratiques comme le compostage domestique et d'autre part*

⁵⁹ Disponible sur : <https://www.education.gouv.fr/bo/2007/14/MENE0700821C.htm>

⁶⁰ Disponible sur : <https://aida.ineris.fr/reglementation/circulaire-250407-relative-plans-gestion-dechets-menagers>

d'augmenter le recyclage et la valorisation organique ». La séquence que nous étudions s'intéresse au rôle des vers de terre dans le compostage des déchets. Pour en saisir la complexité, nous donnons à voir d'abord quelques repères sur ce qu'est le compostage. En quoi consiste un lombricomposteur ? En quoi les vers de terre jouent un rôle dans la transformation des déchets organiques en matières minérales ? Quel lien entre le processus de décomposition des déchets organiques par les vers de terre et l'EDD ?

3. Le compostage des déchets : quels savoirs en jeu ?

3.1. Compostage des déchets organiques et EDD

Le compostage des déchets organiques est abordé dans le contexte de l'EDD parce qu'il fait partie des différentes méthodes de valorisation des matières organiques. Il permet de recycler et de transformer un biodéchet en un produit utilisable, appelé « le compost ». Il est considéré comme une des solutions optimales pour résoudre les problèmes de recyclage des déchets. La valorisation des déchets organiques par un compost a des avantages économiques et écologiques : économiques, parce qu'elle contribue à la réduction de la quantité d'ordures ménagères et limite le coût de la gestion des déchets organiques de la collectivité (transport, traitement) ; écologiques, parce que le compost est un complément naturel qui peut remplacer les engrais chimiques pour les petits travaux de jardinage (potager, plantations...). Contrairement à leur incinération ou leur enfouissement, le compostage contribue à réduire les déchets, à améliorer la fertilité des sols et à préserver l'environnement. La séquence que nous étudions met un accent en particulier sur le rôle des vers de terre dans le compostage des déchets organiques. Voyons selon quel processus.

3.2. Vers de terre et compostage

Le compostage est considéré comme une « *pratique de gestion des déchets, mais aussi un ensemble de processus naturels présents dans le sol* » (Marchal-Gaillard, 2021, p. 63) où des êtres vivants (dont les vers de terre) sont parties prenantes. Nous retenons la définition que Milliet (2015, p.3) a donnée : « *Le lombricompostage est un procédé naturel de bio-oxydation qui transforme de la matière organique en « lombricompost », une matière très semblable à l'humus ou au terreau. Le processus s'enclenche sous l'action combinée des micro-organismes mésophiles et des vers. Le produit qui en résulte est souvent appelé « or noir » car il est beaucoup plus riche en éléments nutritifs que l'engrais dû à d'autres méthodes, à la fermentation par exemple* ».

Les déchets organiques proviennent des déchets végétaux (feuilles d'arbres, plantes.....) et des déchets ménagers (épluchures de fruits et légumes, marc de café, papiers, cartons....). La décomposition des déchets durant le processus du compostage fait intervenir des organismes « détritivores » que Marchal-Gaillard (2021, p. 65) a présenté dans sa thèse comme suit :

- Les micro-organismes : organismes microscopiques comme les bactéries ou les virus, qui dégradent la matière organique par production d'enzymes.
- Les méso- et macro-organismes : des organismes visibles à l'œil nu comme les Nématodes, les Collembolés, les Acariens, les Cloportes et les Epigés. Les Epigés tels que *Eisenia*⁶¹ *foetida* ou *Eisenia andrei* sont appelés vers rouges, vers tigrés ou vers de fumier. Ces organismes assurent l'humification du compost et se nourrissent des micro-organismes et de débris végétaux et d'autres matières organiques.

Grâce à l'action des macro et micro-organismes du sol, les déchets organiques subissent des transformations selon deux processus conjoints :

- 1- Un processus de fragmentation et de décomposition de la matière organique fraîche en matière organique mature et stabilisée « l'or noir », qui n'est pas encore de la matière riche en sels minéraux.
- 2- Un processus de minéralisation dû à la « digestion » des matières organiques et à leur transformation progressive en matières minérales. La température ainsi que le pH du composteur ont un impact sur la vitesse de cette minéralisation.

Les déchets organiques sont transformés en matière organique stabilisée et en matière minérale. Ils perdent ainsi leur aspect d'origine et deviennent une matière riche en substances minérales utiles aux végétaux. Ce produit obtenu se transformera dans le sol en compost, ce dernier constitue un engrais naturel et de qualité apte à nourrir les plantes et à améliorer leur croissance.

3.3. Composteur et lombricomposteur

La pratique du compostage peut être effectuée dans la nature ou dans le jardin en mettant les déchets dans un bac ou en fosse ou entassés à même le sol, en laissant intervenir naturellement les organismes décomposeurs. Il existe une autre manière de compostage domestique hors-sol, appelée lombricompostage (pratiquée sur un balcon ou en appartement). Dans ce dernier, les organismes décomposeurs ne viennent pas naturellement, ce sont les vers *Eisenia foetida* et *Eisenia andrei* qui sont mis dedans

⁶¹ Les vers *Eisenia* sont des vers de terre de la famille des Lombricidés.

pour assurer la transformation des déchets en lombricompost. Le ver de terre, appelé aussi lombric, est un acteur important dans l'action de décomposition des déchets et dans la fertilisation du sol. L'espèce *Eisenia*, dite *ver du fumier*, est particulièrement efficace pour le lombricompostage.

3.4. Ver de terre de compost

Darwin (1881) est le premier qui a signalé le rôle des vers de terre dans la formation de la terre végétale. Le vers de terre de compost vit dans la nature à la surface des sols et se nourrit essentiellement de matières organiques. En utilisant les enzymes de leur intestin et grâce à leur système digestif caractérisé par une forte activité microbienne, les vers de terre digèrent la matière organique en décomposition. Leurs déjections forment une terre riche en éléments nutritifs (azote, phosphore, potassium, magnésium, calcium, etc.) qui constituent une composante importante de la fertilité du sol. Le lombricomposteur leur offre des conditions optimales de fonctionnement (obscurité, calme, humidité, température moyenne comprise entre 5° et 27°, une nourriture appropriée).

Ces précisions (décomposition de la matière organique, compostage des déchets, lien avec l'EDD) étant données, il nous paraît important de prendre en compte les approches que peuvent avoir les élèves du processus de dégradation et de décomposition des matières organiques.

3.5. Les conceptions des élèves sur la décomposition de la matière organique

La transformation de la matière organique en matière minérale est un processus complexe dont la compréhension fait intervenir des savoirs en biologie, chimie et physique. L'appropriation de cette transformation peut ne pas aller de soi avec de jeunes élèves. Philippot (2011, p.47) a interrogé des collégiens qui pratiquent le compostage dans leur établissement scolaire sur les processus mis en jeu dans le composteur. D'après les réponses qu'elle a obtenues, les élèves ont déclaré qu'après ingestion par les détritivores, les déchets se transforment en terre. Philippot a montré que ceux-ci ne maîtrisent pas les processus mis en jeu dans la transformation des déchets pour devenir un compost riche en matières minérales. De même, Lhoste et *al.* (2010) ont mis en évidence les difficultés rencontrées par les élèves du sixième (début de collège, 11-12 ans) à relier la transformation de la matière organique à la formation de sels minéraux. De son côté, dans sa thèse portant sur les conceptions des élèves de l'école maternelle à propos du cycle de la matière organique lors de la pratique du compostage, Marchal-

Gaillard (2021, p. 286) a porté son attention sur l'action combinée de la fragmentation des déchets par les organismes détritvires et la décomposition « intrinsèque » de ces déchets par l'action des microorganismes pour obtenir du compost. Les résultats auxquelles elle a abouti ont montré qu'aucun des jeunes enfants n'a mentionné la digestion ou l'excrétion par les organismes détritvires.

Ces recherches nous révèlent les difficultés que peuvent avoir les élèves dans la compréhension du processus de décomposition des déchets et de leur transformation en matière minérale utile à la nutrition des plantes. Cela peut être justifié par le fait que ce processus de transformation de la matière organique ne donne pas en instantané des sels minéraux. Ce qui est visible pour les enfants c'est l'« or noir », marqué par la couleur sombre du compost due à la diversité des matières organiques en décomposition. De ce fait, les élèves réduisent ce processus à une transformation en terre parce qu'ils n'envisagent pas spontanément que cette décomposition conduit à la formation d'une matière organique mature ou encore d'une matière minérale. Suite à ces développements, nous présentons notre séquence de classe étudiée portant sur le rôle des vers de terre dans le compostage des déchets.

4. Présentation de la séquence ordinaire de classe étudiée

Cette étude de cas questionne les conditions d'articulation de la construction de savoirs scientifiques et l'EDD. Elle s'appuie sur une séquence ordinaire consacrée au rôle des vers de terre dans le compostage des déchets, où sont mobilisées des expériences. Notre but est de voir comment l'enseignante exploite les expériences dans la démarche mise en œuvre et quelle fonction elle leur attribue dans ses pratiques de classe. La séquence que nous étudions est composée de deux séances et se déroule dans une classe de CM1/CM2 de vingt et deux élèves (9-11 ans). Elle s'intègre dans la partie du programme consacrée à l'étude de « *L'origine de la matière organique des êtres vivants et son devenir* » (B.O. n°11 du 26 novembre, 2015, p. 191). Dans les ressources numériques des éditions Retz (2016, p.96) auxquelles se réfère l'enseignante, les connaissances et les compétences associées à l'étude de ce problème sont les suivantes : « *identifier les matières échangées entre un être vivant et son milieu de vie ; constater la décomposition de la matière organique, comprendre l'importance d'un des décomposeurs majeurs : les lombrics ; se sensibiliser aux problèmes de gestion de déchets ; interpréter les résultats d'une expérience* ». Les données ont été recueillies

en Janvier et Février 2018 dans une école à Arras. Nous disposons des enregistrements audios des deux séances, leur transcription (annexe 28), le texte du savoir construit à la fin de la séquence et les photos du tableau blanc interactif (TBI). Il est à préciser que cette séquence est conduite par la même enseignante C qui a conduit la séquence précédente sur la nutrition des plantes (recueil de 2017/2018). Pour rappel, cette dernière est expérimentée et a douze ans d'ancienneté dans l'enseignement de la classe de CM1/CM2. Suite à ses indisponibilités, nous n'avons pas pu conduire un entretien après cette séquence. Par contre, l'entretien que nous avons conduit avec elle sur le problème de la nutrition des plantes peut nous donner au moins une idée sur son fonctionnement en classe, ses pratiques, voire sa conception de l'expérimentation et de la démarche scientifique.

Sous l'angle d'une investigation expérimentale, nous questionnons la manière dont cette enseignante exploite des expériences choisies tout en poursuivant des objectifs éducatifs. Nous cherchons à voir à quelles conditions il est possible de relier la construction des savoirs scientifiques à des questions d'EDD dans le temps limité des enseignements à l'école élémentaire. Quelles fonctions prennent les expérimentations dans la construction des savoirs scientifiques ? Quel type de savoir est construit ? En quoi le texte du savoir et la démarche adoptée contribuent à une formation au choix des élèves ? Quelle part a eu l'EDD dans la démarche adoptée ? C'est sous l'angle des difficultés auxquelles peut être confrontée l'enseignante à concilier les différentes préconisations (démarche d'investigation, construction de savoirs scientifiques, expérimentations, EDD) que nous abordons ces questions.

Le tableau suivant (tableau 45) nous donne à voir le synopsis de l'organisation de la séquence :

Problème étudié : Pourquoi mettre des vers de terre dans nos déchets ?	
Séance 1 (18/01/2018)	Séance 2 (01/02/2018)
- Projection successive de photos par l'enseignante sur le TBI : - Photo d'un composteur du jardin - Photo d'un lombricomposteur. - Discussion et introduction du problème en jeu (en collectif) « Pourquoi mettre des vers de terre dans nos déchets ? »	- Les expériences projetées au TBI par l'enseignante Expérience 1 : des vers de terre mis dans des récipients avec du terreau et des feuilles d'arbre. Expérience 2 : des vers de terre mis dans des récipients avec du terreau et des déchets différents (feuilles d'arbre, journal, plastique). - Hypothèses de la classe (en collectif) - Les vers de terre mangent les feuilles d'arbre. - Les vers ne sont pas capables de décomposer tous les matériaux (feuilles d'arbre, papier journal, plastique). - Observation et interprétation des résultats expérimentaux (en collectif). - Projection du texte de savoir final par l'enseignante.
Corpus : - Enregistrement des séances et transcriptions (annexe 28). - Photos des expériences projetées au TBI. - Photo du tableau noir (texte de savoir).	

Tableau 45. Tableau synoptique de déroulement de la séquence 5

Dans le point suivant, nous décrivons les moments marquants dans le travail du problème du rôle des vers de terre dans le compostage des déchets.

5. Description du déroulement de la séquence étudiée

La séquence est organisée en deux séances que nous décrivons ci-dessous en mettant l'accent sur les pratiques expérimentales exploitées dans le travail de ce problème.

Séance 1 :

- La formulation du problème de départ

Après que la classe s'est intéressée aux besoins des plantes vertes pour se développer (eau, terre, lumière, température satisfaisante), l'enseignante a projeté sur le TBI une photo du composteur du jardin (figure 48) sans le dénommer en interrogeant les élèves sur la nature et la fonction de cet objet.

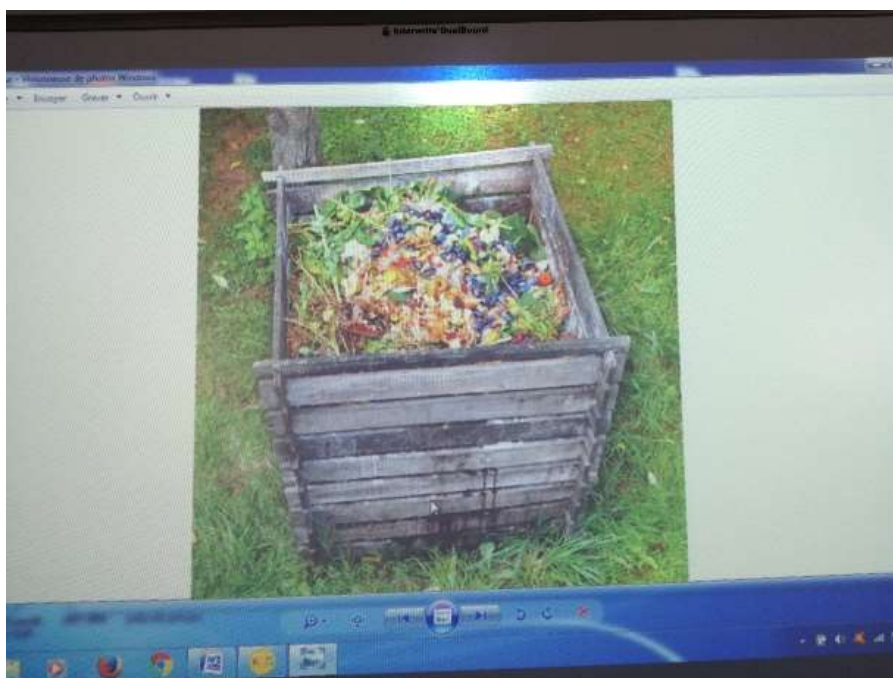


Figure 48. Photo du composteur du jardin

Après une courte discussion durant laquelle l'enseignante a peu donné la parole aux élèves, elle explique aux élèves que le composteur sert à recycler les déchets organiques et à récupérer une terre riche en sels minéraux et fertile pour les plantations. Voici un extrait des échanges :

6	Prof	C'est un composteur d'accord à quoi ça sert ?
7	Jessy	A mettre les déchets si on gaspille donc on met ça dans ?
8	Prof	Alors je vais prendre les déchets pas tous les déchets, les déchets ?
9	La classe	Alimentaires.
10	Prof	Organiques, qu'est-ce que ça veut dire ce sont des déchets c'est uniquement des déchets mais des restes alimentaires par exemple des peaux de banane du café, vous savez le café qui a été utilisé, mais on ne met d'emballages on met pas des paquets de plastiques on met des... que des aliments des restes alimentaires et organiques. Ça peut être par exemple des épluchures de fruits ou des épluchures de légumes, si j'épluche mes carottes à la maison si

		j'épluche mes pommes de terre si j'épluche une clémentine une banane si j'épluche des poireaux ben tous les restes de fruites de légumes le café je peux jeter je jette dans un bac à compost, tout ça accumule donc là au-dessus c'est ce que je viens de jeter là je jette au-dessus et puis en dessous je récupère en fait une espèce de terre qui est utile pour faire du jardinage. Je récupère de la terre en dessous que je peux utiliser quand je vais planter quand je vais faire des plantations. Pourquoi je récupère cette terre je ne prends pas dans la terre habituelle, en fait toute cette terre elle va très riche en sels minéraux.
11	La classe	Oui.
12	Prof	Les plantes elles ont besoin d'une terre riche en minéraux pour bien pousser les fleurs les fruits les légumes tout ça, donc cette terre en fait plus on jette des déchets organiques plus on récupère en dessous ça accumule ça s'accumule ça fermente et ça devient une terre qui est bonne pour planter nos fruits et légumes, donc ça s'appelle un compost.

Puis, l'enseignante a projeté une photo d'un lombricomposteur d'appartement (figure 49) :



Figure 49. Photo des lombricomposteur d'appartement

Puis, elle a expliqué aux élèves l'intérêt de mettre un lombricomposteur à l'intérieur de la maison ou de l'appartement, qui est selon elle « 33.P. [...] *une nouvelle manière de recycler ses déchets* » avec des vers de terre. Voici un extrait des échanges :

24	Prof	La dame elle est dans sa cuisine oui elle est dans sa cuisine, et qu'est-ce qu'elle a mis dans sa cuisine ?
25	Jessy	Un composteur.
26	Hugo	Un minicomposteur.
27	Prof	C'est un minicomposteur, mais qu'est-ce qu'elle tient dans sa main ?
28	Océane	Des déchets.
29	Roxane	Des graines.
30	Thao	De la terre.
31	Prof	Alors en fait elle tient des vers, des petits vers de terre.
32	La classe	Oui.
33	Prof	D'accord parce que en fait dans les jardins on peut mettre un composteur dans les jardins c'est grand gros, et dans les maisons allez on écoute c'est une nouvelle manière de recycler ses déchets. Par exemple quand on habite dans un appartement tout ça c'est un petit peu à la mode c'est nouveau donc on recycle ces déchets avec des vers de terre.

L'enseignante a d'abord relié la dégradation des déchets alimentaires dans ce dispositif aux besoins en sels minéraux des plantes. Elle a ensuite référé ce processus à l'action des vers de terre « 19. P. [...] *c'est en appartement pour que les déchets se décomposent plus vite on va mettre des vers de terre [...]* ». L'enseignante a introduit le terme de « *composteur* » et l'a défini comme un bac dans lequel on accumule des déchets qui se dégradent en constituant un compost. Elle a ainsi posé comme établi que ce sont les vers de terre qui dégradent ces déchets et les transforment en compost. L'objectif que l'enseignante fixe à la classe est de préciser le rôle de ces êtres vivants. Pour cela, elle a orienté les élèves vers des expériences permettant d'y répondre.

Séance 2 :

- Présentation des expériences avec résultats projetées au TBI

Après avoir fixé l'objectif de la séquence « le rôle des vers de terre dans le processus de compostage des déchets », l'enseignante oriente directement la classe vers des expériences affichées avec leurs résultats au TBI. Elle a justifié son choix par le fait que ces expériences demandent un long temps pour avoir des résultats « 19. P. [...] *pourquoi je peux pas faire l'expérience, ben c'est simple il faut attendre deux ou trois*

mois avant que ça se décompose on sait même pas si ça va marcher, il fallait le faire en début de l'année par contre l'expérience a été réalisée et il y a des résultats ». Il est à constater que l'enseignante n'a retenu que l'action des vers de terre dans le compostage des déchets comme seuls détritivores intervenant dans ce processus naturel « 35. P. [...] *Donc on composte des déchets en fait on les recycle grâce aux vers de terre, alors ça consiste à placer donc des vers de terre dans ces déchets pour créer du compost [...] »*, alors que les déchets organiques sont décomposés grâce à l'action de différents macro et micro-organismes du sol comme nous l'avons évoqué ci-dessus (paragraphe 3.2). Voici en quoi consistent les expériences et comment elles se sont déroulées :

Expérience 1 : Dans trois récipients identiques, on a placé du terreau, du sable et au-dessus on a déposé des feuilles d'arbre. Les récipients 2 et 3 contiennent des vers (un seul ver de terre dans le 2 et plusieurs dans le 3), mais pas le récipient 1. Durant trois semaines, les trois récipients sont placés à l'obscurité et régulièrement arrosés. L'objectif que l'enseignante a fixé pour cette expérience est de mettre en évidence le rôle des vers en comparant ce qui s'est passé dans les récipients avec vers et sans vers (témoin). C'est à dire de voir si les vers mangent des feuilles d'arbre ou non.

Expérience 2 : Dans trois récipients identiques, on a mis du terreau et des vers de terre. Dans le premier récipient on a déposé des morceaux de sacs plastique, dans le deuxième des feuilles mortes et dans le troisième du papier journal. Les trois récipients sont placés deux mois dans l'obscurité. Le but de cette expérience est de découvrir la nature des déchets que les vers sont en capacité de dégrader.

Le tableau ci-dessous montre les deux expériences et les résultats affichées au TBI :

Expériences	Dispositif initial	Résultats
Expérience 1	 1 : Terreau, sable, plusieurs feuilles d'arbre. 2 : Terreau, sable, un ver de terre, plusieurs feuilles d'arbre. 3 : Terreau, sable, plusieurs vers de terre, plusieurs feuilles d'arbre.	 1 : Terreau, sable, plusieurs feuilles d'arbre. 2 : Terreau, sable, un ver de terre, une seule feuille d'arbre. 3 : Terreau, sable, plusieurs vers de terre, aucune feuille d'arbre.
Expérience 2	 1 : Terreau, sable, vers de terre, morceaux de papier journal. 2 : Terreau, sable, vers de terre, plusieurs feuilles d'arbre. 3 : Terreau, sable, vers de terre, morceaux de sacs plastiques.	 1 : Terreau, sable, vers de terre, aucun morceau de papier journal. 2 : Terreau, sable, vers de terre, aucune feuille d'arbre. 3 : Terreau, sable, vers de terre, morceaux de sacs plastiques.
L'idée des expériences est de faire des comparaisons deux à deux des récipients. Par exemple, dans la première expérience : la seule différence entre le récipient 1 et le récipient 2 est le fait qu'il y a un vers de terre dans le 2. Donc le raisonnement est de dire que la seule différence au départ explique le résultat, c'est-à-dire que la disparition des feuilles dans le récipient 2 est due à l'action du ver de terre qui a mangé une partie des feuilles.		

Tableau 46. Descriptif des deux expériences affichées au TBI par l'enseignante et de leurs résultats

- Le texte du savoir visé par l'enseignante

Après une interprétation rapide et en collectif des résultats des expériences, la trace écrite mémorisable est inscrite au tableau par l'enseignante. La figure 50 donne à voir le texte de savoir auquel a abouti la classe et sa transcription.

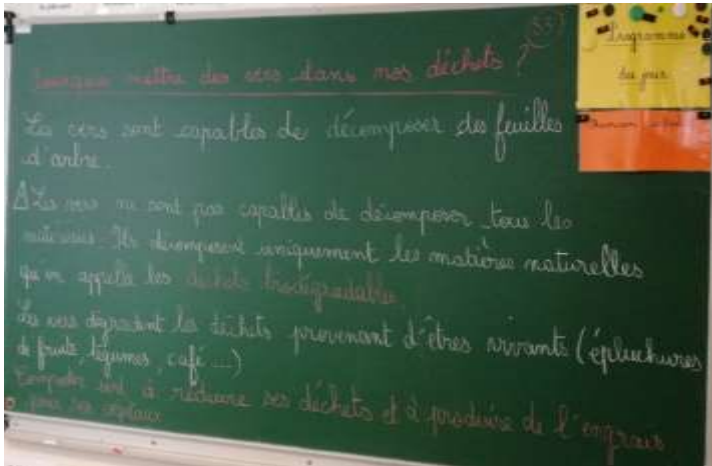
Le texte de savoir visé par l'enseignante 
Pourquoi mettre des vers dans nos déchets ? Les vers de terre sont capables de décomposer des feuilles d'arbre. (Attention !) Les vers ne sont pas capables de décomposer tous les matériaux. Ils décomposent uniquement les matières naturelles qu'on appelle les déchets biodégradables. Les vers dégradent les déchets provenant d'êtres vivants (épluchures de fruits, légumes, café, ...). Composter sert à réduire ses déchets et à produire de l'engrais pour les végétaux.

Figure 50. Le texte de savoir construit (compostage des déchets par les vers de terre)

6. Analyse de la séquence étudiée

Nous suivons la méthode d'analyse que nous avons défini précédemment (partie 2, section 4). Pour rappel, nous analysons les différentes phases du travail de problème en mettant l'accent sur la manière dont sont conçues et exploitées les expériences par l'enseignante dans la démarche adoptée. Nous cherchons aussi à voir si les moments d'interprétation des résultats des expériences contribuent éventuellement à l'apparition des argumentations mobilisées par les élèves ou à des ouvertures vers un travail de problématisation. Puis, nous analysons le texte de savoir final, nous essayons de le caractériser et de voir en quoi les expériences participent à son élaboration. Nous remontons ensuite vers les pratiques de la classe ayant conduit à sa construction. Notre

but est de voir de quelle manière le texte de savoir se rattache au déroulement de la séquence et notamment aux expériences.

6.1. Interprétation des résultats de l'expérience 1

L'extrait suivant montre comment l'enseignante a amené les élèves à fixer l'objectif de la première expérience et à formuler l'hypothèse « 49. Matys. *Est-ce que les vers de terre mangent les feuilles d'arbre ?* ».

44	Prof	Je veux une question avec un point d'interrogation, donc une phrase interrogative. A quoi sert mon expérience ? qu'est-ce que je veux savoir ?
45	Matys	Je sais.
46	Prof	Matys.
47	Matys	Est-ce que les vers de terre mangent ?
48	Prof	Je t'écoute.
49	Matys	Est-ce que les vers de terre mangent les feuilles d'arbre ?
50	Prof	Oui alors on va peut-être généraliser un peu, on va pas parler que de la salade. Lola.
51	Lola	Est-ce que les vers de terre peuvent dissoudre ou non les aliments ?
52	Prof	Peuvent dissoudre ah oui bon c'est pas vraiment le bon mot dissoudre mais j'ai bien compris ce que tu voulais dire.
53	Juliana	Est-ce que les vers de terre font le compostage ?
54	Prof	Oui qu'est-ce que je veux savoir ? oui.
55	Hugo	Que font les vers de terre dans la terre ?
56	Prof	Alors un petit peu général quand même, par exemple c'est ce qu'on veut savoir ?
57	Théo	A quoi sert les vers de terre ?
58	Prof	Ben voilà à quoi sert les vers de terre dans le compostage ? à quoi sert les vers de terre dans un dans un processus de compostage ? quel est le rôle des vers de terre ?

Les élèves sont amenés à observer un fait expérimental et son résultat. La première lecture du résultat de l'expérience a permis de valider l'hypothèse : « les vers de terre sont capables de manger les feuilles d'arbres ». Voici un extrait des échanges :

86	Prof	Donc là on avait déjà la feuille, on s'est aperçu qu'elle avait disparu, là on a mis un seul vers de terre, et là regardez il y en a plusieurs vers de terre. On a mis plusieurs je remontrai le résultat. Donc ici elle n'a pas bougé cette feuille car il n'y avait pas de vers de terre.
87	Roxane	Le meilleur c'est le trois.
88	Prof	Oui.
89	Roxane	Au premier ça n'a pas marché comme il n'y avait pas de vers de terre.
90	Prof	Oui.
91	Roxane	Le deuxième comme il n'y avait qu'un on voit encore qu'il reste.
92	Prof	Mais ça a fonctionné mais ça prend plus de temps, et là ?
93	Roxane	Il a tout mangé.
94	Prof	Là la feuille d'arbre elle a disparu, en effet le vers a fait son travail, le ver de terre a fait son travail. Donc ici ça n'a pas bien fonctionné ici ça a fonctionné mieux il faudrait plus de vers, et ici en effet le ver de terre a bien joué son rôle ok.

Cet extrait nous montre que l'enseignante est plutôt sur une logique de réfutation/validation. En effet, elle s'en tient aux éléments de l'expérience qui valident la « bonne » solution au problème. Elle donne peu la parole aux élèves et clôt rapidement les échanges dans la mesure où ce que montre l'expérience, qu'elle ramène à la description de l'action des vers de terre vis-à-vis des feuilles, répond pour elle à la question posée. La classe reste sur la disparition des feuilles d'arbre, sans mention des processus de décomposition ou de transformation qui pourraient les affecter. Puis, la classe passe brusquement de « manger » à « décomposer » pour conclure par dire que les vers de terre sont capables de décomposer les feuilles d'arbre, comme le montre l'extrait suivant :

96	Prof	Pourquoi mettre des vers dans nos déchets ? alors justement pourquoi on met pourquoi mettre des vers de terre dans nos déchets ? qu'est-ce qu'on vient de voir finalement ?
97	Louaka	Ils mangent les feuilles.
98	Jessy	Les vers mangent les feuilles.
99	Prof	Alors qu'est-ce qu'on peut dire ? Les vers sont capables de quoi ?
100	Océane	De manger les feuilles.
101	Prof	Manger les feuilles, Aline elle a dit un beau mot que je voudrais qu'on récrive.
102	Theo	Décomposent.
103	Prof	Bien les vers sont capables de décomposer c'est bien Théo c'est toi qui a entendu Aline, les vers sont capables de décomposer des feuilles d'arbres.

6.2. Interprétation des résultats de l'expérience 2

L'hypothèse est de voir si les vers ne sont pas capables de décomposer tous les matériaux. Par manque du temps, l'interprétation des résultats de la deuxième expérience est faite hâtivement. Les élèves n'ont pas été amenés à expliquer ce résultat expérimental ou à le confronter avec d'autres interprétations de leurs pairs. Alors que les résultats de l'expérience sont particulièrement lisibles, l'enseignante se détourne de la détermination directe du régime alimentaire des vers de terre pour « ce qui se mange » ou « ne se mange pas » et sur la nature des produits mis. Quant à ses interventions, nous constatons que l'enseignante ne pousse pas les élèves au-delà des solutions du problème. L'expérience 2 a servi à la validation de l'hypothèse, comme il montre cet extrait :

111	Prof	Qu'est-ce qu'on va vouloir là dans cette expérience ?
112	Théo	On va mettre un vers de terre dedans et on va voir ce qui se mange le plus vite.
113	Prof	Oui alors Théo dit, on va faire la même chose on va mettre un ver de terre et voir ce qui se mange le plus vite, oui alors à votre avis qu'est ce qui va se passer ?
114	Théo	Les feuilles d'arbre.
115	Prof	Réfléchissez, Océane il va se passer quoi là ? Donc les vers qu'est-ce qu'ils vont faire ? Ils vont manger quoi ? parce qu'il y a du plastique il y a du journal il y a des feuilles d'arbre ?
116	Océane	Les feuilles d'arbre.
117	Prof	Ah ils vont manger les feuilles d'arbre et quoi d'autre ?
118	Maxime	Le papier journal.
119	Prof	Oui, le papier journal, ça se mange parce qu'il est un peu fait comme une matière végétale. Il est fait à partir du cellulose qui est une matière végétale. Est-ce que les vers de terre mangent le plastique ?
120	La classe	Non.
121	Prof	Pourquoi ?
122	Matys	Parce que ça se mange pas.
123	Jérémy	On essaye de ...
124	Prof	C'est pas des déchets organiques.
125	Elif	Alimentaires.

Nous pouvons dire que les interactions orales prennent la forme d'un « cours dialogué » (question / réponse) gérés par l'enseignante qui retient dans les réponses des élèves uniquement ce qui l'intéresse. Les échanges qui ont eu lieu montrent la préoccupation de l'enseignante d'aller vers la validation de la seule solution attendue, raison pour

laquelle elle essaye de fermer rapidement la discussion avec les élèves. L'ensemble des interventions de l'enseignante se présentent généralement sous forme d'affirmations hâtives. Le tour de parole « 124. P. *C'est pas des déchets organiques* » l'illustre bien.

6.3. Analyse de la trace écrite

En termes de savoirs scientifiques, le texte de savoir final (figure 50) met l'accent sur la capacité des vers de terre à transformer sélectivement des matériaux : décomposition des feuilles d'arbres, des matières naturelles ; dégradation de déchets provenant d'êtres vivants (épluchures de fruits, légumes, café, ...). En termes d'EDD, ce résumé se clôt sur l'utilité du compostage. Voyons de quelle manière ce texte se rattache ou non à ce qui s'est fait dans la séquence, notamment aux expériences.

- Décomposition et dégradation par les vers de terre

Le texte final exprime une solution au problème posé. Il montre d'abord que « *Les vers de terre sont capables de décomposer des feuilles d'arbre* ». Si l'on se reporte au déroulement de la séance, on note qu'elle est directement liée à la « lecture » fortement dirigée des résultats de l'expérience 1 où la classe est restée sur la disparition des feuilles d'arbre. Le processus de transformation des feuilles d'arbre est mis à l'écart.

- La mise en garde sur l'alimentation sélective des vers de terre

La trace écrite comporte une mise en garde de l'enseignante marquée par le panneau Attention ! qui signale que « *Les vers ne sont pas capables de décomposer tous les matériaux. Ils décomposent uniquement les matières naturelles qu'on appelle les déchets biodégradables* ». Cela renvoie à l'expérience 2, où des vers de terre ont été mis en présence de feuille d'arbre, de plastique, de papier journal. Le texte final exprime une solution au problème posé.

- Des reformulations dans la trace écrite

Nous nous interrogeons enfin sur la présence dans la trace écrite d'un vocabulaire qui ne semble pas appartenir au registre de langage courant des élèves. Ainsi en est-il du verbe « décomposer ». L'étude des échanges entre l'enseignante et les élèves montre qu'il s'agit de la récupération d'un terme émis à un autre moment par un seul élève qui l'a ponctuellement employé sans qu'il soit repris ensuite par la classe dans les échanges :

99	Prof	Alors qu'est-ce qu'on peut mettre ? Les vers sont capables de quoi ?
100	Océane	De manger les feuilles.
101	Prof	Manger les feuilles, Aline elle a dit un beau mot que je voudrais qu'on réécrive.
102	Theo	Décomposent ⁶² .
103	Prof	Bien les vers sont capables de décomposer c'est bien Théo c'est toi qui a entendu Aline, les vers sont capables de décomposer des feuilles d'arbre.

L'enseignante fait de la reformulation de « matières naturelles » en « matières biodégradables ». Ainsi, l'adjectif « biodégradable » est une reformulation imposée par l'enseignante.

138	Prof	Alors les vers ne sont pas capables de décomposer tous les matériaux ils décomposent uniquement des matières naturelles qu'on appelle des déchets biodégradables ok.

- L'Education au Développement Durable, vers une inculcation des « bons » gestes

La trace écrite est clôturée par l'expression « *Composter sert à réduire ses déchets et à produire de l'engrais pour ses végétaux* ». Si l'on se reporte au déroulement de la séance, on note que cela renvoie à une orientation vers des « bons » gestes. Il est important ici de préciser que les éléments relatifs à l'EDD apparaissent dans de courts moments de la séquence. Dans un premier temps lorsque l'enseignante montre les photos des composteurs aux élèves, au moment où elle les interroge sur l'intérêt de pratiquer le compostage domestique. Sans laisser beaucoup parler les élèves, les échanges valorisent l'obtention de la « bonne terre » utile pour les plantations. Voici un extrait des échanges :

7	Prof	[...] à quoi ça sert d'avoir de lombric dans la terre, quel est l'intérêt de composter ces aliments ? il y a une raison on fait pas ça pour rien quelle est la raison pourquoi faire ça ?
8	Lola	Pour avoir une bonne terre.
9	Prof	Il faut que tu parles fort sinon je vais pas pouvoir te dire oui.
10	Lola	En fait c'est pour la terre qu'elle va mieux, ça donne des aliments bio.
11	Prof	Alors non ça donne pas des aliments bio, mais on peut récupérer la terre. Ça permet d'avoir une terre bien fertile qu'on peut réutiliser pour faire des plantations dans son jardin, c'est la première cause

⁶² Surligné par nous.

		oui c'est bien on récupère la terre et allez encore plus enrichie en nutriments ça fait une bonne terre pour faire pousser les plantes. Ensuite.
12	Thao	Les vers on les met dans un lombricomposteur avec des choses qu'il en y'a dedans.
13	Prof	C'est pas ça ma question. Ma question est pourquoi on fait ça ? Quel est l'intérêt ? Si j'en achète un chez moi pourquoi pour faire bien, être à la mode ?
14	La classe	Non.
15	Prof	Parce que je peux récupérer la bonne terre pour faire des plantations dans mon jardin, après il y a d'autres manières réfléchissez d'autres raisons.
16	Jessy	C'est pour pas par exemple mettre les déchets trop.
17	Prof	Oui c'est bien, continue ce que tu dis c'est bien.
18	Jessy	On les jette dans la nature.
19	Prof	Voilà ça évite surtout d'avoir trop de déchets parce que on les consomme on jette beaucoup des choses quand même, donc pour économiser les poubelles les sacs poubelles etc, c'est bien aussi de jeter ces aliments chez soi parce que il y en a qui se décomposent.

Au cours de la séquence, l'EDD apparaît parfois dans quelques affirmations de l'enseignante. C'est le cas dans les exemples suivants :

181.P. «[...] C'est une nouvelle manière de recycler ses déchets [...]».

185. P. « [...] donc cette terre après elle est riche en minéraux et elle peut servir à faire du jardinage, elle aide très bien pour la croissance des plantes, c'est mieux que de l'engrais c'est beaucoup plus naturel [...]».

197. P. « [...] c'est bien c'est pour gérer les déchets déjà on met moins de déchets dans la poubelle ça veut dire qu'on pollue moins, on utilise ces déchets pour ben fabriquer de la bonne terre et puis pour faire planter pousser d'autres choses, c'est un geste écologique ».

L'EDD apparaît enfin au moment de construction de la trace écrite lorsque l'enseignante conduit la classe à la conclusion « 144. P. [...] Alors composter à quoi ça sert ? En fait composter sert à réduire ses déchets, à jeter moins dans la poubelle, composter sert à réduire ses déchets et à produire de l'engrais, donc composter sert à réduire ses déchets et à produire de l'engrais pour ses végétaux pour son propre jardin».

Conclusion

Vu la complexité de la mise en place de ce type d'expériences en classe et parce qu'elles demandent du temps qui ne peut pas être celui de la classe, l'enseignante a fait le choix d'exploiter des photos avec résultats parce qu'elles illustrent le processus de la décomposition des déchets organiques par les vers de terre. De par ses caractéristiques notamment temporelles, l'expérimentation n'a pas impliqué les élèves : ils n'ont pas pu réellement mettre en place les expériences. Ainsi, les élèves sont-ils observateurs d'expériences déjà faites et « comprimées » dans le temps. Leur rôle consiste à interpréter leurs résultats projetés au TBI. Cette complexité que montrent les expérimentations est surmontée par l'enseignante par de la directivité et l'orientation vers la bonne solution du problème.

Il est à préciser que nous n'avons pas pu conduire un entretien avec l'enseignante C sur la conduite de cette séquence. Par ailleurs l'entretien que nous avons déjà mené avec celle-ci (annexe 23) sur la nutrition des plantes nous montre qu'elle adopte une approche stéréotypée et linéaire de la démarche d'investigation, et qu'elle a tendance à valoriser le rôle des expériences dans la motivation des élèves et la construction de leurs savoirs. Un fort guidage domine les activités proposées qui tente de recentrer et recadrer l'attention de la classe sur ce qu'elle veut être partagé par les élèves. Aussi, la fermeture parfois trop rapide de la discussion donne à certains énoncés un statut de vérité que les élèves prennent, à la manière d'un savoir préconstruit. La dimension argumentative dans l'interprétation des résultats des expériences est finalement absente. Les échanges dans la classe ne donnent pas à voir des moments de construction des raisons qui soutiennent la « solution ». Ainsi, en termes de construction de savoirs scientifiques, on obtient un savoir assertorique. Les deux expériences projetées, dont le but est de comprendre l'action des vers de terre dans la décomposition des déchets, visent essentiellement à rendre « vraies » les hypothèses et à orienter vers les « bonne » solution au problème. Dit autrement, la solution au problème est bonne parce que les résultats des deux expériences la prouvent et la valident. L'enseignante est sur une logique de réfutation/validation.

Parce qu'il concerne des processus non visibles à l'œil nu, la décomposition des déchets est un phénomène complexe à comprendre par des élèves de l'école élémentaire. Tout comme les résultats que Philippot (2011) et Marchal-Gaillard (2021) ont obtenus dans ce contexte, le processus de transformation de la matière organique en matière minérale est mis à l'écart. Le concept de la décomposition de la matière organique renvoie dans

la séquence aux affirmations : « les vers de terre mangent les feuilles d'arbre », « les vers de terre décomposent les déchets naturels ». En outre, le vocabulaire « décomposer » et « décomposition » est peu utilisé dans les échanges et peu éclairci. De tels processus scientifiques (décomposition de la matière organique, transformation de la matière organique en matière minérale) paraissent complexes pour les élèves. Vu que le processus de dégradation de la matière organique prend du temps, ce qui est visible par les élèves en regardant les photos des résultats des expériences, ce sont des changements de couleur des déchets organiques. Les élèves sont conscients qu'il y a eu une transformation des déchets mais sans comprendre en quoi cela se transforme. L'étude de photos projetées gagnerait à être complétée par des visites régulières de composteurs où les élèves pourraient se familiariser avec ce qu'il s'y passe dedans.

Pour ce qui est de l'EDD, ramener le processus de décomposition des déchets organiques à des finalités d'EDD à ce stade d'enseignement nous semble assez compliqué (Fabre et *al.*, 2014). Tout comme les résultats que d'autres chercheurs ont obtenus dans le contexte d'intégration de l'EDD dans le cadre scolaire (Lange, 2014a ; Barthes et alpe, 2013), l'étude de ce problème se rabat vers une forme d'inculcation de « *bons gestes* » sans suffisamment prendre la mesure de la complexité des savoirs sous-jacents et de la signification des actes au regard de ces savoirs. On peut se demander ce qu'il est possible de faire avec de jeunes élèves pour qu'ils s'approprient les raisons qui donnent à la pratique du compostage une importance forte dans la fertilisation du sol et la préservation de l'environnement.

Cette étude de cas montre des difficultés que peuvent avoir des enseignants, même expérimentés, à prendre en compte et à concilier plusieurs types de préconisations (la construction de savoirs scientifiques, la mise en jeu d'une démarche d'investigation expérimentale avec implication des élèves, l'éducation aux choix), qui plus est dans des contraintes temporelles qui s'exercent à tous les niveaux (temps limité de la classe, temps parfois long des expériences, temps de l'éducation). Ces difficultés peuvent aussi se rapporter à la complexité des savoirs en jeu et à la complexité des expériences-elles mêmes. Au final, nous pouvons dire que la fonction des expériences est réduite à la validation de la solution du problème escomptée par l'enseignante. Le risque est grand de dériver vers de l'inculcation en termes de savoirs, vers un trajet rapide censé caractériser les démarches scientifiques. Quant à la question de l'EDD, elle est rabattue sur des slogans. Peu d'explications sur l'utilité de ces bons gestes dans la gestion des déchets et sur la compréhension du pourquoi et comment de ces gestes, que l'élève les

fasse ou qu'il ne les fasse pas. Peu de temps est consacré à l'articulation du savoir en jeu (le processus de décomposition des déchets) et l'EDD (encourager la pratique du compostage domestique).

A ce stade, nous passons à la présentation de la sixième partie de notre recherche, durant laquelle, nous étudions deux séquences ordinaires qui mobilisent des expériences visant la construction des concepts en sciences physiques sous couvert d'un problème d'EDD : « Comment trier facilement les déchets ? ».

**Partie 6 : Etude des fonctions des
expérimentations dans des situations
ordinaires articulant des savoirs
scientifiques dans le domaine de
sciences physiques et l'EDD**

Introduction

Notre sixième partie se rapporte à deux études de cas mobilisant des expériences et articulant la construction de savoirs scientifiques en sciences physiques avec des problèmes d'EDD. Nous étudions successivement deux séquences portant sur le tri des déchets (recueil du 2017/2018 et recueil du 2021/2022). Nous avons envisagé l'observation d'une deuxième séquence pour mieux approfondir notre analyse par rapport aux difficultés auxquelles peuvent être confrontées des enseignants dans la mise en œuvre et l'exploitation de pratiques expérimentales dans un contexte articulant la construction de savoirs scientifiques avec des problèmes d'EDD.

Les deux séquences sont conduites par deux enseignants différents, mais la classe travaille sur le même problème de « Comment trier facilement les déchets ». Ce sont les pratiques enseignantes qui sont au cœur de nos analyses. Nous effectuons une étude comparative du fonctionnement des deux enseignants dans le but de voir si les expériences remplissent la même fonction et si les résultats obtenus dans l'étude du problème en jeu dépendent du fonctionnement de l'enseignant il-même, du choix des expériences ou d'autres difficultés. Pour cerner les contraintes qui pèsent sur les enseignants, nous nous intéressons aux entretiens où ils peuvent justifier leurs choix.

Cette partie se constitue de trois chapitres : dans le premier nous étudions le contexte institutionnel de l'introduction de la thématique du « tri des déchets » dans le cadre scolaire, sa prise en compte dans les instructions officielles et les circulaires organisant l'EDD. Puis, nous clarifions quelques notions liées à cette thématique (déchet, tri sélectif, recyclage). Dans le deuxième chapitre, nous étudions la première séquence observée en 2017/2018. Dans le troisième chapitre, nous analysons la deuxième séquence portant sur le même problème, observée en 2021/2022. Une conclusion générale clôt cette partie et reprend et compare les deux études de cas, dans laquelle nous essayons de préciser les difficultés attachées à la mise en place et à l'exploitation des pratiques expérimentales dans l'étude de ce problème.

Chapitre 1 : Le contexte institutionnel de l'étude du « tri des déchets » à l'école

Le sujet des déchets (leur caractérisation, leur traitement et leur limitation) est une préoccupation sociétale forte. A l'échelle de la planète, on parle de l'existence d'un « septième continent », gigantesque agglomérat de déchets flottant sur l'Océan Pacifique (De Matos & Fonteneau, 2021). A une échelle plus restreinte (de l'habitation, de la cité, etc.), la question du tri et du recyclage des déchets est devenue prégnante. A l'école, le tri des déchets est abordé dans le contexte de l'EDD en mobilisant plusieurs disciplines scolaires, dont les sciences et l'enseignement moral et civique. Il s'agit de faire prendre conscience aux élèves des fragilités de la planète et d'en faire des citoyens responsables. Dans ce chapitre, nous rappelons dans un premier temps le contexte selon lequel l'éducation à l'environnement et au développement durable est introduite dans le cadre scolaire. Nous nous intéressons à la thématique du tri des déchets, à sa prise en compte dans les instructions officielles et aux circulaires organisant l'EDD. Nous caractérisons les pratiques de classe intégrant l'EDD selon les recherches (Lange, 2014, 2016 ; Chalmeau et al., 2016 ; Barthes & Alpe, 2013). Dans un deuxième temps, nous nous intéressons à l'articulation de l'EDD à la construction de savoirs scientifiques dans le domaine des sciences physiques pour la thématique de tri des déchets dans les programmes du cycle 3 de l'école élémentaire.

1. L'éducation à l'environnement et au développement durable

L'éducation à l'environnement est fortement liée à l'EDD. Elle « *a pour mission de développer chez le jeune et cela dès le plus jeune âge, une prise de conscience des phénomènes environnementaux, et de lui faire appréhender la complexité de tout problème environnemental. Pour cela, il doit développer son esprit critique, sa créativité, son écoute des autres, son action au sein de la classe [...] Elle se doit de permettre aux jeunes de réfléchir et d'être en mesure de faire, plus tard, des choix respectueux de l'environnement* » (Charron et al., 2005, p. 27). La définition du terme du développement durable est proposée en 1987 dans le rapport de Brundtland⁶³ comme étant « *un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs* ». Ce sujet est devenu d'actualité

⁶³ Il s'agit du rapport de la Commission des Nations Unies sur l'Environnement et le développement intitulé « Notre avenir à tous ». Ce dernier était présidé par Brundtland, le Premier ministre de Norvège.

et a toute son importance dans le cadre scolaire. Dans ce contexte, les élèves doivent être sensibilisés au fait que le développement durable correspond aux besoins des générations actuelles et futures. Tous les enseignements y contribuent, dont l'enseignement scientifique où les élèves « *sont sensibilisés aux enjeux du changement climatique, de la biodiversité et du développement durable* » (B.O. n°31 du 30 juillet 2020, p. 170).

Giordan et Souchon (2008, p. 1) voient que « *La constitution d'un socle commun de connaissances écologiques pour le développement durable est devenue largement aussi important aujourd'hui pour notre avenir à tous que l'éducation aux principes de la démocratie, aux lois de l'économie ou aux règles de bonne conduite en société* ». L'école représente la microsociété où la sensibilisation des élèves aux enjeux de l'EDD peut commencer. Comme le disent Charron et *al.* (2005, p. 33), l'école est le premier maillon de la chaîne pour permettre à une éducation au développement durable, à travers des situations concrètes.

1.1. La thématique de tri des déchets à l'école élémentaire

Inscrire l'EDD dans les programmes scolaires permet aux élèves de prendre conscience de leurs obligations envers la planète dans laquelle ils vivent et de leurs responsabilités face aux enjeux liés à l'environnement, et de comprendre l'impact de l'activité humaine sur ce dernier. Pour acquérir un comportement responsable et citoyen et prendre conscience qu'ils sont acteurs du développement durable, il est important que les élèves soient en mesure de concevoir concrètement les conséquences positives de leurs actions et de leurs comportements face à leur environnement. Le tri des déchets fait partie des thèmes programmés en sciences et technologie. Il s'agit d'« *un bon point de départ pour une éducation à l'environnement* » (Giordan & Souchon, 2008, p. 25).

Par ailleurs et comme nous l'avons déjà abordé dans la partie consacrée à l'étude du rôle des vers de terre dans le compostage des déchets, dans le cadre des pratiques de classe intégrant l'EDD, de nombreuses recherches (Lange, 2014, 2016 ; Chalmeau et *al.*, 2016, Barthes et alpe, 2013) ont montré une orientation scolaire valorisant la promotion des « *bonnes pratiques* » ou des « *éco-gestes* ». Le tri sélectif des déchets en fait partie. Selon cette logique comportementaliste, « *convaincre l'individu de la nécessité du tri des déchets à domicile est plus facile que d'aborder la question sous l'angle de la réflexion sur la production et les filières des déchets sur le long terme...* » (Barthes & Alpe, 2013, p.8).

Le fait de donner du sens et de l'importance à la thématique du tri des déchets depuis le plus jeune âge des élèves dans leur scolarité leur permet d'agir de manière responsable et de comprendre que leurs actions relatives au tri des déchets ont des effets positifs sur le monde qui les entoure et sur la préservation de la planète. Le but à l'école est de rendre l'élève capable de dépasser les slogans sur les « bons » gestes du tri « automatique » selon la couleur des poubelles, et de devenir capable de faire des choix raisonnés, autrement dit de faire qu'il sache pourquoi il est nécessaire d'agir et de s'engager dans cet acte citoyen. On ne peut pas se contenter de suivre des slogans et d'en rester aux simples gestes de tri (poubelles de différentes couleurs : jaune, verte, bleue....) parce que dans la vie courante il réalise déjà ces actions. Ce qui est pensé pour l'école doit l'amener à prendre du recul par rapport à ces gestes. Il ne s'agit pas d'inculquer des valeurs ou d'imposer des choix mais d'éduquer aux choix.

Avant de présenter nos études de cas, il nous paraît utile de présenter quelques notions qui seront mobilisés dans leur analyse, à savoir les notions de : déchet, de tri sélectif et de recyclage.

1.2. Déchet, tri sélectif et recyclage

- Qu'est-ce qu'un déchet ?

Selon la loi du 15 juillet 1975, un déchet est « *Tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation, toute substance, matériau, produit, ou plus généralement tout bien meuble abandonné ou que le détenteur destine à l'abandon* » (Article L.541-1-1 du Code de l'environnement). Autrement dit, c'est un objet ou une substance qui ne présente plus d'utilité et que nous décidons de jeter. De nos jours, la valorisation des déchets devient de plus en plus importante. L'accent est mis sur le recyclage des déchets et leur réutilisation parce que les solutions d'élimination des déchets ont montré leurs limites. Avant d'être recyclés, l'accent est mis davantage sur le tri sélectif des déchets.

- Le tri des déchets

Le tri des déchets ou la collecte sélective regroupe toutes les actions qui consistent à séparer, classer et sélectionner les déchets selon leur nature. L'objectif est d'éviter les souillures qui résultent du contact entre les déchets et de faciliter la tâche des usines de traitement des déchets. Le tri sélectif permet alors de donner une seconde vie aux déchets par leur recyclage et leur réemploi. Cela contribue à éviter la destruction des déchets par abandon ou par incinération. Le principe de cette pratique est que celui qui

jette le déchet le trie lui-même. Ce comportement implique chaque personne individuellement dans la contribution à la bonne gestion de sa collectivité et à la protection de son milieu et le responsabilise dans sa conduite environnementale. Sur le plan économique, le tri des déchets contribue à la diminution des coûts de traitement et à la valorisation des déchets recyclables, et cela, malgré les coûts supplémentaires dus à la complication des étapes de la collecte.

D'où vient la nécessité d'inscrire cette thématique dans les programmes de sciences à l'école élémentaire et aussi dans la vie scolaire quotidienne afin de sensibiliser les élèves à ces gestes « *Très majoritairement répandu, le tri des déchets doit être mis en œuvre de manière systématique dans l'ensemble des espaces scolaires. Les élèves doivent être sensibilisés à l'importance du tri sélectif, à la fois à l'école et en dehors de celle-ci. L'installation de composteurs doit également être privilégiée, notamment lorsque les écoles ou établissements bénéficient d'espaces verts et y implantent des projets pédagogiques (potagers, etc.)* » (Circulaire n° 2019-121 sur la Transition écologique du 27-8-2019). A l'échelle de l'école, ce qui est attendu est de construire chez les élèves la nécessité de trier les déchets dans et hors de l'école, destinés au recyclage pour protéger l'environnement et de saisir en quoi l'action de tri sélectif représente un acte citoyen.

- Le recyclage

Le recyclage fait l'objet d'une définition réglementaire dans le Code de l'Environnement, il correspond à « *toute opération de valorisation par laquelle les déchets, y compris les déchets organiques, sont retraités en substances, matières ou produits aux fins de leur fonction initiale ou à d'autres fins* » (Article L541-1-1 du Code de l'Environnement). Il représente un processus de traitement et/ou transformation des déchets industriels ou ménagers (verre, carton, plastique, métal.....) qui ne présentent plus d'utilité et permet leur réintroduction ou la réintroduction de certains de leurs matériaux dans la production de nouveaux produits prêts à utiliser.

Le recyclage a un impact positif sur l'environnement car il a deux avantages majeurs :

- La préservation des ressources naturelles puisque la matière réutilisée dans le recyclage n'a pas besoin d'être extraite autre part.
- Le recyclage contribue à réduire au maximum les quantités de déchets ménagers placés en décharge, ou destinés à l'enfouissement et à l'incinération. Par conséquent, moins de déchets sont jetés, ce qui contribue à diminuer la pollution qui en résulte.

Nous consacrons le point suivant à la présentation de la composante scientifique mobilisée dans l'étude de ce problème, à savoir : les notions physiques, magnétisme et densité, et à sa prise en charge par les programmes du cycle 3 de l'école élémentaire.

2. Les savoirs scientifiques mobilisés dans l'étude du problème de tri des déchets

2.1. Le problème de tri des déchets dans les programmes de 2015

En cycle 3 de l'école élémentaire, domaine de notre étude, le problème de « Comment trier facilement les déchets ? » est pris en compte par le programme de 2015 et s'intègre dans la partie consacrée à étudier « *Les états et la constitution de la matière* » (B.O. n°11 du 26 novembre 2015, p. 187). Sous couvert de l'EDD, ce problème vise l'étude des propriétés physiques des matériaux. Les connaissances et les compétences associées à l'étude de ce problème sont : « *Mettre en œuvre des observations et des expériences pour caractériser un échantillon de matière* » (Ibidem, p. 188). La distinction entre les matériaux peut s'effectuer « *à partir de leurs propriétés physiques (par exemple : densité, conductivité thermique ou électrique, magnétisme, solubilité dans l'eau, miscibilité avec l'eau...) ou de leurs caractéristiques (matériaux bruts, conditions d mise en forme, procédés...)* » (Ibidem, p. 188). Pour étudier les propriétés des matériaux, « *Le domaine du tri et du recyclage des matériaux est un support d'activité à privilégier.* » (Ibidem, p. 188). La densité est mentionnée dans les programmes de 2015 comme étant une propriété pour distinguer les matériaux. Afin d'initier la construction du concept de densité en cycle 3, l'investigation expérimentale proposée en classe dans ce contexte consiste à comparer la flottabilité de différents plastiques (opaques et transparents) dans l'eau. Nous consacrons le paragraphe suivant à l'étude des difficultés que peuvent avoir les élèves par rapport à l'appropriation de la notion de la densité au cycle 3 de l'école élémentaire.

2.2. Difficultés liées aux conceptions des élèves dans l'appropriation de la notion de la densité

L'étude de la densité des solides au regard d'un liquide peut être définie comme : le rapport entre la masse volumique de ce corps et la masse volumique d'un corps pris comme référence. Le corps de référence pour les liquides et les solides est l'eau pure à 4 °C. Une substance qui a une masse volumique inférieure à celle de l'eau flotte (exemple d'un tronc d'arbre qui flotte sur une rivière). Alors qu'une substance qui a une masse volumique celle de l'eau coule (exemple d'une roche qui tombe au fond de

l'eau). En s'appuyant sur une analyse de supports d'enseignants de physique-chimie de 6^{ème} et sur des travaux en didactique de Koliopoulos et *al.* (2004) et de Dawkins et *al.* (2008), Javoy et *al.* (2018, p.1) ont pointé que *« ce type d'activités où la densité d'un solide est mise en lien avec son comportement lors de son immersion dans un liquide semble relativement prégnant »* (Ibidem, 2018, p.3). L'appropriation et la conceptualisation de ce concept par les élèves fait intervenir d'autres grandeurs comme « masse », « volume », et « masse volumique ». Cette dernière permet d'expliquer des phénomènes de la vie quotidienne (un glaçon qui flotte dans un verre de jus). La masse volumique est une grandeur physique qui représente le rapport entre la masse (m) d'une substance (solide, liquide ou gazeux) et son volume (V) qu'elle occupe. Dans leur étude, Javoy et *al.* (2018) ont recensé les conceptions d'élèves et d'étudiants de 5 à 20 ans relatives aux savoirs de références pertinents (masse, volume) pour la construction du concept de densité pour des objets solides immergés dans un liquide. L'analyse qu'ils ont effectué leur a permis de constater que les élèves n'arrivent pas à conceptualiser le sens physique de ces grandeurs (masse et volume). Pour la masse, les élèves interrogés *« ne l'associent pas à une quantité de matière, mais à la lourdeur des objets, confondant ainsi cette grandeur avec le poids. Ceci peut s'expliquer par le fait que la distinction entre ces deux grandeurs n'est pas opérée à l'école élémentaire, où le terme « poids » est utilisé à la place de « masse » »* (Ibidem, 2018, p.3). Quant au volume, ils *« ne l'associent pas à l'espace occupé par un objet et semblent le confondre avec sa forme »* (Ibidem, p.4). Concernant le comportement des objets lors de leur immersion dans un liquide *« le critère qui semble le plus prégnant chez les élèves pour justifier le comportement des objets est le poids »* (Ibidem, p.4). Ils qualifient ces matériaux de « lourds » ou de « légers » et les associent aux mots « flotter » et « couler » (Ibidem, p.4). Des recherches se sont intéressées à la construction de la notion de masse volumique chez les élèves de jeune âge. Smith et *al.* (1992, 1997, cité par Molvinger, 2017, p. 57) ont montré que *« la masse volumique demeure une notion très complexe même au début du lycée où les élèves ont toujours des difficultés à différencier masse et masse volumique »*.

Pour initier les élèves de l'école élémentaire à la construction du concept de densité à partir d'activités de comparaison de la flottabilité de différents matériaux (plastiques opaques et plastiques transparents immergés dans l'eau), les pratiques expérimentales mises en place visent à les amener à considérer la nature du matériau et non sa

composition ou sa masse (dense, moins dense) comme critère explicatif du résultat obtenu.

Suite à ces développements, nous passons à l'étude de la première séquence ordinaire de classe portant sur le problème de « Comment trier facilement les déchets ».

Chapitre 2 : Etude d'une séquence ordinaire portant sur le tri des déchets (recueil de 2017/2018)

Cette étude de cas se rapporte à une séquence ordinaire portant sur le problème de « Comment trier facilement les déchets ». Elle s'est déroulée dans une classe de CM1 (9-10 ans) et est conduite par l'enseignant E. Nous nous intéressons à étudier les fonctions des pratiques expérimentales dans la construction de savoirs scientifiques par les élèves. Dans un premier temps, nous décrivons le déroulement de la séquence de classe étudiée. Puis, nous analysons les pratiques de l'enseignant notamment celles liées à l'exploitation des expériences dans la résolution du problème en jeu. Ensuite, nous analysons l'entretien semi-directif réalisé en fin de séquence. Une conclusion générale clôture ce chapitre, dans laquelle nous croisons les résultats issus de l'analyse de la séquence et de l'analyse de l'entretien.

1. Présentation de la séquence de classe étudiée

Cette première étude de cas est consacrée à l'étude du problème de « Comment trier facilement les déchets ? ». La séquence est constituée de deux séances, et se déroule dans une classe de CM1 de vingt et un élèves (9 -10 ans). Elle est conduite par un enseignant expérimenté (10 ans d'ancienneté d'enseignement à l'école élémentaire). Les données ont été recueillies en Novembre 2017 dans une école à Arras. Nous disposons des enregistrements audios des deux séances, de leur transcription (annexe 31), de l'entretien mené avec l'enseignant E (annexe 34) et du texte du savoir construit à la fin de la séquence.

Les objectifs d'apprentissage et les compétences qui sont associés à l'étude de ce problème figurent dans les ressources pédagogiques de Retz (2016, p.9) auxquelles l'enseignant fait référence : « *Identifier les différentes familles de matériaux ; proposer une ou des hypothèses pour répondre à un problème ; proposer des expériences simples pour tester une hypothèse ; interpréter un résultat expérimental, en tirer une conclusion* ». La dimension liée à l'EDD dans l'étude de ce problème est plus ou moins familière de ces élèves de CM1, étant donné qu'ils ont déjà été initiés à l'EDD dans les classes antérieures de cette école.

Le tri sélectif auquel la séquence s'intéresse concerne les déchets ménagers ou domestiques. On peut distinguer deux types de ces déchets : les déchets compostables

ou biodégradables⁶⁴ (restes alimentaires, déchets agricoles verts, etc...) et les déchets réutilisables ou recyclables. Dans cette séquence, les élèves s'intéressent en particulier au tri des déchets recyclables (déchets en métal, plastiques opaques ou transparents) et réalisent des expériences permettant de les séparer. Ce qui attendu d'eux est d'être en mesure de trier ces déchets selon les propriétés des matériaux qui les constituent. Le tableau suivant présente d'une manière synthétique le déroulement de la séquence :

Problème étudié : Comment trier facilement les déchets ?	
Séance 1 (17/11/2017)	Séance 2 (24/11/2017)
- Mise en situation Projection successive sur le TBI des supports documentaires : - Photo de déchets recyclables et de déchets non recyclables (Retz, 2016, p.9). - Extrait du film « C'est pas sorcier : Une seconde vie pour nos poubelles ». - Propositions des hypothèses par les élèves à la demande de l'enseignant (en collectif) Hypothèse 1 : L'aimant peut attraper les morceaux ferreux Hypothèse 2 : Baigner les plastiques (opaques et transparents) dans l'eau peut les séparer. - Mise en place des expériences (par groupes de 4, 5 élèves.).	- Observation des résultats des expériences par la classe (en collectif). -L'aimant attrape les matériaux ferreux. -Les plastiques opaques flottent et les plastiques transparents coulent. - Interprétation des résultats des expériences (en collectif). Mobilisation des notions scientifiques (magnétisme et densité). - Projection du texte de savoir final par l'enseignant au TBI (Retz, 2016, p.13).
Corpus : -Enregistrement des séances et transcriptions (annexe 31). -Entretien avec l'enseignante (17/11/2017, 15 minutes) (annexe 34). -Photos du TBI. -Photos des expériences.	

Tableau 47. Tableau synoptique de déroulement de la séquence 6

⁶⁴ Ce sont des déchets constitués essentiellement de la matière organique naturelle. Ils peuvent être décomposés par l'action des organismes « détritvovres » comme les vers de terre.

Après avoir présenté la séquence de classe étudiée, nous passons à la description des principaux moments suivis dans le travail de ce problème.

2. Description du déroulement de la séquence

Nous décrivons les deux séances en mettant l'accent sur les expériences ou les manipulations mises en œuvre.

Séance 1 :

Afin de mettre les élèves dans le contexte de la séance, l'enseignant a introduit la situation de départ par des questions visant à émerger leurs conceptions sur « *1. P. [...] c'est quoi un déchet ?* ». Les élèves répondent spontanément : un déchet peut être ce qu'on jette à la poubelle (bouteilles, papiers, cartons, verre, canettes, ...). Un élève a introduit le terme « recyclable ». Sans le clarifier, l'enseignant a demandé « *8. P. [...] qu'est ce qui va être un déchet qui va être recyclé ?* ». L'extrait suivant nous montre que l'enseignant en est resté à l'exemplification de quelques déchets recyclables.

1	Prof	[...] Alors qu'est ce qui c'est un déchet ? pour vous les déchets c'est quoi ? ça veut rien dire pour vous les déchets ?
2	Alexis	Le déchet, une bouteille d'eau.
3	Prof	Fort. Un déchet ça peut être une bouteille d'eau.
4	Mégane	Une bouteille de lait.
5	Insaf	Un déchet c'est ce qu'on jette à la poubelle.
6	Prof	Oui c'est ce qu'on peut jeter à la poubelle ?
7	Mégane	Un déchet c'est ce qui est recyclable.
8	Prof	Toi tu vas déjà plus loin, par contre si c'est recyclable on le jette pas à la poubelle, on va le déposer dans quelque chose qui pourra servir à être recyclé. C'est bien de faire la différence vous avez entendu. Mégane il y a des choses, il dit ça peut être recyclé alors qu'est ce qui va être un déchet qui va être recyclé ?
9	Lauriana	Bouteilles vides.
10	Prof	Bouteilles de quoi ?
11	Noa	Bouteilles d'eau.
12	Prof	Bouteilles d'eau de plastiques comme ce que vous m'avez ramené.
13	Alexiane	Oui.
14	Prof	D'accord, op le plastique il est comment ?
15	Julien	Transparent.
16	Prof	Transparent quoi d'autres ?
17	Riwana	Les cartons.

Ensuite l'enseignant a projeté l'image ci-dessous (figure 51) au TBI qui présente ce qu'on a le droit de jeter dans la poubelle jaune, c'est-à-dire ce qui peut être recyclé.



Figure 51. Photo des déchets recyclables projetée au TBI (Retz, 2016, p.9)

L'enseignant a utilisé la photo des déchets recyclables pour introduire l'importance du tri sélectif des déchets. Ses échanges avec un élève (Alexiane) qui a déclaré ne pas effectuer le tri des déchets à la maison ont servi à montrer la nécessité du tri des déchets comme un geste obligatoire dans la vie courante, et que le non-respect peut entraîner des sanctions. Voici l'extrait des échanges de l'enseignant avec Alexiane :

38	Prof	[...], est-ce que à la maison vous faites le tri ? vous faites le recyclage ?
39	La classe	Oui.
40	Prof	Levez la main ce qui le font (les élèves lèvent la main sauf Alexiane) Alexiane vous le faites pas ? tu habites à Arras ?
41	Alexiane	Oui.
42	Prof	Tu habites dans quelle rue ?
43	Alexiane	La rue racine.
44	Prof	La rue racine et dans la rue racine il n'y a pas de tri de déchets ?
45	Alexiane	Si.
46	Prof	Et vous ne le faites pas à la maison ? ou tu sais pas tu mets jamais rien à la poubelle ? quand tu mets quelque chose à la poubelle maman te dit pas là ou là ou là ?
47	Alexiane	Non on a une seule poubelle.
48	Prof	Tu as qu'une seule poubelle, c'est pas obligatoire le tri ?
49	Alexiane	Si.
50	Prof	C'est obligatoire le tri à Arras, il me semble que c'est pas obligatoire qu'on trie pas. On pourra avoir parfois des embêtements parce que dans les poubelles soit ils ramassent pas soit ils mettent en boîte aux lettres attention vous n'avez pas trié, un avertissement et après des amendes parce que ça pollue.

Afin de montrer aux élèves ce que deviennent les déchets qu'on met à la poubelle jaune (les déchets recyclables), l'enseignant a projeté un extrait du film « C'est pas sorcier : Une seconde vie pour nos poubelles »⁶⁵ au TBI qui décrit les étapes du tri sélectif et du recyclage des matériaux dans la centrale de tri. La figure 52 reprend ces étapes et résume le fonctionnement dans cette dernière.



Figure 52. Document de la centrale du tri (Retz, 2016, p.14)

- Les expériences mises en place

Après avoir pris connaissance des étapes du tri et du recyclage des différents matériaux (le fer, les papiers, les cartons, les plastiques opaques, les plastiques transparents...) dans la centrale de tri (figure 52), le défi fixé pour la classe est de trier trois sortes de déchets (morceaux de fer, morceaux de plastiques opaques et morceaux de plastiques transparents). La consigne suivante est donnée aux élèves « 193. P. [...] vous allez devoir me montrer une expérience pour pouvoir trier ces déchets sans les toucher par les mains ». L'enseignant a découpé des morceaux de canettes en métal, des bouchons et des bouteilles en plastique de différentes couleurs pour montrer que le matériau est

⁶⁵ Vidéo disponible sur : <https://www.youtube.com/watch?v=MECmgIz36nU>

indépendant de sa couleur. Les groupes (cinq ou quatre élèves) choisis selon leur emplacement habituel dans la classe ont à leur disposition un ensemble de déchets découpés.

Expérience 1 :

Les élèves sont dirigés vers la proposition d'une première expérience permettant de trier les déchets. Le film⁶⁶ projeté au TBI a servi d'indice « 201. P. Si vous vous souvenez de la vidéo il y a de certaines choses qui peuvent vous donner certaines idées [...] ». Un élève (Julien) a proposé l'aimant comme outil d'attraper les morceaux ferreux. L'enseignant a validé tout de suite sa proposition. Les échanges suivants montrent comment l'enseignant a confirmé rapidement cette proposition.

209	Prof	[...] une bonne idée grâce à Monsieur ou à Madame (la vidéo) vous avez trouvez une idée vous.
210	Julien	L'aimant Monsieur.
211	Prof	L'aimant à quoi peut servir l'aimant ?
212	Julien	A attraper les choses qui sont en fer.
213	Prof	D'accord ça tombe bien parce que j'ai des aimants.

Expérience 2 :

Pour éviter que les élèves partent dans plusieurs pistes et les aiguiller vers la proposition de la bonne expérience (séparer les deux types de plastiques), l'enseignant a projeté l'image (figure 53) qui montre des déchets flottant sur l'eau « 226. P. [...] Je vais vous montrer une image qui est sorte d'indice pour vous aider à trouver [...] ».



Figure 53. Photo d'eau polluée par des déchets ménagers projetée au TBI (Retz, 2016, p.11)

⁶⁶ L'extrait du film « C'est pas sorcier : Une seconde vie pour nos poubelles ». Vidéo disponible sur : <https://www.youtube.com/watch?v=MECmgIz36nU>

Après une courte discussion, une élève (Mégane) a proposé de baigner les plastiques pour les séparer. Cette proposition est ensuite validée par l'enseignant :

237	Prof	Donc quelle idée ? qu'est-ce que vous pourrez faire pour trier, essayez de faire ça va marcher.
238	Mégane	On les baigne.
239	Prof	On les baigne, les autres réfléchissez par rapport à l'image.

Par groupes, les élèves versent de l'eau dans les pots et mélangent les plastiques avec un crayon en bois et observent ce qui se passe. Ils ont constaté que les plastiques opaques restent en surface et les plastiques transparents coulent dans l'eau. Les deux expériences ont été schématisées individuellement par les élèves sur la fiche activité (figure 54).



Figure 54. Schémas des deux expériences réalisées par les élèves (annexe 29)

Le tableau ci-dessous récapitule les pratiques expérimentales mises en place :

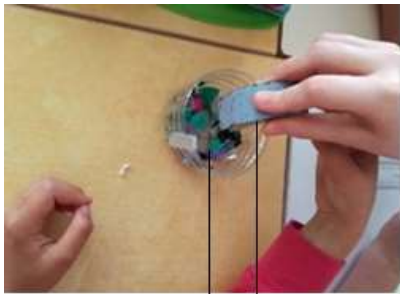
Expérience 1	Expérience 2
Objectif de l'expérience : Attraper les métaux ferreux par un aimant. Matériel : -Aimant -Morceaux ferreux -Plastiques opaques -Plastiques transparents  Morceaux ferreux et morceaux en plastique Aimant  Résultat : l'aimant attrape les morceaux ferreux	Objectif de l'expérience : Trier les plastiques opaques et les plastiques transparents en les mettant dans l'eau. Matériel : -Mélangeur -Plastiques opaques -Plastiques transparents  Mélangeur Eau Plastiques opaques et plastiques transparents  Résultat : les plastiques opaques flottent et les plastiques transparents coulent.

Tableau 48. Descriptif des deux expériences mises en place par les élèves pour trier les déchets

Séance 2 :

La séance a commencé par un petit rappel des expériences et des résultats (l'aimant attrape les métaux ferreux / les plastiques opaques flottent et les plastiques transparents coulent dans l'eau). En exploitant la diversité de la matière (métal, plastique, papier, verre, etc.), les élèves doivent alors rechercher des propriétés discriminantes (magnétisme, densité). Les élèves ont utilisé l'aimant pour attraper les morceaux ferreux. Le magnétisme comme propriété des matériaux ferreux est introduit très rapidement par l'enseignant « 63.P. [...] le fer c'est magnétique parce qu'il est donc

attiré par les aimants on parle de magnétisme [...] ». Après avoir plongé les déchets plastiques dans un verre d'eau et mélangé, les élèves ont observé que les morceaux de plastiques opaques restent en surface et les morceaux plastiques transparents coulent au fond du pot. Ils lient spontanément ce résultat obtenu au poids des plastiques et pensent que les morceaux de plastiques « lourds » coulent et les morceaux de plastiques « légers » flottent. Sans laisser réagir les élèves, l'enseignant a introduit rapidement la notion de la densité comme deuxième propriété des matériaux permettant de séparer les plastiques opaques et les plastiques transparents.

L'enseignant finit la séance en apportant rapidement le nouveau vocabulaire, le magnétisme et la densité, comme deux propriétés des matériaux permettant de séparer les déchets. Il a projeté au TBI l'exemple de trace écrite proposé dans le manuel Retz (2016, p.13).

Comment trier facilement les déchets ? Le tri sélectif sépare les objets en fonction des matériaux qui les constituent. Les morceaux de canette de fer ont pu être triés grâce à un aimant car le fer est magnétisable et non les plastiques. Les morceaux de plastiques opaques et transparents ont pu être séparés car certains flottent et d'autres coulent : ils n'ont pas la même densité. Le magnétisme et la densité sont deux propriétés des matériaux.

Figure 55. La trace écrite projetée au TBI (Retz, 2016, p.13)

3. Analyse de la séquence étudiée

Pour rappel, nous suivons la méthode d'analyse que nous avons définie précédemment (partie 2, section 4). Nous analysons les moments importants dans le travail du problème en mettant l'accent sur la manière dont les expériences sont conçues et exploitées dans la démarche adoptée. Puis, nous étudions le texte de savoir final pour voir en quoi les expériences participent à sa production. Finalement nous analysons l'entretien mené avec l'enseignant E pour tenter d'expliquer ses choix liés à la mise en place et à l'exploitation des expériences dans la construction de savoirs scientifiques par les élèves.

3.1. Interprétation des résultats des expériences

La mise en place des deux expériences vise à mettre en évidence deux propriétés physiques de matériaux permettant de trier les déchets. Pour la première expérience, les élèves constatent que les morceaux ferreux sont attirés par l'aimant tandis que, les

plastiques ne les sont pas. En agissant sur les matériaux attirés ou non par les aimants, les élèves découvrent le magnétisme comme propriété des matériaux et distinguent les objets magnétiques ou non magnétiques (Ravanis, 1994, 1996). Sans laisser réagir les élèves, le résultat de cette expérience est exploité par l'enseignant pour valider la première hypothèse proposée par Julien (l'aimant peut attraper les morceaux en fer) et à introduire la notion de magnétisme (les matériaux ferromagnétiques sont attirés par un aimant). L'extrait suivant nous montre que cette notion est imposée rapidement lors des échanges.

151	Prof	Si tu te rappelles plus du tout, dis-le avec d'autres mots, qu'est-ce qu'on attrape en premier ? qu'est-ce qu'on va séparer en premier ?
152	Chloé	Les bouteilles.
153	Prof	Non pas les bouteilles on part pas de bouteilles Chloé.
154	Alexie	Les choses en fer.
155	Prof	Un aimant il va pouvoir attirer les métaux qui sont ferreux parce qu'il y a certains métaux qui ne sont pas ferreux, il faut faire attention on croit parfois on croit souvent il attire tous les métaux mais c'est pas vrai l'aimant il fonctionne avec le magnétisme, c'est une force qui est en relation avec l'électricité.

Quant à la deuxième expérience, le résultat obtenu est exploité dans la validation de l'hypothèse de l'élève (Mégane). L'explication du résultat constaté après avoir baigné les plastiques dans l'eau est liée par la classe au poids des plastiques (lourd/léger). L'extrait des échanges ci-dessous entre l'enseignant et les élèves nous montre que l'enseignant passe automatiquement de l'idée de « lourd » qui représente la masse d'un objet à l'idée de densité, alors que les deux notions ne représentent pas les mêmes grandeurs. La densité représente le rapport de la masse volumique d'un corps à la masse volumique de l'eau. L'enseignant ne lève pas l'ambiguïté sur le terme de la densité, ce dernier n'a été évoqué que deux fois dans l'ensemble la séance. Apparemment, il est conscient de la complexité d'introduire cette notion à ce niveau scolaire de l'école élémentaire. Les pratiques langagières prennent la forme de « cours dialogués » guidés par l'enseignant qui tente de donner l'explication de ce concept en fermant rapidement la discussion.

152	Prof	Alors pourquoi il y en a des plastiques qui flottent et il y en a qui coulent ?
153	Lauriana	Parce qu'il y en a qui sont lourds.
154	Julien	Ils coulent.
155	Prof	Et pourquoi les autres flottent ?

156	Julien	Ils sont moins lourds que les autres.
157	Prof	Vous les pensez lourds mais en fait c'est une question de densité. La densité c'est par rapport au volume la masse qui va représenter un objet, ça a un rapport avec le poids mais c'est par rapport au volume si l'objet est moins dense que l'eau ben il flotte s'il est plus dense que l'eau il coule, ça veut dire que les plastiques transparents sont plus denses, c'est une question de densité [...].

3.2. Analyse de la trace écrite

En termes de savoirs scientifiques, le texte de savoir (figure 55) met l'accent sur les deux propriétés des matériaux (magnétisme, densité) permettant de trier facilement les déchets en question. La trace écrite indique d'abord que « *Le tri sélectif sépare les objets en fonction des matériaux qui les constituent* ». Si l'on se reporte au déroulement de la séquence, on constate que cette conclusion est imposée par l'enseignant dans le texte de savoir sans être abordée en classe. Puis, le texte de savoir indique que « *Les morceaux de canette de fer ont pu être triés grâce à un aimant car le fer est magnétisable et non les plastiques* ». Dans le déroulement de la séquence, cela est directement liée à la « lecture » des résultats de la première l'expérience. Ensuite, la notion de densité est introduite « *Les morceaux de plastiques opaques et transparents ont pu être séparés car certains flottent et d'autres coulent : ils n'ont pas la même densité* ». Cet énoncé renvoie automatiquement aux résultats de la deuxième expérience.

Le texte de savoir se clôt par « *Le magnétisme et la densité sont deux propriétés des matériaux* ». Nous constatons que ce dernier met l'accent sur ces deux notions (mentionnées deux fois dans la trace écrite), alors que celles-ci ne sont abordées que rapidement par l'enseignant dans le déroulement de la séquence. Nous pouvons dire que les pratiques de l'enseignant sont pilotées par la solution attendue dans le texte de savoir final.

3.3. Education au développement durable

Dans cette étude de cas, nous avons constaté l'absence des aspects liées à l'EDD dans le texte de savoir final. De même, dans le déroulement de la séquence, les moments d'échanges consacrés à l'EDD sont très limités. Ce n'est qu'au début de la première séance que l'enseignant s'est interrogé sur l'intérêt de recycler les matériaux après leur tri, pour conclure que le tri sélectif contribue à protéger la nature et à réduire la

pollution. Ces courts moments d'échanges contribuent à inculquer aux élèves des bons gestes liés à l'action de tri de déchets. Voici un extrait des échanges :

96	Prof	[...]Pourquoi recycle-t-on les matériaux ? quel le but de ce recyclage ?
97	Noa	Ah et ben pour que la terre pollue moins.
98	Prof	Non c'est pas pour que la terre pollue moins mais c'est pour qu'on pollue moins qu'on fasse de pollution sur la terre d'accord. Il y a le premier aspect c'est la pollution le deuxième aspect les industriels les gens des grandes usines et grandes entreprises si c'est seulement pour éviter de la pollution, il faut pas forcément le faire s'ils le font c'est pour aussi ?
99	Lauriana	Protéger de la nature.
100	Amed	C'est pour ah pour fabriquer des autres choses avec.
101	Prof	Donc si ça permet d'avoir d'autres choses ça permet de ?
102	Alexiane	Avoir des habits.
103	Jazone	Refaire.
104	Prof	Oui donc ?
105	Julien	Ré réutiliser.
106	Prof	Oui mais c'est pas des synonymes si tu réutilises quelque chose la matière première elle est déjà là il faut pas l'acheter ou de la prendre donc ça leur fait des ?
107	Julien	Des économies.
108	Prof	Des économies ça fait gagner de l'argent.

Afin de mieux comprendre la manière de fonctionnement de l'enseignant en classe, nous analysons l'entretien mené avec lui en fin de séquence.

4. Etude de l'entretien semi-directif réalisé avec l'enseignant E

Pour mieux comprendre le fonctionnement de l'enseignant et essayer d'éclairer ses conceptions par rapport à sa démarche déclarée d'investigation, nous avons conduit un entretien avec lui auquel il s'est livré pour commenter ses pratiques de classe. L'entretien semi-directif est réalisé le 1^{er} décembre 2017, soit une semaine après la séquence. Il a duré 15 minutes et est enregistré en audio et transcrit (annexe 34). Nous allons croiser les résultats issus de l'analyse des pratiques de l'enseignant avec ce que nous avons pu relever de son discours en entretien.

4.1. La conception de l'enseignant E de la démarche d'investigation

Les déclarations de l'enseignant nous montrent qu'il a une conception empiriste de la démarche scientifique. Pour lui, les pratiques expérimentales sont valorisées « 46. P.

[...] quand c'est faisable ça marche bien et ça emmène les élèves avec nous parce qu'ils sont dedans ils veulent participer ils veulent comprendre ils sont motivés [...] ». Il conçoit le déroulement de la séquence comme suit « 14. P. *Ben c'est les différentes étapes, c'est l'observation, l'émission d'hypothèses. Expérimentation, après il y a le feed back à la fin voir si j'ai bon si j'ai pas bon pour émettre des nouvelles hypothèses ou pas. C'est généralement dans toutes les séances de sciences ».* L'analyse de sa pratique de la classe par rapport à l'exploitation des expérimentations dans la résolution du problème nous montre qu'il y a décalage entre le dire et le faire. En fait, les expériences sont exploitées pour valider les deux hypothèses apportées par les élèves (Julien et Mégane) pour trier les morceaux de déchets. En effet, les deux propositions d'expériences permettant de séparer les déchets sont retenues et mises en place parce qu'elles sont celles recherchées et prévues par l'enseignant. Dans la démarche adoptée, il n'y a pas eu de retour sur les hypothèses parce que celles-ci relèvent plutôt de prévisions, à part de revenir sur celles-ci pour dire que les élèves ont fait des bonnes prévisions. Les moments d'échanges autour des résultats obtenus des expériences sont fortement guidés par l'enseignant qui vise d'aller là où il a prévu.

4.2. L'enseignant est sur une logique de réussite

L'enseignant exprime en entretien qu'il est sur une logique de réussite et qu'il a privilégié des expériences parce qu'elles fonctionnent « 46. P. *[...] on essaye de faire en sorte que ça marche [...] ».* Ce choix est rassurant et économe en temps pour lui. Il a tout préparé pour que les élèves arrivent là où il a prévu. Les conditions de ce type d'expériences sont bien réfléchies et organisées pour que « ça marche ». Toutefois, ce type d'expériences n'implique pas forcément les élèves parce qu'ils sont de simples exécutants. Ils s'attachent aux expériences sans forcément les relier à une problématique, et l'enseignant en est conscient « 42. P. *[...] après au moment de l'expérience en tant que telle ils vivent plus l'expérience détachée du problème [...] ».*

4.3. La complexité des notions scientifiques : magnétisme et densité

L'enseignant a déclaré en entretien la difficulté liée à l'interprétation des résultats expérimentaux qui rabat sur le primat de la dimension matérielle des expériences mises en place à ce niveau d'enseignement « 16.P. *[...] Pour les enfants c'est trop compliqué au cycle 3, ils comprennent par l'observation des résultats de l'expérience justement des choses qui flottent et des choses qui coulent ».* La complexité des notions

scientifiques mobilisées dans l'étude de ce problème peut expliquer le fait de raccourcir l'étape liée à l'exploitation des résultats des deux expériences en faveur d'une imposition rapide des deux concepts par l'enseignant « 38. P. [...] *Après les notions scientifiques elles sont vues une première fois, on n'a pas fait une leçon sur le magnétisme on n'a pas fait une leçon sur la densité. Mais c'est donc c'est des notions dures qu'on est obligé de les expliquer aux enfants pour pouvoir obtenir le résultat final du tri des déchets* ».

4.4. Dominance des moments de guidage et de canalisation des élèves

Les élèves manipulent, certes, mais en suivant un chemin très canalisé dès le départ vers la bonne direction. La voie à suivre est largement indiquée, voire comme l'affirme l'enseignant, totalement imposée. Ce type de pratiques ouvrent la voie à la production de savoirs assertoriques ne donnant pas aux élèves la possibilité de réagir ou de produire des explications. Selon ses déclarations en entretien, l'enseignant a justifié de ne pas pouvoir donner une marge d'action aux élèves dans l'ensemble de la séquence par les contraintes du respect du temps scolaire limité et des programmes « 26. P. [...] *on était allé vite sur les étapes par rapport à une vraie une vraie démarche expérimentale parce que il y a ben il y a un programme à respecter il y a les contraintes de temps* ». Ce qui l'a amené à guider et à orienter les élèves dans la proposition des hypothèses « 24.P. *Il aurait fallu passer un peu plus de temps sur l'observation des photos pour en découler des propositions d'expériences mais avec le temps limité, on n'a pas le temps, dans un temps précis on est obligé de les aider à émettre les hypothèses [...]* ».

Conclusion

Le problème de départ « Comment trier facilement les déchets ? » peut être qualifié d'explicatif. La menée de la séquence s'attache dans un premier temps à décrire les étapes de tri et de recyclage des déchets dans la centrale de tri. Puis, on s'intéresse aux propriétés physiques des matériaux (magnétisme et densité). Cela a dévié au moment où les élèves mettent en place des expériences permettant de trier les déchets, c'est là où la classe pourrait poursuivre la construction d'un savoir scientifique.

Pour réaliser le défi de trier les déchets, les deux expériences mises en place ont servi à valider les deux propositions (prévisions) de tri des déchets (utilisation de l'aimant / baigner les plastiques). Le but est de montrer aux élèves que les déchets se composent de matériaux de nature différente avec des propriétés différentes facilitant leur tri

(densité et magnétisme). La marge donnée à l'explication et à l'interprétation des résultats obtenus est réduite. L'enseignant a pris en charge l'explication des notions scientifiques mobilisées et a justifié cela par leur complexité notamment que parce que celles-ci sont abordées pour la première fois en classe. L'explication de la densité doit faire intervenir la notion de masse volumique, celle-ci n'est pas une notion simple à s'approprier par des élèves de l'école élémentaire.

Les deux expériences n'ont impliqué les élèves que manuellement plus que cognitivement. Elles peuvent être considérés comme des expériences-outil (Coquidé, 1998) du fait qu'elles sont prévues auparavant par l'enseignant qui les a choisies parce qu'elles fonctionnent. Ce type de pratiques correspond aux expériences présentées dans les ressources pédagogiques de l'édition Retz et que les élèves ont reproduites telles quelles. Elles remplissent une fonction illustrative des concepts scientifiques que l'enseignant veut faire passer. Les élèves suivent pas à pas des « recettes toute faites » pour « découvrir » des concepts scientifiques. De ce fait, ces expérimentations ne contribuent pas à l'explication et à l'appropriation de savoirs scientifiques par les élèves.

D'une manière générale, nous pouvons dire que l'approche qu'à l'enseignant de la démarche scientifique, de la construction de savoirs scientifiques et de l'expérimentation se heurte à certaines réalités de la classe (temps limité des enseignements, lourdeur des programmes) et que cela peut expliquer son recours à de telles pratiques dans la conduite de la séquence en jeu. Ces résultats, nous semble-t-il, dépendent aussi de la complexité des notions scientifiques. Quoique nous considérons l'impact des conceptions de l'enseignant important sur la fonction attribuée à l'expérimentation dans la démarche et sur la nature des savoirs construits, nous n'allons pas nous arrêter seulement à ce constat. Ce sont des aspects que notre recherche nous a conduit à travailler encore. Pour ce faire, nous avons pu observer une deuxième séquence portant sur le même sujet du tri des déchets mise en œuvre par une autre enseignante qui se réfère aux mêmes ressources pédagogiques de Retz (2016) dans la préparation de sa séquence. Nous avons pu avoir deux entretiens longs avant et après sa séquence pour mieux saisir les difficultés auxquelles elle peut être confrontée, notamment dans la mise en place et l'exploitation des expérimentations, et qui peuvent également influencer sur ses choix de pratiques de classe.

Chapitre 3. Etude d'une deuxième séquence ordinaire portant sur le problème de tri des déchets (recueil de 2021/2022)

Introduction

Comme nous l'avons déjà précisé, nous avons envisagé l'observation d'une deuxième séquence portant sur le problème de « Comment trier facilement les déchets ? ». L'observation de la séquence s'est déroulée dans une classe de CM1 (9-10 ans) et est conduite par l'enseignante F. Dans ce chapitre, nous mettons en avant certaines questions qui nécessitent encore des précisions pour notre recherche et que l'analyse de la séquence précédente a suscitées :

- Quel choix d'expériences effectuent les enseignants ? A quel point le choix d'expériences est-il compatible avec le problème du départ ? Est-ce que ce choix peut influencer sur les pratiques de l'enseignante ?
- Quelles difficultés peuvent se présenter à l'enseignante lors de la mise en œuvre des expériences ?
- Quelles sont les fonctions que l'enseignante attribue aux expériences ?
- Quelles sont les difficultés rencontrées par l'enseignante dans l'explication des phénomènes et des processus scientifiques en jeu dans ces expériences ? Quelle est la complexité du savoir en jeu ? Quelle est complexité de l'expérience elle-même ?
- Quelles difficultés rencontre l'enseignante dans l'interprétation et l'exploitation des résultats des expériences ? Cela joue-t-il dans la démarche ?

D'un point de vue méthodologique, nous avons constaté que l'analyse du courts entretiens avec les enseignants après la conduite des séquences observées est insuffisante pour mieux cerner les contraintes qui peuvent se présenter à eux dans l'exploitation de l'expérimentation en classe. C'est pourquoi, en articulation avec l'observation de classe envisagée, des entretiens pré et post séquences nous semblent importants pour comprendre le fonctionnement des enseignants au regard de la mise en place d'investigations expérimentales en classe.

Pour rappel et comme nous avons déjà précisé dans la deuxième partie de notre recherche, avant de procéder au deuxième recueil de données (2021/2022), nous avons invité l'enseignante observée à accorder de l'importance aux pratiques langagières et à donner aux élèves une marge d'action et plus de liberté d'expression notamment lors de l'observation et de l'interprétation des résultats des expériences afin d'essayer d'engager le travail de la classe dans la construction de savoirs scientifiques.

A l'instar de la séquence précédente, nous allons suivre la même méthodologie d'analyse. Dans un premier temps, nous présentons et décrivons le déroulement de la séquence de classe étudiée. Puis, nous analysons les pratiques enseignantes notamment celles liées à l'exploitation des expériences dans la résolution du problème en jeu. Ensuite, nous étudions les deux entretiens semi-directifs réalisés avec l'enseignante F. Une conclusion générale clôturera ce chapitre, dans laquelle nous effectuons une étude comparative des résultats issus de l'analyse des deux études de cas.

1. Présentation de la séquence de classe étudiée

La deuxième séquence observée est constituée de deux séances et se déroule dans une classe de CM1 de vingt élèves. Elle est conduite par une enseignante novice (contractuelle) qui a en charge la classe de CM1 pour la première fois. Le problème de « Comment trier facilement les déchets » est pris en compte par les programmes du cycle 3 de 2020 et s'intègre dans la partie consacrée à étudier « *Les états et la constitution de la matière* » (B.O. n°31 du 30 juillet 2020, p. 80). Les connaissances et les compétences associées à l'étude de ce problème sont les mêmes que celles des programmes de 2015. Les données ont été recueillies en mai 2022 en situation ordinaire dans une école à Roubaix. Nous disposons des enregistrements audios de l'ensemble des séances, de leur transcription (annexe 35), du texte du savoir construit à la fin de la séquence et de deux entretiens menés avec l'enseignante F (annexes 37 et 38).

Les deux enseignants (pour cette séquence comme pour la séquence étudiée précédemment) se réfèrent aux ressources pédagogiques de Retz (2016). D'après notre lecture des fiches préparatoires aux séquences mises à la disposition des enseignants dans ces ressources (annexe 39), nous remarquons que les auteurs de ces ouvrages cultivent une logique de validation et envisagent une approche linéaire dans la proposition du déroulement des séquences d'enseignement que les enseignants suivent parfois à la lettre. Le tableau suivant présente d'une manière synthétique le déroulement de la séquence observée. Il est à noter que les deux enseignants ont quasiment suivi les mêmes grandes phases dans le déroulement de leur séquence. Celles-ci correspondent au descriptif proposé dans le manuel de Retz (2016) sur lequel les deux enseignants s'appuient tous les deux.

Problème étudié : Comment trier facilement les déchets ?	
Séance 1 (03/05/2022)	Séance 2 (10/05/2022)
- Mise en situation Projection successive sur le TBI des supports documentaires : - Photo des déchets recyclables et déchets non recyclables (Retz, 2016, p.9). - Extrait du film « C'est pas sorcier : Une seconde vie pour nos poubelles ». - Propositions des hypothèses par les élèves à la demande de l'enseignant (en collectif) Hypothèse 1 : L'aimant peut attraper les morceaux ferreux. Hypothèse 2 : Baigner les plastiques (opaques et transparents) dans l'eau peut les séparer. - Mise en place des expériences (par groupes de 4, 5 élèves).	- Observation des résultats des expériences par la classe (en collectif) - L'aimant attrape les matériaux ferreux. - Les plastiques opaques flottent et les plastiques transparents coulent. - Interprétation des résultats des expériences (en collectif). Mobilisation des notions scientifiques (magnétisme et densité). - Projection du texte de savoir final par l'enseignante au TBI (Retz, 2016, p.13).
Corpus : - Enregistrement des séances et transcriptions (annexe 35). - Entretien pré-séquence (3/5/2022, 30 minutes) (annexe 37). - Entretien post-séquence (17/5/2022, 30 minutes) (annexe 38). - Photos des expériences	

Tableau 49. Tableau synoptique de déroulement de la séquence 7

2. Description de la séquence étudiée

Séance 1 :

Afin de mettre les élèves dans le contexte de la séance, l'enseignante a annoncé directement le problème à étudier au tableau « 4. P. [...] vous écrivez en titre : comment trier facilement les déchets [...] ». En partant de leur quotidien dans la classe « 4. P. [...] Alors dans la classe ça vous a pas échappé que vous avez deux poubelles différentes [...] ». Elle les a alors interrogés sur les couleurs des poubelles (rouge et noire). Son objectif est d'amener les élèves à distinguer les déchets mis dans les deux poubelles. Un élève a introduit (Marouane) le mot « déchets recyclables » pour

caractériser les déchets mis dans la poubelle rouge. Ensuite, l'enseignante a interrogé la classe sur les produits recyclés. L'extrait suivant montre les idées des élèves reprises par l'enseignante sur les déchets recyclables (ce qu'on peut réutiliser pour fabriquer des choses).

16	Prof	Alors on a une poubelle pour jeter les produits qui peuvent être recyclés et une poubelle pour les produits non recyclés. Ça veut dire quoi recyclés, c'est quoi les produits recyclés ? pourquoi on les jette dedans ? on lève la main, Islam.
17	Islam	Parce que après on peut les réutiliser.
18	Prof	Parce que après on pourra les réutiliser, oui tu voulais dire quelque chose ?
19	Mohamed	Ça sert à fabriquer des choses.

Puis, l'enseignante a projeté une image montrant des déchets recyclables (figure 51, p.277) sur le TBI et les a invités à l'observer « P.71. [...] qu'indique cette image et pourquoi trie-t-on ? ». Un élève répond « 80. E. Les déchets recyclables ». L'enseignante a introduit le mot « tri sélectif » pour nommer l'action de tri. Comme dans la séquence précédente, et afin de montrer aux élèves ce que devient le contenu de la poubelle jaune (couleur rouge dans la classe), elle a projeté l'extrait du film « C'est pas sorcier : Une seconde vie pour nos poubelles ». Cet extrait décrit les étapes de tri des déchets dans la centrale de tri (figure 52, p.278). Ensuite, elle a interrogé la classe sur les critères selon lesquels ont été séparés les emballages. Les échanges suivants tenus dans la classe indiquent que l'enseignante veut que les élèves arrivent à conclure que les déchets sont triés en fonction de leurs matériaux. Un élève (Marouane) a indiqué que les déchets sont triés selon leur composition.

169	Prof	[...] Alors autrement dit sur quels critères on va séparer les emballages ? c'est par quel critère on va faire le tri ?
170	Sissi	La fonction.
171	Prof	C'est sûr ? Est-ce que c'est sûr leur fonction ? Alors on va trier les objets sur quels critères ? Est-ce qu'on sépare les emballages en fonction de leur fonction ? par exemple est-ce que je peux dire tout ce qui est pour boire je les mets d'un côté.
172	Marouane	Ben oui.
173	Aymen	Ben non.
174	Marouane	Si les trucs par exemple le carton on le met ici.
175	Prof	Est-ce que les deux vont dans le même ? (elle montre une bouteille d'eau et une canette de soda).
176	La classe	Non.

177	Prof	Et pourtant c'est une bouteille d'eau et une canette de soda, donc est-ce qu'on peut dire que tout ce qui est pour boire les emballages pour boire on les met ensemble ?
178	Kori	Non parce que c'est pas pareil.
179	Prof	Donc on les trie pas avec leur fonction, on les trie en fonction de quoi ? Donc ça s'appelle comment ? c'est en fonction de leur ?
180	Marouane	Composition ?
181	Prof	Oui leur composition ben oui leur composition, en fonction de la matière d'accord donc c'est selon leurs matériaux. Donc les emballages sont séparés selon leurs matériaux et non selon leur fonction.

Séance 2 :

- La mise en place des pratiques expérimentales

Après avoir rappelé comment se passe le tri et le recyclage dans la centrale de tri, le défi que l'enseignante a fixé pour la classe est de trier différentes sortes de déchets. Pour ce faire, elle a préparé trois ateliers avec le même dispositif (eau, aimant, déchet en métal, plastiques opaques, plastiques transparents) et a invité les élèves à proposer deux expériences permettant de trier ces déchets « 189. P.[...] votre devoir votre défi ça va être de trouver l'expérience que vous pensez être la bonne pour séparer ces déchets donc faire séparer tous ces matériaux mais sans que la main de l'homme intervienne, c'est-à-dire vous devez faire en sorte de trouver une expérience pour que ces trois types de déchets se séparent automatiquement mais sans les toucher [...] ».

Expérience 1 :

La phase de proposition des expériences est prise en charge par l'enseignante. L'extrait du film reprojété au TBI a servi d'indice pour orienter la classe à attraper la boîte de conserve par l'aimant « 43. P. Donc là si vous avez bien observé les étapes de la centrale de tri, il est marqué, si vous avez écouté ce qu'on a fait dans la centrale de tri étape 2 un gros aimant récupère les emballages en fer [...] ».

Expérience 2 :

Pour orienter les élèves à trouver un moyen pour séparer les plastiques, l'enseignante a projeté la photo (figure 53, p.279) qui montre des déchets flottant sur l'eau, en tant qu'indice. Après une courte discussion, elle a proposé de mettre les plastiques dans l'eau. Avec le bol d'eau à leur disposition, les élèves ont mis les deux types de plastiques dans l'eau pour observer finalement que les plastiques opaques flottent et les plastiques

transparents coulent dans l'eau. Le tableau ci-dessous récapitule le déroulement des deux expériences :

Expérience 1	Expérience 2
Objectif de l'expérience : trier les déchets sans toucher par la main. - Aimant. - Boîte de conserve. - Plastiques opaques. - Plastiques transparents.	Objectif de l'expérience : trier les plastiques opaques et les plastiques transparents en les mettant dans l'eau. - Bol rempli d'eau. - Plastiques opaques. - Plastiques transparents.
 Boîte de conserve Aimant	 Plastiques opaques et plastiques transparents Eau
Résultat : l'aimant attrape la boîte de conserve.	Résultat : les plastiques opaques flottent et les plastiques transparents coulent.

Tableau 50. Descriptif du déroulement des expériences mises en place (tri des déchets, séquence 7)

Après avoir attrapé la boîte de conserve avec l'aimant, les élèves découvrent la propriété d'attraction de l'aimant et se mettent à attirer des objets en classe (ciseaux, règle, table, clés, etc.). Ce constat a permis d'introduire le concept de magnétisme. Celui-ci est abordé rapidement par l'enseignante. Quant à la deuxième expérience, après avoir plongé les déchets plastiques dans un bol d'eau et mélangé, les élèves ont observé que les morceaux de plastiques opaques restent en surface et les morceaux de plastiques transparents coulent au fond du bol. Les explications de la classe sont liées de manière spontanée au poids des plastiques (les plastiques qui coulent sont lourds / les plastiques qui flottent sont légers). Pour déstabiliser cette conception, l'enseignante a diffusé le document support (figure 56) montrant des troncs d'arbre flottant sur l'eau.



Figure 56. Photo des morceaux de bois flottant sur l'eau (Retz, 2016, p.12)

Puis, l'enseignante a ouvert une petite discussion au sein de la classe pour expliquer ce résultat d'expérience, ensuite elle a introduit et expliqué le concept de la densité. La séance est clôturée par la présentation de la trace écrite au TBI (figure 57). Il est à noter que les deux enseignants ont repris le même exemple de texte de savoir proposé dans les ressources de Retz (2016, p.13).

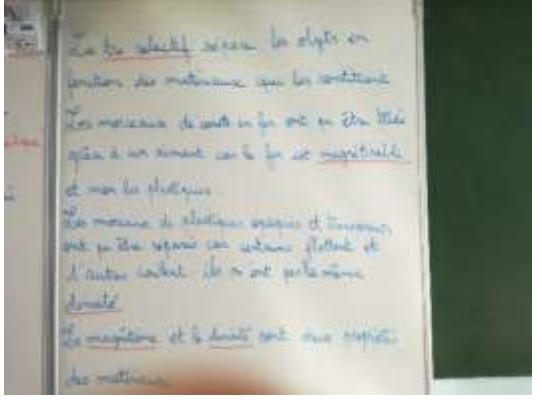
Comment trier facilement les déchets ? Le tri sélectif sépare les objets en fonction des matériaux qui les constituent. Les morceaux de canette de fer ont pu être triés grâce à un aimant car le fer est magnétisable et non les plastiques. Les morceaux de plastiques opaques et transparents ont pu être séparés car certains flottent et d'autres coulent : ils n'ont pas la même densité. Le magnétisme et la densité sont deux propriétés des matériaux.	

Figure 57. La trace écrite projetée au TBI (Retz, 2016, p.13)

3. Analyse de la séquence étudiée

3.1. Interprétation des résultats des expériences

Les élèves ont également des difficultés à appréhender leurs expériences dans l'ensemble. Certains groupes perdent de vue le problème de départ et se contentent de manipuler et de voir comment l'aimant attrape la boîte de conserve et comment les plastiques se séparent. Les expériences mises en place ne s'attachent à aucune intention

préétablie par les élèves. Elles peuvent être assimilées à de simples manipulations. Elles s'apparentent à des exécutions manuelles sans rapport avec des idées conçues au préalable ou à des hypothèses explicitées (Cariou, 2007). Les élèves suivent pas à pas les indications et les consignes de l'enseignante.

L'interprétation du résultat de la première expérience est réalisée rapidement par l'enseignante « *P.63. [...] ben tout simplement on a un aimant qui attire les déchets qui contenant du fer. Alors le fer c'est magnétique parce qu'il est donc attiré par les aimants on parle de magnétisme d'accord [...]* ». Elle intervient très vite dans le guidage des élèves en leur apportant des réponses afin de produire des résultats conformes à ses attentes. Quant à la deuxième expérience, afin d'interpréter les résultats obtenus de l'expérience (les plastiques opaques flottent / les plastiques transparents coulent), l'enseignante a utilisé la photo d'indice (figure 56). Elle a mis les élèves devant une problématique qu'ils ne sont pas en mesure de résoudre « *118. P. [...] comment vous expliquez que mes troncs d'arbre ils flottent alors que c'est trop lourd ?* » et qui ne s'ajuste pas à leurs capacités cognitives à cet âge. L'analyse de la première séquence a montré que l'appropriation du concept de densité n'est pas aisée. Ce phénomène fait intervenir la notion de masse volumique, qui demeure complexe à comprendre par des jeunes élèves (Smith et al., 1992, 1997). Les élèves regardent ce qui se passe dans le bol d'eau, mais il est difficile qu'ils retiennent un tel concept assez complexe pour eux. En effet, ils sont poussés à employer des notions dont ils ne s'approprient pas la signification. Les élèves sont confrontés à la fourniture d'une explication difficile et disproportionnée par rapport ce qu'ils peuvent faire à cet âge.

L'extrait des échanges suivant montre que les élèves pensent la densité et la masse de la même manière. Nous prenons l'exemple de l'élève (Marouane) qui n'arrive pas encore à mobiliser le principe de la masse volumique pour expliquer ce résultat obtenu de l'expérience « *Marouane. 121. Non maîtresse les trucs légers ils partent facilement dans l'eau et les trucs lourds ils résistent* ». L'enseignante a laissé s'exprimer les élèves, puis elle a apporté l'explication du concept de « densité » comme propriété discriminante de la matière. Face à la complexité de cette notion, elle ne cherche pas à pousser les élèves à questionner leurs idées. Les échanges sont guidés par l'enseignante qui tente de lever l'ambiguïté et lancer l'explication de ce concept en fermant rapidement la discussion sans laisser la possibilité aux élèves de proposer d'autres explications. L'étude des échanges montre que le concept de « densité » émerge à la faveur de son imposition par l'enseignante « *126. P. [...] ici les matériaux en plastiques*

opaques ils flottent d'accord ils sont moins denses on dit qu'ils sont moins denses que l'eau d'accord. Ceux en plastiques transparents ils coulent car ils sont plus denses que l'eau ok, donc c'est une question de densité [...] ».

112	Prof	On voit quoi ?
113	Yasmine	Des branches d'arbre sur de l'eau.
114	Prof	On voit des troncs d'arbres et qu'est-ce qu'ils font les troncs d'arbre ? ils coulent ?
115	La classe	Non.
116	Prof	Ils flottent, pourtant est-ce que vous pensez Lenssi toi qui dit ça coule parce que c'est lourd ? est-ce que tu penses qu'un tronc d'arbre c'est léger ?
117	Lenssi	Non.
118	Prof	Et pourtant regarde tous mes troncs d'arbre ils flottent, comment vous expliquez que mes troncs d'arbre ils flottent alors que c'est trop lourd. On lève la main, Arwa.
119	Arwa	Je sais, parce qu'il y a de l'air dans les troncs d'arbre.
120	Prof	Il y a de l'air.
121	Marouane	Non maîtresse les trucs légers ils partent facilement dans l'eau et les trucs lourds ils résistent, donc ça c'est lourd il résiste pas comme le plastique.
122	Prof	Alors je vais vous expliquer.
123	Aymen	L'eau elle rentre à l'intérieur des troncs.
124	Prof	Ben si elle rentre à l'intérieur ils coulent.
125	Hamed	C'est parce que le bâton est lourd et il flotte.
126	Prof	Ben oui un bâton est lourd et ça flotte comment ça se fait ? Bon alors, je vais vous expliquer qu'en réalité c'est pas une question de poids c'est une question de densité parce que en fait si le matériau il est plus léger que l'eau il flotte sinon il coule c'est ce qu'on appelle la densité. Donc le bois c'est moins dense que l'eau donc ça flotte, ici les matériaux en plastiques opaques ils flottent d'accord ils sont moins denses on dit qu'ils sont moins denses que l'eau d'accord. Ceux en plastiques transparents ils coulent car ils sont plus denses que l'eau ok, donc c'est une question de densité.

3.2. Analyse de la trace écrite

Les deux enseignants ont projeté l'exemple de la trace écrite proposé dans les ressources de Retz (2016, p. 13). En termes de savoirs scientifiques, ce texte (figure 57) met l'accent sur les deux propriétés des matériaux (magnétisme, densité) permettant de trier facilement les déchets en question. La trace écrite indique d'abord que « *Le tri*

sélectif sépare les objets en fonction des matériaux qui les constituent ». Si l'on se reporte au déroulement de la séance, on constate que cette conclusion est apportée par l'élève (Marouane) qui a avancé dans la discussion que les déchets se trient en fonction de leur composition. Puis, le texte de savoir indique que « *Les morceaux de canette de fer ont pu être triés grâce à un aimant car le fer est magnétisable et non les plastiques* ». Dans le déroulement de la séquence, cela est directement liée à la « lecture » des résultats de la première l'expérience. Le terme « magnétisme » est imposé par l'enseignante pour expliquer ce résultat. Ensuite, la notion de densité est introduite : « *Les morceaux de plastiques opaques et transparents ont pu être séparés car certains flottent et d'autres coulent : ils n'ont pas la même densité* ». Cet énoncé renvoie automatiquement aux résultats de la deuxième expérience. La notion de densité est explicitée par l'enseignante lors de l'interprétation des résultats de l'expérience de séparation des plastiques opaques et transparents. Le texte de savoir se clôt par les deux notions scientifiques mobilisées dans la séquence comme deux propriétés des matériaux.

3.3. La dimension éducation au développement durable dans la séquence

Tout comme la séquence précédente, l'EDD est absente dans le texte de savoir final. De même, dans le déroulement de la séquence, les moments d'échanges qui lui sont consacrés sont limités. Ce n'est qu'au début de la première séance que l'enseignante a interrogé la classe sur l'intérêt de trier les déchets. L'extrait des échanges suivant montre que l'enseignante a introduit le tri sélectif des déchets selon une logique qui tend vers la promotion de « *bonnes pratiques* » (Lange, 2014, 2016). L'importance de l'acte du tri sélectif est réduite à la limitation de la pollution de la planète et à la réutilisation des déchets dans le recyclage.

79	Prof	Alors ça indique quoi ?
80	Aymen	Les déchets recyclables.
81	Prof	Voilà, ça indique juste les déchets recyclables. Alors elle représente juste ce qu'on a le droit de jeter dans la poubelle recyclable. Ça s'appelle comment ?
82	Aymen	Le tri.
83	Prof	Le tri, c'est le tri sélectif. Donc on va écrire elle présente ce qu'on a le droit de jeter dans la poubelle. Alors chez vous la poubelle qui est recyclable elle est de quelle couleur ?
84	La classe	Jaune.

85	Prof	Oui dans la poubelle jaune en fait, nous on a une rouge mais chez vous c'est la poubelle jaune qui est recyclable. Et alors pourquoi trie-t-on ? Je crois que c'était Aymen qui avait répondu à la question. Pourquoi trie-t-on ?
86	Kaylis	Pourquoi trie-t-on parce que si on trie pas les déchets ça pollue la planète.
87	Prof	C'est vrai, ça pollue la planète, et pourquoi ça pollue la planète ?
88	Kaylis	Parce que....
89	Prof	Dans quelle mesure le fait de trier ça pollue pas ?
90	Alâa	Parce qu'ils vont ramasser les trucs recyclables.
91	Prof	Ils ramassent aussi les trucs non recyclables, donc pourquoi ?
92	Marouane	Parce que si pas recyclables on trie parce que après ça pollue la planète et ça part dans l'océan.
93	Prof	C'est vrai que ça participe à la pollution et le fait donc de récupérer pour recycler c'est quoi en fait ? ça permet de quoi ?
94	Inaya	Ça permet de reprendre le même truc.
95	Prof	C'est quoi recycler ? ça veut dire quoi au final recycler ?
96	Aymen	Pour réutiliser.

Nous passons dans le point suivant à l'analyse des deux entretiens menés avec l'enseignante F.

4. Analyse des entretiens menés avec l'enseignante F

Dans le but d'expliquer les choix des enseignants et de cerner les difficultés auxquelles ils peuvent être confrontés dans de telles situations articulant expériences, construction de savoirs scientifiques et EDD, nous avons envisagé de conduire un entretien pré-séquence dans lequel l'enseignante considérée explicite ce qu'elle prévoit de faire dans la séquence. Cela peut apporter plus de précisions sur sa conception de la démarche scientifique et la fonction qu'elle attribue aux expérimentations. En fin de séquence, nous avons conduit un deuxième entretien avec cette enseignante, dans lequel elle est amenée à commenter sa pratique effective par rapport à ce qu'elle a prévu et à préciser les difficultés rencontrées dans la mise en place et l'exploitation de l'expérimentation dans la résolution du problème en jeu.

L'entretien pré-séquence est réalisé le 3 mai 2022, soit une heure avant le début de la séquence, il a duré environ trente minutes et est enregistré en audio et transcrit (annexe 37). L'entretien post séquence est réalisé le 17 mai 2022, soit une semaine après la séquence. Il a duré environ trente minutes. Il est enregistré en audio et transcrit (annexe

38). Notons que l'enseignante concernée a suivi des formations en sciences dans le cadre de sa formation en IUFM, mais n'a jamais suivi de formations en EDD.

4.1. Conception de l'enseignante F de la démarche d'investigation

Selon ses déclarations en entretien, l'enseignante envisage le déroulement de sa séquence comme suit : problème, hypothèses, expérience, valider ou invalider les hypothèses, trace écrite. Sa conception de la démarche d'investigation correspond à la démarche PHERIC. Le tableau suivant montre comment elle prévoit le déroulement de la séquence :

Étapes	Les propos de l'enseignante
Problème de départ	« 22. P. E1. Ben les démarches scientifiques, c'est souvent on pose un petit problème de départ, une question [...] ».
Formulation des hypothèses et émise à l'épreuve	« 24. P. E1. En fait, je vais d'abord leur poser une question, ils vont répondre, formuler une hypothèse mais on va tester que les hypothèses qu'ils vont me donner. Donc par exemple si il y a un élève qui a une idée et ben il va venir et il va tester son idée et tout le monde va regarder ».
Expérimentation	« 22. P. E1. [...] après dans l'idéal c'est faire aussi des petites expériences pour invalider ou valider les hypothèses [...] ».
Synthèse	« 30. P.E1. [...] Et à la fin c'est la trace écrite en fait, la synthèse ».

Tableau 51. Conception de l'enseignante F de la démarche d'investigation

4.2. La complexité des expériences mises en place

L'enseignante valorise les expériences et l'expérimentation et trouve qu'elles contribuent à la motivation et à la participation des élèves « 34.P. E1. [...] bon les sciences c'est vraiment une matière où on peut vraiment exploiter ça et vraiment en général ils aiment bien surtout les expériences, c'est vrai qu'ils adorent ça donc je pense que ça va bien se passer [...] ». Après avoir mis en place cette séquence, elle a pointé la difficulté qu'éprouvent les élèves dans la proposition des hypothèses et d'expériences permettant de trier les déchets. Contrairement à ce qu'elle a prévu et malgré l'usage des indices (images) pour les aiguiller, les élèves n'étaient pas en mesure de prendre en charge ce travail. Cela est dû à son avis à la complexité des expériences choisies « 34. P. E2. [...] c'était un petit peu complexe le fait de formuler des hypothèses donc on aurait pu imaginer d'autres expériences un peu plus simples [...] ». D'ailleurs, l'enseignante se rend compte de cette complexité notamment durant la phase d'exploitation et d'interprétation des résultats, raison pour laquelle elle a utilisé des indices pour aider les élèves dans la proposition des expériences « 20. P. E2. Peut-être

que l'expérience n'est pas adaptée à leur âge, après logiquement c'est des choses qu'ils doivent quand même savoir faire en CM1 mais c'est vrai que c'était un peu compliqué c'est pour ça j'ai essayé de mettre des images, de les aiguiller [...] » et de leur apporter des éléments de guidage facilitateur : « 28. P. E2. [...] on essaye comme je vous l'ai dit de mettre un petit peu des images pour montrer qu'il y a des objets qui flottent tout ça mais après c'est un peu compliqué de les mettre sur la voie sans dire la réponse en fait [...] ».

L'enseignante a reproduit les expériences proposées dans les ressources Retz « 34. P. E2. [...] on aurait pu imaginer d'autres expériences un peu plus simples en fait, j'ai préféré me reporter au livre de sciences que j'avais sous la main parce j'avais pas forcément d'idées en tête et puis comme c'est la première fois que j'ai des CM1 et que je fais cette séance. J'avais le socle de livre et donc j'ai fait vraiment de A à Z en suivant le livre en fait ». De telles pratiques reproduites telles quelles ont servi à démontrer et à illustrer les propriétés des matériaux : « 64. P. E2. [...] l'expérience était là justement pour démontrer que certains matériaux ont des propriétés en fait, et du coup c'est de savoir que justement on trie par rapport à des propriétés (magnétisme et densité) [...] » et n'engagent pas les élèves dans un processus d'investigation scientifique. Dans de telles situations, l'élève peut agir et s'activer avec ses mains en exécutant un protocole expérimental n'ayant pas forcément un sens pour lui.

4.3. La complexité des notions scientifiques mobilisées (magnétisme et densité)

Comme nous l'avons déjà pointé dans la séquence précédente, la mobilisation des notions scientifiques (magnétisme et densité) paraît un peu difficile à aborder à ce stade d'enseignement. Le passage d'une activité d'ordre manuel à une activité d'ordre conceptuel n'est pas aisé pour les élèves. Les conceptions sur la densité sont en rapport direct avec la masse de l'objet (lourd / léger) « 66. P. E2. Oui c'est un peu compliqué, je sais pas si ils l'ont vraiment compris parce que densité pour eux c'est lourd ou pas lourd en fait et même quand on montre des images avec des troncs d'arbres qui flottent ben ça les intrigue et ils se demandent pourquoi mais si ils comprennent vraiment cette notion ça je sais pas ». La complexité des notions mobilisées a influencé d'une manière ou d'une autre la conduite de la démarche et particulièrement l'exploitation des résultats des expériences. Lorsque nous avons interrogé l'enseignante sur d'autres expériences à envisager pour cette thématique prochainement, elle a répondu « 72. P. E2. Ben l'année prochaine si je devrais refaire cette séance, bon déjà l'expérience je sais pas si je

reprendrai cette expérience parce que c'est quand même, les concepts sont assez compliqués. Donc je referai une expérience qui est plus quand même à leur portée parce que c'est vrai que les propriétés c'est un peu compliqué en fait magnétisme densité je pense que c'est difficile de situer les capacités des élèves [...]».

4.4. Temps limité de l'enseignement

La conduite de la séquence est influencée aussi par la contrainte de la gestion du temps scolaire et les programmes chargés. Cela a amené l'enseignante à accélérer un peu dans la démarche et à ne pas faire tout ce qu'elle a prévu « 70. P. E2. *On avait dû un peu raccourcir, par exemple la trace écrite j'aurais préféré qu'ils participent davantage, bon là clairement on avait pas trop le temps, et comme je dois avancer dans le programme on essaye de faire quand même le maximum de choses donc des fois on accélère on va dire [...] ».* L'enseignante a évoqué aussi des difficultés relatives à la disponibilité du matériel expérimental dans les classes de l'école élémentaire. Elle s'est débrouillée pour prévoir un matériel personnel. Cette contrainte a amené l'enseignante à utiliser la boîte de conserve en entier au lieu d'utiliser des morceaux en fer mélangés avec les autres déchets en plastique.

4.5. Une séquence moins utile en termes d'EDD

En début de séquence, l'enseignante a choisi cette thématique parce qu'elle trouve que « 14. P. E1. [...] *c'est très concret, tous les jours dans la classe on a une poubelle rouge une poubelle noire ils doivent savoir différencier ce qui se recycle ce que se recycle pas. Donc je trouvais que c'était plutôt pragmatique pour la vie de tous les jours ».* Après avoir mis en place la séquence, elle s'est rendu compte que la séquence menée est moins utile en matière d'éducation aux gestes citoyens dans la vie quotidienne « 74. P.[...] *c'est une séance qui est pas forcément très pragmatique on va dire c'est-à-dire que voilà on essaye de leur apprendre des propriétés mais au niveau du quotidien de vraiment d'apporter des éléments utiles qui pourrait leur servir tous les jours, c'est pas la séance vraiment très appropriée en fait. [...] Si je devrai refaire une séance sur le tri des déchets je parlerai plutôt de ce qui se passe avant c'est-à-dire vraiment concrètement un peu plus pour eux et un peu plus concret pour la vie quotidienne, comment on trie et les conséquences si on trie pas en fait la pollution tout ça peut être. Faire un petit peu concret apporter plus de concret parce que c'est vrai c'était des termes un petit peu compliqués pour eux la densité magnétique machin donc je referai*

quelque chose d'un peu plus concret de la vie de tous les jours, pour que ce soit plus utile en fait ». L'enseignante voit que l'investissement du vécu de l'élève dans cette thématique est utile pour l'élève pour qu'il puisse lui-même réagir et participer à cet acte citoyen. La raison pour laquelle, elle envisagera prochainement d'attribuer une dimension d'EDD à cette thématique en mettant plus l'accent sur le quotidien des élèves pour qu'ils apprennent les conséquences de leurs gestes sur l'environnement « 74. P. [...] *c'est-à-dire vraiment concrètement un peu plus pour eux et un peu plus concret pour la vie quotidienne, comment on trie et les conséquences si on trie pas en fait la pollution tout ça peut être [...]* ».

Conclusion générale de l'étude des deux séquences portant sur le tri des déchets

Après avoir repris l'analyse des deux séquences, nous avons constaté que les deux enseignants (expérimenté et novice) ont suivi un déroulement presque conforme aux prescriptions des ressources de Retz (2016). Quelques petites différences ont été repérées d'une classe à l'autre, qui peuvent provenir de la manière dont chaque enseignant gère la mise en place des pratiques expérimentales. Nous récapitulons ci-dessous les résultats issus de l'étude comparative de l'analyse des deux séquences :

Les deux enseignants adoptent une conception à forte dominante empirique de la démarche d'investigation avec des prises de recul associées. Ces conceptions peuvent être dues à des formations réduites en sciences, notamment sur la mise en œuvre de la démarche d'investigation « P⁶⁷.8. E1. *Des formations en sciences, c'est à l'IUFM en fait, c'était pas spécifique à la science c'était vraiment très générales on va dire donc non pas de formations spécifiques pour les sciences, c'était une formation plus générale, c'est plus pour français et maths* ». Quant aux fonctions des expériences, nous pouvons dire que le travail du problème de départ s'attache essentiellement à trouver l'expérience qui « marche » pour trier les déchets. Les deux expériences utilisées ont pour objectif d'illustrer les notions scientifiques (magnétisme, densité).

Les deux enseignants ont reproduit la même trace écrite mémorisable qui expose la bonne réponse « institutionnelle » présentée dans les ressources pédagogiques de Retz (2016) auxquels ils se réfèrent dans la conduite de la séquence. Ce texte de savoir peut-être qualifié d'assertorique parce qu'il se contente d'énoncer la solution du problème. Les moments d'interprétation des résultats des expériences sont toujours très limités.

⁶⁷ L'enseignante qui a conduit la deuxième séquence sur le tri des déchets.

L'objectif des deux enseignants est de dicter les résultats et les conclusions des expérimentations. Dans les deux cas, c'est l'enseignant qui explique et tire au clair ce qu'il faut faire ou regarder. Les élèves sont conduits à suivre un trajet prédéfini vers ce qui est attendu par les enseignants.

Alors que les enseignants guident les élèves dans la conception des expériences pour résoudre un problème qui est à leur portée intellectuelle, la difficulté à laquelle ils se trouvent confrontés réside dans l'interprétation précise du résultat obtenu tant elle est compliquée. Les notions scientifiques (magnétisme et densité) ne sont pas toutes à la portée des capacités cognitives des élèves de cet âge. L'analyse des deux études de cas nous montre que les élèves ont des difficultés à conceptualiser le concept de la densité pour des objets solides immergés dans un liquide. Ils lient le comportement des plastiques immergés dans l'eau à leurs poids (Koliopoulos et *al.* 2004 ; Dawkins et *al.* 2008 ; Javoy et *al.*, 2018). Les élèves qualifient les plastiques de « lourds » ou de « légers » pour justifier le fait que les plastiques opaques flottent et les plastiques transparents coulent. Ces difficultés liées à la conceptualisation de ces concepts peuvent expliquer le choix des deux enseignants de les aborder rapidement dans la séquence. L'expérimentation dans les deux études de cas a une fonction illustrative des concepts scientifiques mobilisées. Nous pouvons dire que les pratiques expérimentales mises en place permettent de constituer un début de référent empirique dans l'élaboration de ces concepts (magnétisme et densité).

Etant des non experts en sciences, les enseignants sont confrontés à des difficultés dans la mobilisation de savoirs scientifiques moins maîtrisées par eux alors qu'ils sont en jeu dans des situations de classe, ceci d'autant plus qu'ils n'ont pas forcément anticipé ces difficultés. Ils se trouvent alors contraints de dicter des affirmations sur les deux concepts mobilisés (magnétisme et densité) pas trop compréhensibles, et que les enfants doivent écrire, mémoriser, réinvestir dans des évaluations. Ainsi, par exemple les élèves sont amenés à exploiter ces notions dans des exercices de mémoire ou des exercices à trous (figures 58, 59) proposés à la fin des deux séquences pour évaluer leurs connaissances acquises suite à l'étude de ce problème.

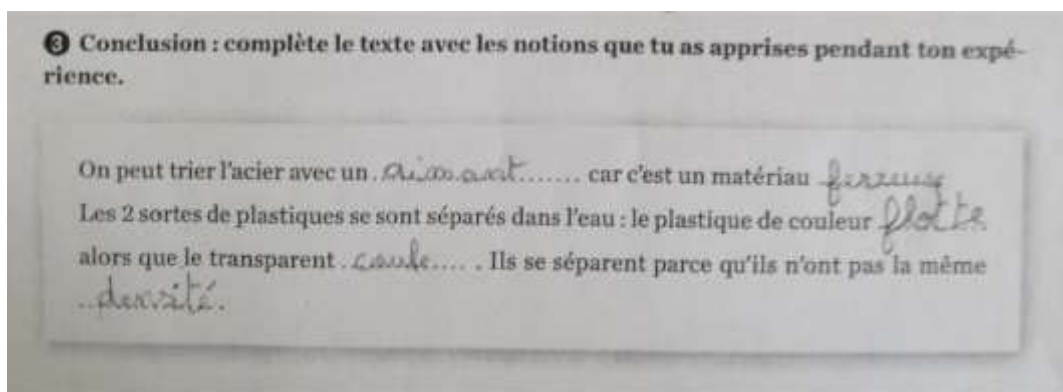


Figure 58 : Texte à trous (séquence 6)

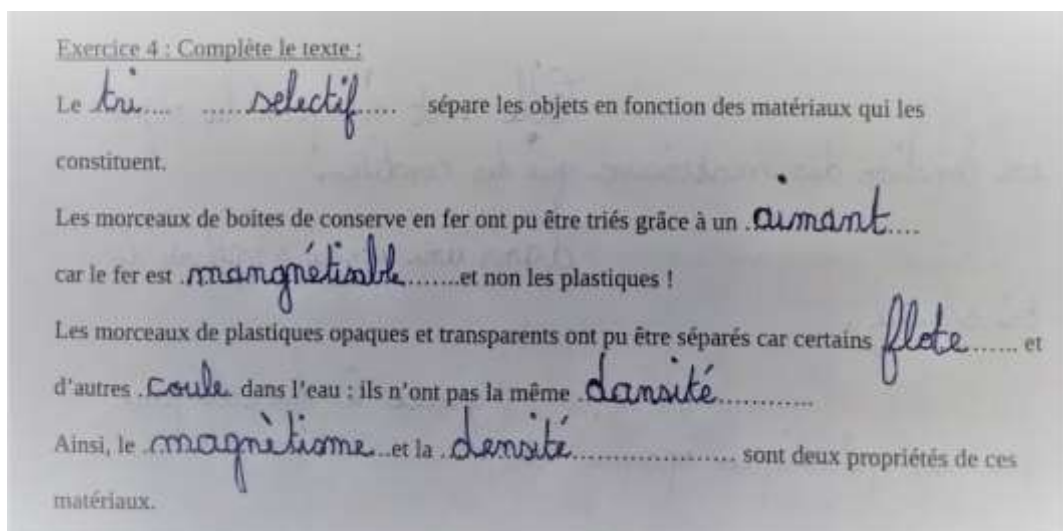


Figure 59 : Texte à trous (séquence 7)

Au cours des deux études cas, lors de l'étude de ce problème associant découverte scientifique et EDD, celle-ci sert seulement d'accroche au départ de la séquence. Dans le déroulement des deux séquences l'EDD est mise à l'écart : on ne s'intéresse pas beaucoup aux conséquences de l'action de tri des déchets sur la préservation de l'environnement. L'EDD est un prétexte pour travailler des contenus scientifiques qui sont autres (magnétisme et densité en sciences physiques). Ces expériences intégrées dans un contexte d'EDD, portent plutôt sur des savoirs de sciences physiques et s'insèrent dans des contenus disciplinaires précis. Sous couvert de tri de déchets, les deux séquences articulent EDD et sciences physiques. Le lien entre le problème de départ et l'objectif didactique du protocole expérimental est bien maintenu. Le problème vise à trier les déchets constitués de différents matériaux alors que l'objectif didactique est de mobiliser des notions scientifiques (magnétisme et densité). En revanche, nous pouvons nous demander à quel point les expériences choisies sont

compatibles avec le problème de départ ? A quel point ces expériences peuvent-elles servir une thématique comme le tri des déchets ? Qu'apportent-elles à cette thématique ?

Ces résultats nous amènent aussi à nous interroger sur comment aborder cette thématique de tri des déchets à l'école élémentaire ? Quel choix de pratiques expérimentales permettant de pointer des conditions pour que de jeunes élèves puissent agir à l'échelle locale tout en faisant des liens avec ce qui se passe à l'échelle de la planète ? Quelles pratiques permettraient aux élèves de comprendre l'importance de leur tri et de leur recyclage et de construire la nécessité de leur réduction pour garantir la qualité de vie des êtres vivants et empêcher le gaspillage des ressources ? Comment questionner cette question de déchets qui est plus complexe qu'elle n'y paraît ? Comment les pratiques expérimentales scolaires peuvent-elles contribuer à atteindre des finalités citoyennes utiles dans la vie courante des élèves (acquérir des savoirs, développer un rapport pratique au monde, EDD).

Suite aux analyses des différentes études de cas réalisées dans ce travail de recherche, il est temps maintenant de reprendre les résultats obtenus dans les parties précédentes, et d'en tirer des éléments de synthèse et de discussion.

Partie 7 : Résultats de la recherche et discussion

Introduction

Avant de procéder à la présentation des résultats de notre recherche, nous rappelons que notre but ne vise pas à valoriser ou à dévaloriser le travail d'expérimentation mis en place dans les classes observées du cycle 3 de l'école élémentaire. Notre préoccupation centrale est d'explicitier les différentes fonctions que peut remplir l'expérimentation dans la construction du savoir scientifique de l'élève. Nous avons entamé notre travail dans l'esprit d'identifier d'éventuels moments de problématisation lors des situations ordinaires de classe mobilisant des expérimentations. Nous avons voulu comprendre comment les enseignants exploitent les résultats expérimentaux dans la construction de savoirs scientifiques des élèves. Nous sommes arrivés finalement à constater que la majorité des enseignants observés investissent les pratiques expérimentales selon une logique de validation/réfutation, et nous avons voulu comprendre ce qui influence leurs pratiques. Par ailleurs, nous avons pu identifier des moments potentiels de problématisation, nous avons voulu savoir ce qui a permis aux enseignants d'engager les élèves dans ce processus.

Notre recherche reste exploratoire parce qu'elle s'appuie sur un corpus limité (sept séquences ordinaires conduites par six enseignants) et qui porte sur des domaines scientifiques différents (sciences physiques, sciences de la vie et la terre, EDD). C'est pour cela que nous ne pouvons pas prétendre répondre à notre problématique de départ. Pourtant nous pouvons avancer partiellement des éléments de réponses qui nous semblent généralisables dans toutes les situations de classe que nous avons pu observer. Avant de présenter les résultats de notre recherche, nous explicitons la manière dont nous les avons construits.

Nous effectuons des comparaisons entre le fonctionnement des enseignants au vu de leurs manières de faire en classe. Cette mise en commun est un choix méthodologique que nous utilisons dans cette recherche afin d'identifier les points de convergence et de divergence possibles dans les pratiques enseignantes lors de la mise en place des expériences et de leur exploitation dans la construction de savoirs scientifiques chez les élèves. Dans cette étude comparative, nous mettons l'accent sur les grands traits qui nous semblent marquer la mise en place d'une investigation expérimentale, puis nous mettons en perspective les cas étudiés en relation avec nos questionnements de départ. Afin de mieux comprendre ce qui pèse sur les pratiques de classe des enseignants lors de la mise en œuvre d'une démarche d'investigation à caractère expérimental, nous nous sommes appuyés sur l'analyse des entretiens individuels réalisés avec eux. Nous

prenons en compte les pratiques des enseignants telles qu'elles sont reconstituées d'après leur récit. Notre but est d'éclairer les connaissances qui organisent leurs choix en acte. Cela nous aide à comprendre leurs postures par rapport à la mise en œuvre et à l'exploitation des expérimentations en classe. Du point de vue de l'objectif visé par chaque enseignant, nous avons identifié les éléments qui renvoient à la manière dont chacun d'entre eux envisage la contribution des pratiques expérimentales à la construction d'un savoir scientifique.

Nous croisons les résultats issus de l'analyse des pratiques enseignantes que nous avons effectuée avec les éléments récapitulatifs de l'analyse des six entretiens menés avec les six enseignants qui ont conduit les séquences observées. Nous essayons d'identifier dans leurs déclarations ce qui caractérise -selon eux- la démarche scientifique, l'expérimentation et la construction de savoirs scientifiques. Notre but est de voir s'il y a une concordance ou un décalage entre la manière dont ils pensent exploiter les expérimentations et leurs pratiques effectives de classe. Finalement, nous explicitons davantage les difficultés communes que les enseignants éprouvent dans la mise en œuvre ou dans l'exploitation des pratiques expérimentales dans les classes de l'école élémentaire. Pour ce faire, nous nous appuyons essentiellement sur ce qu'ils ont pu exprimer dans leurs déclarations en entretien.

Dans ce qui suit, nous avançons les résultats de notre recherche selon les grands traits qui ont marqué la mise en œuvre et l'exploitation des expérimentations dans les sept études de cas que nous avons pu conduire.

1. Conceptions des enseignants sur la démarche d'investigation et linéarité des démarches mises en place

La conduite des entretiens dont le but est d'éclairer les connaissances qui organisent les choix des enseignants de l'école élémentaire nous a orientée à nous interroger sur les idées que portent ces derniers sur comment faire fonctionner la démarche d'investigation et en particulier sur comment ils perçoivent la mise en œuvre des pratiques expérimentales en classe au sein de la démarche adoptée. Nous avons essayé d'appréhender ce que les enseignants mettent dans « démarche d'investigation » ou « démarche scientifique » à partir de ce qu'ils ont évoqué dans leurs discours. Nous précisons que les enseignants nous ont annoncé au début qu'ils vont mettre en place une démarche d'investigation. Au cours des entretiens, nous leur avons laissé le libre choix de commenter la démarche mise en place. La démarche d'investigation est

envisagée pour les enseignants interviewés en une succession d'étapes à suivre en classe. En effet, ils continuent à penser cette démarche en une démarche linéaire et ne distinguent pas ce qui caractérise cette approche et en quoi elle renouvelle les démarches expérimentales de type OHERIC, PHERIC. Pour illustrer, nous reprenons dans le tableau 52 les conceptions que tiennent les enseignants⁶⁸ sur cette démarche :

Profs	Conceptions des six enseignants sur la démarche d'investigation
Prof A (annexe 7)	« 12.P. On commence par les on propose une situation de départ aux élèves avec un problème ». « 14.P. [...] après les élèves émettent une hypothèse ». « 16.P. Delà ils pratiquent de manière pratique, c'est la mise en place des expériences et delà ils valident ou invalident leurs hypothèses et après ils arrivent à un résultat ».
Prof B (annexe 19, 20)	« 36. P. E2. Ben là, on un problème et puis on réfléchit à un protocole qui permet de mettre en évidence certaines choses et ils font une expérience c'est faire des expériences c'est ça c'est essayer des choses se tromper recommencer. Voilà, le problème, l'hypothèse, l'expérience, l'interprétation et puis il y a la conclusion. Voilà ben je sais que c'est ça l'expérience englobe tout ça ».
Prof C (annexe 23)	« 4. P. Ben oui là c'était une démarche expérimentale en fait conception initiale. Les conceptions initiales des enfants, ensuite le problème, et après émettre des hypothèses. Ensuite faire les expériences pour vérifier les hypothèses et pour voir ce dont la plante a besoin pour se développer etc. Et puis observer les résultats et en tirer des conclusions ».
Prof D (annexe 26)	« 26. P. E1. Je dirai la démarche démarre par les hypothèses que les élèves mettent par rapport à ma question, donc je les écris, c'est comme une carte mentale et ensuite donc justement à partir de ces hypothèses-là nos vidéos nos questionnaires vont nous mener à répondre justement à la question c'est ça, ce n'est pas ça, on valide l'hypothèse ou on la valide pas et aussi par rapport à l'expérience que l'on va voir justement ».
Prof E (annexe 34)	« 14. P. Ben c'est les différentes étapes, c'est l'observation, l'émission d'hypothèses. Expérimentation, après il y a le feed back à la fin voir si j'ai bon si j'ai pas bon pour émettre des nouvelles hypothèses ou pas. C'est généralement dans toutes les séances de sciences ». « 18. P. L'expérience, ben, c'est de vérifier c'est la vérification d'hypothèses à partir d'un supposé ».
Prof F (annexe 37)	« 22. P. E1. Ben les démarches scientifiques, c'est souvent on pose un petit problème de départ, une question [...] ». « 22. P. E1 [...] On formule des hypothèses donc c'est eux qui doivent construire aussi leurs savoirs ». « 22. P. E1 [...] après dans l'idéal c'est faire aussi des petites expériences pour invalider ou valider les hypothèses [...] ». « 30. P. E1 [...] Et à la fin c'est la trace écrite en fait, la synthèse ».

Tableau 52. Conceptions des six enseignants sur la démarche d'investigation

⁶⁸ Les enseignants sont mis dans l'ordre que nous avons suivi lors de la présentation des études de cas dans les chapitres d'analyse.

Lors des entretiens, nous avons constaté que les enseignants éprouvent encore des difficultés à parler sur l'enseignement des sciences et de la démarche d'investigation. En tenant compte de leurs déclarations, nous pouvons dire que la plupart adoptent une approche stéréotypée de la démarche avec des étapes, ce qui correspond à une suite de phases prédéterminées où l'accent est mis sur : l'émission des hypothèses, la mise en œuvre des expériences de vérification, l'observation des résultats et la conclusion. Bien que les différentes étapes de la démarche d'investigation paraissent présentes, l'approche adoptée dans ces démarches est idéalisée.

L'ordre des moments essentiels de la démarche d'investigation tels qu'ils sont présentés dans les textes officiels de l'école primaire où on parle de moments essentiels ne constitue pas une trame à adopter pas à pas. En revanche, beaucoup d'enseignants mobilisent ces moments de manière linéaire à suivre étape par étape (Molvinger, 2017). L'analyse de pratiques enseignantes nous permet de dire qu'il y a une concordance entre la manière dont les enseignants conçoivent la conduite de la démarche d'investigation et leurs pratiques effectives dans les classes. En effet, les enseignants adoptent une image stéréotypée, figée et orientée de la démarche scientifique qui se présente sous forme d'une structuration des étapes. Ces moments commencent par un problème que l'enseignant apporte aux élèves et se clôturent par la validation de la solution attendue par le biais des expériences. Ce déroulement peut être assimilé au modèle PHERIC qui permet d'avancer en ligne droite du problème à la conclusion.

Cette approche repérée chez les enseignants se traduit en classe en démarches linéaires qui ne correspondent pas à une véritable démarche d'investigation. Celle-ci doit être en mesure de développer chez les élèves de l'école élémentaire une première forme de pensée scientifique, de l'esprit critique, de l'autonomie et initiative personnelle et de leur permettre d'acquérir des rudiments de la recherche scientifique. Dans notre recherche, à part les études de cas portant sur les sciences physiques (l'électricité et les mélanges), dans l'ensemble des séquences observées, l'implication des élèves est minimisée : ils réalisent des activités expérimentales en suivant les consignes données par l'enseignant qui veille à la réalisation d'une suite d'actions pour obtenir des résultats préalablement prévus. La directivité des activités proposées par l'enseignant est grande, il a tout planifié pour conduire un « rituel » expérimental. Durant cette forme d'enseignement basée sur l'imposition et la transmission du savoir, les élèves doivent répondre à des problèmes qui ne se sont vraiment posés ou appropriés *« Lorsque les problèmes ne sont pas construits par les apprenants mais parachutés par le maître,*

lorsque la méthode d'apprentissage ne conduit pas les élèves à émettre des hypothèses et concevoir leur mise à l'épreuve [...] il n'y a pas démarche scientifique. » (De Vecchi, 2006, p.55).

Dans la première étude de cas concernant les conditions s'allumage d'une ampoule avec une pile, l'enseignant privilégie la mise en place d'une démarche moins linéaire où les pratiques manipulatoires visent l'explication du fonctionnement du circuit électrique. Ces pratiques sont exploitées dans le travail du problème et ont contribué à l'apparition de quelques moments propices à la problématisation. Dans la deuxième séquence portant sur l'étude des mélanges, le protocole expérimental n'est pas imposé par l'enseignante qui a laissé aux élèves une marge de manœuvre dans la conduite de la démarche. Les élèves ont conduit une investigation expérimentale qui s'apparente au travail d'un scientifique, avec les incertitudes que celle-ci peut supposer. Ils doivent communiquer les résultats obtenus des expériences et les exploiter dans la résolution du problème. Dans cette étude de cas, même s'il apparaît que l'enseignante guide la démarche menée dans son ensemble, la créativité de l'élève est prise en compte. Sans trop influencer les choix des élèves, l'enseignante interfère le moins possible dans les différentes phases du travail des problèmes et notamment dans la conception des hypothèses et des expériences. Cependant, nous avons pu identifier une très faible proportion d'explications du phénomène scientifique en jeu, développées ou formulées en classe. La quasi-absence de la dimension explicative nous conduit à penser que l'enseignante a privilégié des pratiques favorisant la validation des solutions par le biais des expériences. La conception que tient l'enseignante B de la démarche scientifique explique son recours à des pratiques cultivant une logique de preuve.

2. Ecart entre la mise en œuvre de la démarche d'investigation des enseignants et les instructions officielles

Dans le but d'avoir une vision générale sur les démarches menées dans les classes observées, nous avons croisé les moments de la démarche d'investigation identifiés dans les programmes avec le déroulement effectif des démarches mises en place par les enseignants. L'objectif est de voir comment se situe l'expérimentation dans les démarches repérées en classe, le tableau suivant donne à voir cela :

Moments de la démarche d'investigation (B.O. n°31 du 30 juillet 2020, p.78, 79)					
Pb⁶⁹	Le choix d'une situation de départ	La formulation du questionnement des élèves	L'élaboration des hypothèses et la conception de l'investigation à réaliser pour les valider/invalidier	L'investigation conduite par les élèves	L'acquisition et la structuration de connaissances
1	+	-	-	+	+
2	+	+	+	+	+
3	+	-	+	+	+
4	+	-	+	+	+
5	+	-	+	-	+
6	+	-	-	+	+
7	+	-	-	+	+

Tableau 53. Présentation comparative des sept études de cas

D'après les éléments rassemblés dans le tableau, nous pouvons dire que les démarches conduites par les enseignants (à part l'enseignante B) ne s'ajustent pas exactement au canevas de la démarche d'investigation. Malgré l'importance accordée dans les instructions officielles de l'enseignement des sciences à l'école au questionnement initial dans la démarche d'investigation et à la participation des élèves dans la construction de leur savoir, dans tous les cas étudiés, les élèves ne formulent pas le questionnement de départ, cette phase est prise en charge par les enseignants. De plus, la phase de conception des investigations expérimentales et d'émission des hypothèses est généralement orientée ou imposée par les enseignants. La conduite de la démarche avec cette manière chronologique les enferme dans des procédures rigidifiées, par opposition à ce qui caractérise cette approche porteuse d'incertitude et d'imprévis.

Nous avons interrogé les enseignants sur leur expérience professionnelle, leur ancienneté dans l'enseignement et sur leurs formations récentes en sciences (formation initiale ou continue). Le profil professionnel (tableau 54) peut nous apporter quelques éléments d'explications par rapport à la vision qu'ont les enseignants de la démarche d'investigation et de l'expérimentation.

⁶⁹ Problème.

Profs	Ancienneté	Formation professionnelle	Formation sur la démarche d'investigation	Formations en sciences et EDD
Prof A (électricité)	20	IUFM	Non	Non
Prof B (mélanges)	20	IUFM	Non	Non
Prof C (nutrition des plantes)	10	IUFM	Non	Non
Prof D (nutrition des plantes)	1	IUFM	Non	Non
Prof E (tri des déchets)	10	IUFM	Non	Non
Prof F (tri des déchets)	1	IUFM	Non	Non

Tableau 54. Profil des enseignants interviewés

D'après les éléments recueillis dans le tableau, il apparaît que le problème de manque de formations est récurrent chez les six enseignants interrogés. Si l'on s'en tient à leurs déclarations, ces derniers n'ont pas bénéficié de formation sur la démarche d'investigation comme étant une démarche récemment préconisée dans les programmes des sciences. Ce constat peut déjà nous expliquer en partie leurs conceptions repérées ci-dessus. Si nous croisons les résultats d'analyse des cas étudiés avec le profil des enseignants, notamment avec leur l'ancienneté dans l'enseignement, nous nous rendons compte que les deux enseignants expérimentés (enseignant A, enseignante B), bien qu'étant sur une logique de validation/réfutation, donnent de l'importance aux pratiques langagières et à l'interprétation des résultats des expérimentations dans leurs démarches.

Les instructions officielles incitent les enseignants à utiliser la démarche d'investigation en sciences. Vu que les objectifs et les orientations générales liées à la démarche d'investigation sont plus ou moins reconnus par les enseignants, sa mise en œuvre dans les classes n'est pas encore pleinement intégrée connaît. Les six entretiens que nous avons menés nous ont montré que les enseignants interprètent d'une autre manière la mise en place de cette démarche. On constate des écarts entre leurs pratiques de classe et les instructions officielles en ce qui concerne la démarche d'investigation. D'après nos résultats d'analyse des entretiens, la question de la mise en œuvre de la démarche

d'investigation est toujours d'actualité à l'école élémentaire du fait que cette celle-ci continue à être pensée comme nouvelle par les enseignants.

Nous abordons dans ce contexte les contraintes liées à la gestion de la classe lors de la mise en œuvre des pratiques d'investigation expérimentale. Les enseignants ont déclaré en entretien que mettre les élèves en groupes joue un rôle important dans la conduite de la démarche notamment dans sa composante expérimentale (mise en place des expériences, observation des résultats, interprétation des résultats). Cependant, la difficulté d'organisation de la classe lors de ce genre de pratiques est présente chez les enseignants interviewés, qui pointent la nécessité d'un effort supplémentaire que requière la préparation et la mise en place des expériences, ce qui peut rendre ces démarches trop chronophages. Le temps et la gestion de la classe que requière la mise en place et l'interprétation des expériences n'encouragent pas les enseignants à investir dans de telles démarches.

Comme d'autres travaux de recherche sur la démarche d'investigation (Calmettes, 2009 ; Boilevin, 2013 ; Coquidé et *al.*, 2009), cette recherche montre que la conduite de cette démarche révèle des imprévus qui peuvent la rendre « chronophage » et que les enseignants éprouvent une certaine réticence à sa mise en œuvre. Cette réticence est due peut-être à leur insécurité face aux imprévus que peut entraîner la démarche d'investigation et qui peut les emmener dans différentes directions dont ils ne sont pas prévus ou envisagés. Cela explique la raison pour laquelle les enseignants privilégient des pratiques traditionnelles de guidage et de canalisation.

3. L'exploitation par les enseignants des expériences et de l'expérimentation dans les démarches mises en place

Après avoir vu comment les enseignants conduisent une démarche d'investigation et précisé la place qu'ils donnent à l'expérience et à l'expérimentation, voyons maintenant quelques aspects de la manière dont ils exploitent les résultats des expériences dans la résolution des problèmes, notamment la manière dont ils conçoivent le lien hypothèse/résultat expérimental et le statut qu'ils donnent à l'hypothèse dans leurs démarches.

La vérification de l'hypothèse par l'expérimentation est une étape « *qui conduit à l'infirmerie (rare) et plus souvent à la confirmation des présupposés initiaux. Elle conduit à la construction de concepts, de lois, de théories, de modèles. Parfois elle*

débouchera sur une nouvelle question » (Develay, 1989, p. 7). Dans le cadre scolaire, il est rare de refaire une expérimentation révélant des hypothèses réfutées parce que dans la classe on est souvent sur une logique de réussite et de validation « *L'histoire des sciences démontre en permanence qu'il n'y a pas d'expérimentation sans risque d'erreur. Partout ailleurs, sauf à l'école, l'erreur est considérée comme inévitable et, au fond, formatrice [...] Apprendre suppose une pensée qui se risque.* » (Astolfi, 2002, p.18). Selon ce dernier, juger une hypothèse fausse est plus intéressant pour l'esprit scientifique des élèves parce qu'il montre que les connaissances utilisées pour résoudre un problème ne sont pas suffisantes et qu'il faudra inventer d'autres pistes d'investigation.

La formulation des hypothèses dans une investigation à caractère expérimental est importante. La mise en place des pratiques expérimentales n'a d'intérêt que si elle permet de revenir ultérieurement sur les différentes hypothèses. Les six enseignants ont jugé en entretien qu'une hypothèse est nécessaire dans la conduite de la démarche adoptée : ils donnent de l'importance à la phase de conception des hypothèses et à leur mise à l'épreuve. Néanmoins, nous constatons dans leurs pratiques effectives de classe une tendance à ne pas prendre en compte cette phase, hormis pour la séquence portant sur les mélanges où la créativité des élèves dans la conception de protocoles expérimentaux et l'émission des hypothèses est généralement prises en compte. Dans l'ensemble des cas étudiés, les hypothèses relèvent plutôt de prévisions ou de prédictions sur ce qui va se passer dans l'expérience. Dit autrement, l'hypothèse se rattache à un résultat attendu de l'expérimentation (exemple : soluble / non soluble). Dans de telles situations, les hypothèses font l'objet de résultats vérifiables sans ouvrir aucune nouvelle voie d'investigation. L'analyse des cas étudiés nous permet aussi de constater que le lien entre les hypothèses, les résultats expérimentaux et le problème de départ est moins investi par les enseignants. Récapitulons un peu :

Dans les deux études de cas portant sur le problème de tri des déchets, l'hypothèse est absente ou implicite, le mot hypothèse n'est pas prononcé. L'objectif de l'expérience est de montrer que les deux actions effectuées (attraper les morceaux ferreux par l'aimant / baigner les plastiques opaques et transparents dans l'eau) permettent de séparer les déchets. Les deux enseignants donnent des indices et veulent que les élèves aillent vers le seul résultat qu'ils veulent obtenir. L'objectif est de prouver une supposition préalable que la démarche canalisée conduit à affirmer. De ce fait, l'interprétation des résultats des expériences revient à confirmer la solution, puisque le protocole expérimental est

mis en place dans ce sens. Dans de telles pratiques, nous constatons le primat de l'exécution manuelle de l'expérience sur l'hypothèse, c'est-à-dire que le rôle de l'hypothèse est minimisé à l'avantage d'une interprétation hâtive des résultats des expériences.

Dans le cas d'étude du problème de « Comment allumer une ampoule avec une pile ? », les pratiques mises en place se caractérisent par des expériences « *pour voir* ». Sans forcément passer par une phase de formulation d'hypothèses, les manipulations d'allumage de l'ampoule avec la pile donnent à voir les zones métalliques de l'ampoule (le plot et le culot) et de la pile (les deux lames) à mettre en contact pour créer un circuit électrique.

Concernant les problèmes de nutrition des plantes et du rôle des vers de terre dans le compostage des déchets, une seule hypothèse est envisagée. Il s'agit d'une simple situation de contrôle des connaissances acquises dont la réussite est attendue. Dans cette pratique d'ordre expositif, la démarche de preuve consiste à montrer plutôt qu'à démontrer. Dans de telles situations, la confirmation de l'hypothèse apparaît comme le point final de la démarche, qui trouve son aboutissement dans une conclusion définitive. Dans aucun des cas, les élèves ne sont laissés entièrement autonomes à un moment quelconque de la démarche. Le degré de directivité de l'enseignante est à tout moment important.

A l'inverse, dans l'étude des problèmes de « Comment récupérer le sel de l'eau salée ? » et « Comment nettoyer l'eau salie par la terre ? », il apparaît que l'enseignante encourage les élèves à ne pas se limiter à la seule hypothèse et à explorer plus de possibilités en procédant par allers-retours entre hypothèses et expériences et problème de départ. La confirmation d'une hypothèse ne clôt pas la démarche, elle peut être le point de départ de nouvelles hypothèses et de nouvelles voies d'investigation. Durant la séquence des mélanges, les hypothèses ont joué pleinement leur rôle dans la validation/réfutation des solutions des problèmes. Celles-ci sont clairement formulées avant la conduite des deux investigations expérimentales (séparation du sel de l'eau salée / nettoyage de l'eau salie par la terre), et sont soigneusement mises à l'épreuve par le biais des expériences. Cela a l'avantage d'initier les élèves à l'investigation scientifique.

D'une manière générale, nous pouvons dire que les enseignants sont sur une logique de validation / réfutation. D'après nos analyses, l'hypothèse quand elle est explicite est fortement associée à l'idée de validation, celle-ci est soumise au contrôle de

l'expérience. Néanmoins, et selon une logique de problématisation, il est nécessaire que les élèves « *aient la possibilité de développer des idées explicatives qui ne se réduisent pas à la production d'une ou deux hypothèses rapidement collectées par le professeur, mais qui donnent lieu à de véritables débats scientifiques dans la classe* » (Orange, 2002a, p. 20).

4. La place de l'expérimentation entre pratique déclarée et pratique effective des enseignants

Les instructions officielles incitent à la participation des élèves et à leur implication dans la construction de leurs savoirs et elles recommandent de ne pas se limiter à la seule investigation expérimentale et à développer d'autres modalités d'investigation (documentation, simulation,.....). En nous référant aux caractéristiques de la démarche d'investigation, on lit que le principe de la diversité qui lui est associé « *recommande de ne pas se limiter à la seule investigation expérimentale, mais explorer d'autres modalités d'investigation : « réalisation matérielle [...], observation directe ou assistée par un instrument ; recherche sur documents ; enquête et visite* » (Coquidé et al., 2009, p. 53). La démarche d'investigation peut bien marcher quel que soit le mode d'investigation. La recherche et l'exploitation des documents paraît aussi comme l'un des modes d'investigation possibles qui pourrait être utile dans la mise en œuvre de cette démarche. Au cours de nos questionnements en entretien, nous nous sommes interrogés sur le rapport des enseignants aux pratiques expérimentales et sur l'implication des élèves dans la mise en œuvre des expériences et des manipulations en sciences. A la lumière des déclarations fournies, nous avons constaté que la valorisation de l'expérimentation est partagée par tous les enseignants interviewés. A l'encontre de ce principe de la diversité, les enseignants trouvent que l'expérimentation et la manipulation impliquent mieux les élèves dans leurs apprentissages et permettent d'atteindre les objectifs escomptés. Le mode d'investigation documentaire est peu utilisé ou utilisé en complément par les enseignants interviewés, qui privilégient les pratiques expérimentales ou manipulatoires et les considèrent plus adaptées à l'enseignement des sciences à l'école. Ils trouvent que les élèves sont plus motivés et apprennent mieux quand ils sont en mesure d'expérimenter, pratiquer et agir.

Le recours aux expérimentations semble rassurant pour les enseignants : ils lient la réussite de la démarche adoptée et la résolution des problèmes à la mise en place des

pratiques expérimentales. Nous reprenons quelques extraits des déclarations des six enseignants impliqués dans notre recherche (tableau 55). Ils donnent à voir ce consensus pointé chez eux sur la survalorisation des « expériences » en sciences.

Profs	Déclarations des enseignants sur la valorisation des expériences et des manipulations en sciences
Prof A (électricité)	« 84. P. [...] si là on est parti uniquement sans manipuler on s'est rendu compte que pour eux c'était trop difficile de se rendre compte si ça fonctionne, donc d'où l'utilité de la manipulation ».
Prof B (mélanges)	« 70. P. E1. [...] Donc si on peut pas, aux moins en sciences faire au moins un schéma d'observation ou d'expériences c'est pas de la science. Alors quelque fois ils peuvent travailler sur des documents mais pas trop souvent, sinon c'est pas de la science. Les documents viennent en support, comme là avec les marais salants, ça viendra en support. Si l'évaporation ne vient pas dans leur proposition d'expériences ».
Prof C (nutrition des plantes)	« 84. P. [...] A mon avis je pense qu'on apprend mieux en faisant quand on fait. Tout ça quand on voit on apprend mieux en faisant plutôt que projeter une image, après malheureusement en sciences on peut pas tout expérimenter c'est ce qui est dommage ».
Prof D (nutrition des plantes)	« 54. P. E1. [...] Ça m'a bien tenté parce que les expériences captivent les élèves et ça les fait aussi réfléchir de façon différente je pense qu'en sciences c'est très important pour mieux comprendre voilà ».
Prof E (tri des déchets)	« 46. P. [...] Quand c'est faisable ça marche bien et ça emmène les élèves avec nous parce qu'ils sont dedans ils veulent participer ils veulent comprendre ils sont motivés [...] ».
Prof F (tri des déchets)	« [...] 34. P.E1. bon les sciences c'est vraiment une matière où on peut vraiment exploiter ça et vraiment en général ils aiment bien surtout les expériences, c'est vrai qu'ils adorent ça donc je pense que ça va bien se passer [...] ».

Tableau 55. Déclarations des enseignants sur la valorisation des expériences et des manipulations en sciences

Dans leurs pratiques de classe, la nature des pratiques expérimentales proposées aux élèves dans l'ensemble des cas étudiés conduit généralement à l'illustration ou à la validation des hypothèses et n'ouvrent pas la possibilité de remettre en cause les résultats obtenus ou de discuter leur degré de validité. Les résultats expérimentaux ne sont pas questionnés parce que la validation d'une seule hypothèse semble suffisante pour la résolution du problème. Un décalage est fortement repéré entre comment les enseignants valorisent l'expérimentation et la manière dont ils l'investissent en classe. Ils passent vite sur les pratiques expérimentales et les exploitent peu dans la construction de savoirs scientifiques des élèves. D'une manière générale, nous pouvons dire que les enseignants sont influencés par le contexte scolaire qui privilégie l'expérience qui « marche ». C'est pour cela qu'ils cherchent vite la validation qui

constitue le gage d'une expérimentation réussie. Les résultats des expériences sont rassurants pour les enseignants parce qu'ils s'accordent avec leurs attentes.

Nous pouvons dire que les enseignants ont une vision idéalisée de la science, ils accordent aux expériences le rôle de « prouver » une solution pour procéder après à des généralisations hâtives. Ils adoptent l'idée qu'une seule solution est possible à un problème. Nous avons constaté que les enseignants limitent le nombre d'hypothèses formulées. Ils ne proposent bien souvent qu'une seule expérience pour vérifier une seule hypothèse. Les allers-retours entre les différentes étapes de la démarche sont finalement peu présents. Les élèves sont alors confrontés à des expériences qui visent la validation de la seule hypothèse. Le problème est résolu dès que l'on a « démontré » que l'hypothèse est « bonne ». Cette idée renforce la conception habituelle des élèves qui *« constatant un résultat conforme à ce que laisse attendre leur hypothèse testée, concluent en faveur de cette hypothèse sans se demander s'il n'y a pas d'autre hypothèse qui est compatible avec ce qui est observé »* (Cauzinille-Marmèche et al., 1983, cité par Bomchil & Darley, 1998, p.102).

5. Les fonctions des expériences dans la construction de savoirs scientifiques des élèves

Dans l'analyse des séquences observées, nous avons repéré que les enseignants fixent un objectif puis proposent aux élèves des activités pratiques permettant de l'atteindre. D'une manière générale, ils sont pilotés par la bonne solution et valorisent le travail de l'expérimentation, considéré, selon eux, comme crucial pour que les démarches « fonctionnent bien ». Dans leurs pratiques de classe, les expériences exploitées débouchent généralement sur des simples démonstrations de faits, validation de la solution attendue du problème ou illustration d'un concept. Comme nous avons pu constater dans leurs déclarations en entretien, les enseignants attribuent souvent aux expérimentations une fonction de validation d'une solution attendue. Cette conception les conduit à prévoir des stratégies stéréotypées de démarches, dans lesquelles la fonction de l'expérimentation est réduite à la validation des hypothèses (prévisions). Avec cela, la fonction des pratiques expérimentales dans la construction des savoirs demeure indéniable. Dans leurs réponses à la question *« Quelle fonction de l'expérience dans la construction des savoirs ? »*, les verbes « tester », « vérifier », « prouver » une

hypothèse sont toujours présents. A l'aide de l'analyse des situations ordinaires que nous avons menées, nous avons pu repérer les fonctions suivantes (tableau 56) :

Problème	Expériences	Fonction des expériences
Comment allumer une ampoule avec une pile plate ?	- Manipulations de familiarisation avec le matériel utilisé. - Réalisation de montages d'allumage de l'ampoule avec une pile plate et une pile ronde.	- Expériences pour « voir ».
Comment récupérer le sel de l'eau salée ?	- Expérience de filtration. - Expérience d'évaporation.	- Expérience de réfutation. - Expérience de validation.
Comment nettoyer l'eau salie par la terre ?	- Expérience de filtration. - Expérience de décantation.	- Expérience de réfutation. - Expérience de validation.
De quoi ont-elles besoin les plantes pour se développer ?	- Semis des différentes graines dans différentes conditions. - Semis d'une seule graine (capucine) dans différentes conditions.	- Expérience de validation.
Quel est le rôle des vers de terre dans le compostage des déchets ?	Mettre des vers de terre dans des récipients contenant des déchets.	- Expérience de validation.
Comment trier facilement les déchets ?	Séparer des déchets sans intervenir par la main (morceaux ferreux et plastiques).	- Expérience illustrative des concepts scientifiques (magnétisme et densité).

Tableau 56. Catégories des expériences mises en place par les enseignants et fonctions

6. Valorisation de la dimension matérielle des pratiques expérimentales : une dérive vers l'empirisme

Quoique les thématiques traitées par les enseignants dans les études de cas ne sont pas les mêmes, la valorisation de l'expérimentation converge leurs conceptions dans ce qu'ils disent en entretien. Ils confirment la nécessité de la mise en place des expérimentations pour que la démarche d'investigation « marche bien ». Dans leurs réponses au questionnement « *Quelle différence vous mettez entre expérience et manipulation ?* », nous avons pointé que la différence entre expérience et manipulation traduit une ambiguïté et que ces termes ne renvoient pas exactement aux mêmes

pratiques pour tous les enseignants. Ajoutons que l'investigation expérimentale renvoie généralement dans leur discours aux activités pratiques mises en place dans les classes de sciences (observations, manipulations, expériences). Voici les déclarations des enseignants en entretien à ce propos (tableau 57) :

Profs	Conceptions des enseignants sur l'expérience et la manipulation
Prof A (électricité)	« 20. P. Expérience ça pourrait être par l'enseignant qui manipule qui montre aux élèves pour obtenir quelque chose, alors que la manipulation c'est l'élève qui lui-même va manipuler pour justement savoir si ça fonctionne ou pas ». « P.44. [...] C'est important de toujours les rappeler, ben est-ce que finalement ils ont bien compris la consigne, est-ce qu'ils ont bien compris l'objectif, est-ce que justement on sait pas pour eux faire une expérience pour faire une expérience voilà est-ce que leur expérience leur permet d'atteindre l'objectif fixé ».
Prof B (mélanges)	« 64. P. E1. La manipulation c'est quand ils vont vraiment utiliser le matériel et faire des actes, et l'expérimentation c'est quand ils vont devoir schématiser expliquer d'abord proposer des expériences. Ben ce qui fait le scientifique ben il réfléchit à une problématique puis il essaye de trouver des solutions puis il met en place des expériences, il se trompe aussi et tout ça ».
Prof C (nutrition des plantes)	« 16. P. [...] Expérience là c'est plutôt observer dans le temps peut être un peu plus long. La manipulation c'est plus spontanément momentané, et l'expérience à mon avis c'est toujours un peu plus long il y a un temps d'observation »
Prof D (nutrition des plantes)	« 30. P.E2. Je pense que là on est sur de l'expérience parce que on va observer quelque chose, y'a pas juste des étapes à suivre comme une recette de cuisine certainement il y a des étapes mais il y a une hypothèse y'a de je ne sais pas ce qui va se passer je vais observer je vais faire et puis je verrai j'ai un résultat [...] ».
Prof E (tri des déchets)	« [...]c'est plus simplement des manipulations où on peut faire ressentir des choses aux enfants par la manipulation quoi, par les classes maternelles etc. Mais au niveau de l'expérimentation il y a la démarche, ils ne savent pas ce qu'on va observer ils connaissent pas le résultat à l'avance. L'expérimentation c'est surtout en sciences, ils vont émettre des hypothèses, ils vérifient. La manipulation est différente, on leur donne l'étape de l'hypothèse on leur donne les présupposés c'est nous qui leur donnons ».
Prof F (tri des déchets)	« 46. P. E 2. [...] expérience je dirais que c'est on formule d'abord des hypothèses et après on expérimente ce qu'on a déjà réfléchi. Il y a des idées et après on teste en fait, donc l'expérience c'est plutôt pour valider ou pas les hypothèses et la manipulation je pense que c'est vraiment tout simplement observer par exemple quand je donne un aimant et qui veulent essayer de voir un petit peu ce qui est monté ou pas ça c'est plutôt de la manipulation ».

Tableau 57. Conceptions des enseignants concernant l'expérimentation et la manipulation en classe

Le tableau ci-dessus montre que la dimension concrète des pratiques expérimentales est mise en avant, elle apparaît majoritaire chez les enseignants. Dans nos études de cas, nous avons repéré que les aspects relatifs à la réflexion et à l'explication restent peu présents dans les pratiques de classe. De ce fait, nous pouvons dire que l'approche empiriste est valorisée par rapport à la place accordée à l'imagination et au raisonnement. L'empirisme apparaît comme une des orientations possibles des démarches mises en place. L'idée fréquente chez les enseignants semble être qu'il suffit de «*faire pour comprendre* » et de «*voir pour prouver* » » (Coquidé, 2003, p.5). Cet aspect pratique dominant dans les pratiques des enseignants «*représente un obstacle important dans la conception de ce que peut-être une expérimentation, dans la mesure où cela masque les rôles du raisonnement et de la créativité, essentiels dans l'émission d'hypothèses ou la conception de protocoles* » (Ibidem, p.5).

Des travaux en didactiques des sciences (Coquidé & Flageul, 1999 ; Orlandi, 1999) qui s'intéressent à l'image des sciences chez les enseignants ont montré que les discours des enseignants mettent en avant l'importance de « l'expérience » dans les classes de sciences et qu'ils adoptent une approche empiriste de la démarche scientifique. Cette conception marquée par l'empirisme et associée à une approche linéaire de la démarche persiste encore chez les enseignants interviewés. Ce constat peut expliquer leur rabat sur des pratiques traditionnelles de guidage et de canalisation des élèves en classe. Les activités proposées aux élèves en classe se voient guidées par leurs représentations sur l'enseignement de sciences, la démarche scientifique et la construction des savoirs.

7. Dominance de moments de guidage et canalisation des élèves

Les pratiques enseignantes, lors des séquences observées, montrent que les moments de guidage et de canalisation des élèves sont dominants. Dans la plupart des cas étudiés, ce sont les enseignants qui prennent en charge le choix des pratiques expérimentales. Ces éléments sont préétablis par les enseignants orientés par ce qu'ils attendent pour répondre à des objectifs fixés. Même s'ils disent en entretien vouloir donner plus de marge d'action aux élèves, ces enseignants adoptent une démarche traditionnelle et créent les conditions pédagogiques pour guider les activités de la classe dans la résolution des problèmes. Pour mieux comprendre ce qui se joue en classe, nous avons essayé de nous concentrer sur les modalités d'intervention des enseignants pour comprendre les raisons pour lesquelles ils privilégient la fermeture des discussions

attachées au travail des problèmes et à l'interprétation des pratiques expérimentales. Dans l'ensemble, nous constatons une dominance des questions fermées des enseignants qui donnent lieu souvent à des réponses courtes et factuelles. Nous remarquons de même que les interventions des élèves sont de longueur très courte par rapport à celle des enseignants. En général, les enseignants sont préoccupés de faire fonctionner la classe sans aller dans des directions d'investigation non prévues. Ce qui fait que la marge d'expression donnée aux élèves est très limitée. Au cours des échanges oraux, ils serrent de plus en plus les discussions, cela empêche les élèves de développer des idées ou de s'engager intellectuellement dans la construction ou la résolution des problèmes en jeu. Il s'agit généralement de « *cours dialogués* » où l'enseignant se contente de « *susciter des réactions multiples parmi lesquelles il choisira celles qui font le mieux "avancer son cours"* ». Dans ce dernier cas on reste dans une épistémologie du vrai et du faux, sans entrer dans le problématique » (Orange et al., 2001, p.113). Quant aux productions écrites, elles servent à faire des schématisations (exemple : schémas des montages électriques, schémas des expériences), à répondre à des fiches de questions (exemple : fiche d'activité distribuée aux élèves dans la deuxième séquence portant sur la nutrition des plantes) ou à rédiger des comptes-rendus des résultats des expériences (exemple : les productions écrites des élèves dans la séquence portant sur des mélanges). Elles demeurent souvent inexploitées. Ce type de productions écrites des élèves peut être qualifié d'« *écrits d'exposition* » (Vérin, 1988) qui servent rarement d'appui au travail en classe. Finalement nous pouvons dire que les enseignants privilégient de cadrer la démarche dans la « bonne » direction, celle qui va conduire aux résultats attendus. Ils se trouvent dirigés vers l'énoncé du savoir que l'élève doit retenir en adaptant leurs questions à celles qu'accréditent la trace écrite finale. Finalement, tout est pensé de A jusqu'à Z pour mettre les élèves dans un dispositif préconstruit. De ce genre de déroulement résulte une sorte d'imprégnation aux savoirs visés.

La dominance des moments de guidage a rendu les moments d'échanges entre les enseignants et les élèves très courts voire absents. Cette caractéristique des pratiques enseignantes concerne l'ensemble des cas étudiés (corpus 2017/2018 et corpus 2021/2022), à part la première séquence portant sur l'électricité et la deuxième séquence portant sur les mélanges. Durant ces deux études de cas, les enseignants attribuent un rôle plus important aux échanges et aux interactions langagières dans l'étude des problèmes et l'interprétation des résultats des pratiques expérimentales

prises en place. Comme nous avons déjà montré plus haut, une marge de liberté est donnée aux élèves. Les enseignants leur laissent de l'espace pour s'exprimer dans les différentes phases du travail des problèmes. Au cours de leurs interventions, ils attirent l'attention des élèves sur l'importance du tâtonnement, de l'hésitation, de la réflexion sur les résultats inattendus et sur l'importance de recourir aux hypothèses et notamment sur le fait qu'on ne sait pas d'avance ce qu'on va obtenir des résultats d'expériences. Au cours des deux séquences, les enseignants donnent de l'importance aux pratiques langagières que ce soit orales ou écrites. Nous avons pointé la présence des formes de pratiques langagières écrites comme les « schématisations », les « écrits de conception des hypothèses », les « écrits interprétant l'investigation expérimentale ». Ces écrits permettant la mobilisation de la pensée des élèves ont été exploités par la classe dans le travail des problèmes en jeu et ont fait l'objet d'une discussion en classe lors des mises en commun.

Pour récapituler, nous pouvons dire que même si ces deux enseignants gèrent les échanges selon un format pédagogique de « cours dialogué » au cours duquel ils privilégient la présentation ou la conduite vers un savoir solution, certains moments de ces « cours dialogués » donnent à voir des reformulations des élèves qui pourraient être mises en discussion avec les résultats expérimentaux et questionner pourquoi ce résultat et pas un autre. Les questions ouvertes rarement utilisées par les enseignants ont l'avantage de laisser la liberté de s'exprimer aux élèves pour proposer les solutions possibles aux problèmes et de les engager ensuite dans la construction des savoirs. Cela marque à notre avis une possibilité de développement des idées et d'argumentations sur les savoirs, et d'identification de moments où une ouverture vers un processus de problématisation aurait pu avoir lieu.

8. Les types de savoirs construits : savoirs assertoriques ou propositionnels

La nature du savoir construit dépend essentiellement de la manière dont les enseignants conçoivent les démarches scientifiques, la construction de savoirs scientifiques et la gestion des échanges en classe au cours des moments de travail des problèmes et d'interprétation des pratiques expérimentales. Dans notre recherche, et au regard des séquences étudiées, leurs conceptions reviennent donc, en acte, « *au filtrage de la « bonne » réponse, soit un rabat sur le « vrai » des solutions* » (Orange Ravachol, 2010b, in Orange Ravachol, 2016, p.70), qui débouche sur un savoir assertorique (les solutions

des problèmes). Les enseignants s'emploient à rendre vrai l'assertorique (rendre vrai les solutions des problèmes). A l'inverse d'une situation de problématisation où « *la divergence est conçue comme obligatoire, c'est la convergence qui semble être la préoccupation forte de l'enseignant dans une situation ordinaire* » (Orange Ravachol, 2016, p.76) qui éradique le plus vite possible les moments de divergence au service des solutions des problèmes (Ibidem, p.76).

La construction de ces savoirs limités aux solutions des problèmes s'accompagne d'une réduction des moments de discussions et de controverses en classe, considérés comme moments favorables à la mise en place de problématisation. Les cours dialogués menés dans les classes semblent donc représenter la forme la plus compatible avec les objectifs des enseignants. En fait, la gestion des interactions de cette manière conduit à transmettre un contenu de savoir à mémoriser et à évaluer par la suite. Les enseignants définissent un but d'apprentissage en amont qu'ils mettent en relation avec les réponses attendues des élèves pour valider des savoirs solutions. Nous avons remarqué que les cours dialogués repérés dans la plupart des situations observées se caractérisent généralement par la monopolisation de la parole par les enseignants et des interventions très longues de ceux-ci, et par la dominance des questions fermées et la faible place accordée aux questions ouvertes. Le rythme rapide de ce genre d'interactions (question/réponses) ne donne pas aux élèves la possibilité de répondre et de s'exprimer librement.

Dans la plupart des cas étudiés, la trace écrite mémorisable est préalablement élaborée par les enseignants, qui se contentent de la présenter toute prête aux élèves pour la recopier. Cela se voit bien dans les séquences portant sur la nutrition des plantes et les séquences portant sur le tri des déchets où les enseignants projettent la trace écrite au TBI. Notons que cette phase a impliqué les élèves dans les séquences portant sur l'électricité et les mélanges. Les deux enseignants veillent à la participation de la classe dans l'élaboration du texte final de savoir, où les élèves sont amenés collectivement à récapituler les résultats de l'étude des problèmes en jeu au tableau. Nous présentons dans le tableau suivant la nature des savoirs construits lors des séquences de classe étudiées :

Problèmes	Participation des élèves à l'élaboration de la trace écrite	Trace des expériences dans le texte de savoir final	Lien au problème travaillé en classe	Nature du savoir construit
Comment allumer une ampoule avec une pile ?	Oui	Oui	Oui	Assertorique
Comment séparer le sel de l'eau salée ? Comment nettoyer l'eau salie par la terre ?	Oui	Oui	Oui	Assertorique
De quoi ont-elles besoin les plantes pour se développer ?	Non	Non	Non	Propositionnel
Quelles sont les conditions de développement des plantes ?	Non	Non	Non	Propositionnel
Pourquoi mettre des vers de terre dans nos déchets ?	Non	Oui	Oui	Assertorique
Comment trier facilement les déchets ?	Non	Non	Non	Assertorique

Tableau 58. Type de savoirs construits dans les cas étudiés

D'après nos analyses, en termes de construction de savoirs, nous avons repéré deux tendances chez les six enseignants de notre étude :

1- réduire le savoir scientifique aux solutions des problèmes. Ce trajet rapide qui va du problème à la solution implique moins l'élève dans la construction du savoir et se traduit par la construction d'un savoir assertorique.

2- la construction d'un texte de savoir de nature propositionnelle qui expose des énoncés scientifiques dont certains sont non logiquement connectés (Astolfi, 2005).

Après avoir montré l'approche qu'ont les enseignants de la mise en œuvre et de l'exploitation des pratiques expérimentales dans des différents champs scientifiques, nous passons dans le point suivant à cerner les difficultés et les contraintes communes auxquelles ont été confrontés les enseignants de notre recherche dans la mise en place des investigations expérimentales à l'école élémentaire.

9. Difficultés rencontrées par les enseignants dans la mise en place et l'exploitation des pratiques expérimentales

La mise en place d'une investigation expérimentale place les enseignants face à de nombreuses difficultés. Plusieurs facteurs jouent sur leur fonctionnement dans l'exploitation des pratiques expérimentales en classe. Les enseignants combinent des contraintes multiples, dont celle des programmes d'enseignement chargés n'est pas la moindre. D'après l'analyse des entretiens menés avec les enseignants, nous avons réussi à préciser certaines difficultés communes auxquelles ont été confrontés les enseignants lors de la mobilisation de l'expérimentation et des expériences en classe de sciences. D'autres difficultés ont été repérées lors de l'analyse des pratiques de classe.

9.1. Difficultés liées à la complexité d'interprétation des résultats expérimentaux

Même si les enseignants interviewés ont souligné l'importance des expériences dans l'enseignement des sciences à l'école, leurs pratiques de classe ont mis à jour des difficultés à conduire celles-ci. Ces difficultés sont liées notamment à la complexité des expériences mises en place et à la capacité d'interprétation des résultats obtenus par les élèves à ce stade d'enseignement.

Nous avons constaté lors de nos analyses que bien que les élèves soient motivés lors de la mise en œuvre des pratiques expérimentales, dans la plupart des cas, ils ont des difficultés à appréhender leur investigation dans son ensemble. L'analyse des situations d'enseignement réalisées nous a permis de constater un net décalage entre l'activité dans sa dimension cognitive (interpréter un résultat expérimental dans la construction d'un concept, expliquer un phénomène scientifique) et l'activité perçue par les élèves dans sa dimension pratique (réussir à mettre en place une expérience ou une manipulation). Les élèves n'articulent pas forcément ces deux dimensions de l'activité expérimentale. Lorsqu'ils font leurs premiers pas dans l'apprentissage des sciences, ils ne sont pas forcément en mesure d'expliquer ou d'interpréter scientifiquement les résultats des pratiques expérimentales mises en place. Dans notre recherche, la classe se focalise sur l'activité expérimentale dans sa dimension pratique en laissant dans l'ombre la dimension cognitive qui joue un rôle crucial dans l'explication des phénomènes scientifiques. Pour illustrer, nous évoquons l'exemple des difficultés qui surgissent lorsque les élèves tentent d'expliquer le résultat de l'expérience de séparation des plastiques opaques et transparents, où intervient la notion de densité dans toute sa complexité. Dans de telles situations, les enseignants se trouvent contraints d'imposer

des explications des concepts ou des phénomènes et de guider et de diriger les élèves pour donner du sens aux expériences réalisées et comprendre le but de l'investigation entreprise.

De manière assez générale dans notre étude, la phase d'interprétation des résultats des faits expérimentaux nous a fait repérer des difficultés relatives au passage de la dimension matérielle de l'expérience à la dimension scientifique : « *On peut considérer que les élèves sortent ainsi involontairement de l'activité scientifique scolaire pour rentrer dans une activité de caractère « ordinaire » (activité domestique par exemple) où la manipulation d'objets répond à une finalité utilitaire* » (Bisault & Berzin, 2009, p.91). De ce fait, l'activité matérielle n'est plus un moyen mais une finalité en soi. Pour qu'elle soit significative pour les élèves, l'enjeu est de les faire dépasser l'action matérielle et manipulatoire de l'expérience, et que son interprétation suscite un questionnement sur le monde qui les entoure. L'élève doit être questionné, non pas qu'il active pour s'activer, mais qu'il soit en prise avec un problème et confronté à la recherche d'explications : « *si on veut que les enfants jouent aux scientifiques, il est souhaitable qu'ils sachent les imiter non seulement dans les processus d'expérimentation de routine, mais surtout dans la capacité d'invention et d'imagination, la richesse cognitive qui leur permet d'enquêter sur le monde de manière expérimentale* » (Arca, 1999, p.218).

Par ailleurs, le choix de l'expérience elle-même est un élément crucial qui peut influencer la menée de la démarche scientifique en entier. Notre analyse nous a permis de constater que l'exploitation d'un résultat expérimental dépend aussi du domaine scientifique en jeu et de la nature du problème. Dans ce sens, nous avons dégagé une forme de spécificité disciplinaire liée à la nature des expériences mises en place. Ainsi nous pouvons caractériser les expériences mises selon les champs disciplinaires en jeu :

- En électricité par exemple, il s'agit d'un dispositif expérimental bien contrôlé qui donne des résultats instantanés, ce qui permet de maintenir le lien problème/expérience.
- Dans le problème portant sur la séparation du sel de l'eau salée, bien que l'étude de ce problème ait permis à la classe de mener l'investigation expérimentale proposée et de mettre à l'épreuve les hypothèses émises par les élèves, selon l'enseignante, l'interprétation du résultat de l'expérience de l'évaporation n'est pas à la portée intellectuelle des élèves.

- Quant aux SVT, vu la spécificité d'expérimenter sur le vivant, il peut y avoir des imprévus dans les résultats attendus, par exemple des graines qui ne germent pas à une

température ordinaire. Aussi, les expériences menées requièrent un temps long pour aboutir à des résultats, ce décalage temporel peut jouer sur le maintien du lien expérience / problème et du coup sur le degré de la directivité des pratiques par les enseignants.

- Pour l'étude de cas portant sur le rôle des vers de terre dans le compostage des déchets, vu la complexité de la mise en place de ce type d'expériences en classe, l'enseignante a exploité des photos avec des résultats des expériences parce qu'elles illustrent le processus de la décomposition des déchets organiques par les vers de terre. Vu que ce processus est complexe à comprendre par des élèves de l'école élémentaire, l'interprétation des expériences est cantonnée à l'observation des résultats (disparition des feuilles d'arbre).

- Pour les études de cas portant sur le tri des déchets, les deux enseignants ont soulevé la question de la complexité des expériences mobilisant les notions scientifiques (le magnétisme et la densité) en lien avec le niveau cognitif des élèves « 72. P. Ben l'année prochaine [...] je referai une expérience qui est plus quand même à leur portée parce que c'est vrai que les propriétés c'est un peu compliqué en fait magnétisme densité je pense que c'est difficile de situer les capacités des élèves [...] ».

9.2. Difficultés liées aux conditions matérielles de la mise en place des expériences dans les classes de l'école élémentaire

Bien qu'ils valorisent l'expérimentation comme pratique motivante des élèves qui favorise leurs apprentissages, les enseignants de l'école élémentaire ne sont pas toujours en mesure de mettre en place toutes les pratiques expérimentales prévues à cause des difficultés liées au manque du matériel expérimental. D'après les six enseignants interrogés, les classes des écoles élémentaires ne disposent pas de matériel dédié aux expérimentations en sciences. Il revient à eux souvent de se débrouiller pour procurer le matériel nécessaire. Cette difficulté demeure une contrainte majeure à l'école élémentaire et qui a été déjà soulevée par Coquidé (2003) où des entretiens sont menés auprès des professeurs des écoles débutants, entretiens qui ont permis de montrer que ces derniers rencontrent des difficultés dans la conduite d'activités expérimentales en classe liées notamment au problème du manque des conditions matérielles nécessaires à la mise en place de ces pratiques : « *Il y a plein de choses qu'on a vues à l'IUFM, mais qui me semblent difficilement réalisables en classe. J'avais travaillé sur le sel, avec l'évaporation de l'eau, le sel de mer... Il y avait plein de choses à faire,*

mais je ne sais pas comment mettre en œuvre dans la classe » ; « Pour les engrenages, il n'y a rien..., pour l'électricité, il n'y a rien..., et tout est comme ça ! » (Ibidem, p. 3).

Dans nos études de cas, des expériences sont mises de côté à cause du manque du matériel expérimental. Nous donnons l'exemple de l'expérience de l'ébullition de l'eau salée où l'enseignante a éliminé la proposition des élèves d'utilisation d'une plaque chauffante pour une question de manque de matériel et de sécurité. Parfois les enseignants se trouvent contraints de faire des choix d'expérimentations qui peuvent influencer la conduite de la démarche scientifique mise en œuvre.

Le tableau suivant donne à voir les déclarations des enseignants en entretien par rapport à la disponibilité du matériel expérimental nécessaire à la mise en place des pratiques expérimentales envisagées dans les différentes études de cas :

Déclarations des enseignants sur le manque de matériel expérimental à l'école	
Prof A (électricité)	« 24. P. [...] On a pas trop mal de tout ce qui est piles fils ampoules, par contre après ça devient un peu difficile quand on doit commencer à travailler des petits moteurs les petits interrupteurs ou ces choses comme ça [...] ».
Prof B (mélanges)	« 54. P. E1. Non on ne peut pas toujours trouver du matériel, si on demande à l'avance parce que après il faut contacter l'école, être sûr de récupérer la malle. En général, il faut toujours se débrouiller en fait ».
Prof C (nutrition des plantes)	« 24.P. Oui il y a le problème de matériel, après souvent les enfants peuvent ramener, puis on peut pas vraiment tout expérimenter là ça dépend de ça dépend de ce dont on a besoin comme matériel ».
Prof D (nutrition des plantes)	« 58.P. E1. Pour le matériel, je l'ai acheté tout simplement j'ai acheté les graines j'ai acheté le coton l'eau ça va c'est l'eau du robinet et après j'ai des petites boîtes en plastique qui m'ont été données ».
Prof E (tri des déchets)	« 30. P. [...] en général dans toutes les séances il y a pas des expériences qu'on peut faire mais il y a toujours le problème du matériel, on n'a pas de banque ici on n'a pas de ressources particulières à l'école, il faut en primaire en maternelle qu'on fabrique son matériel sur la plupart de temps ».
Prof F (tri des déchets)	« 52. P. E2 [...] j'ai découpé les bouteilles c'était que des affaires que j'avais à ma portée chez moi les aimants pareil j'avais quelques aimants chez moi, c'est vraiment du matériel personnel à chaque fois. Pour les expériences comme j'ai vous dit dans les classes y'a pas grand-chose, du coup c'est vraiment on récupère de chez soi ».

Tableau 59. Déclarations des enseignants interviewés sur le manque du matériel expérimental en classe de sciences

9.3. Difficultés liées à la maîtrise des connaissances scientifiques par les enseignants

Etant non spécialistes en sciences, les enseignants que nous avons suivis, comme ils l'ont déclaré, n'ont bénéficié d'aucune formation liée à l'épistémologie de leur

discipline. Ils ont suivi des formations pluridisciplinaires qui n'ont pas forcément d'affinité pour toutes les matières enseignées. Parfois, les connaissances scientifiques des enseignants dans un domaine scientifique s'avèrent limitées. Ils enseignent des thématiques scientifiques qu'ils ne connaissent que d'une manière générale à travers leurs propres connaissances préalables acquises lors de leur parcours scolaire, ou en ayant recours aux programmes ou en se référant aux ressources pédagogiques (Retz par exemple) ou en effectuant des recherches en ligne (sites Internet).

Parfois les explications scientifiques données par les enseignants en classe met en lumière l'écart entre leur raisonnement et celui des scientifiques. Cet écart marqué entre le savoir scientifique admis par la communauté scientifique et les connaissances des enseignants est observé à plusieurs occasions dans notre corpus. En revenant sur nos résultats d'analyse des cas étudiés et des entretiens, ceux-ci montrent que les enseignants ont parfois des connaissances insuffisantes par rapport à la compréhension et à la maîtrise des concepts ou des processus scientifiques en jeu. Nous donnons des exemples évoqués auparavant : confondre les conditions de germination d'une graine et les besoins nutritifs d'une plante verte, la confusion entre température et chaleur, le concept de la densité. Nous pouvons dire que ce genre de difficultés lié à la maîtrise des connaissances scientifiques en question peut rendre plus difficile la mise en œuvre de la démarche d'investigation par les enseignants. Cela affirme l'importance de penser à organiser des formations aux enseignants de l'école élémentaire sur les domaines et les thématiques scientifiques programmés pour l'enseignement des sciences en classe.

9.4. Difficultés liées aux contraintes institutionnelles

Les contraintes institutionnelles incluent les contraintes liées aux programmes et aux exigences du respect du temps scolaire. Le calendrier des programmes scolaires contraint l'enseignant tout au long de l'année. Dans ce contexte, il se pose la question de la préoccupation centrale des enseignants qui est de gérer le temps pour s'assurer de finir les programmes. Ceux-ci font en sorte que les élèves s'approprient des connaissances scientifiques pour répondre aux critères de l'évaluation des acquis prédéterminés par les programmes. Le temps consacré à l'enseignement des sciences à l'école est influencé par le découpage de l'emploi du temps et la répartition des séances. Les enseignants sont limités par ces contraintes, qui influencent d'une manière ou d'une autre la mise en œuvre des expériences dans le cadre scolaire. Ils se trouvent parfois devant des expériences qui requièrent un investissement temporel important. Ainsi, les

enseignants se trouvent obligés de restreindre le nombre de manipulations et d'expériences qui censées servir dans le travail des problèmes en jeu. Dans d'autres cas, ils se contentent d'interpréter des photos d'expériences déjà prêtes (exemple des photos des expériences de compostage des déchets par les vers de terre projetées au TBI).

Ce problème de gestion de temps apparaît souvent prégnant, et il est soulevé par tous les enseignants interviewés qui ont exprimé le sentiment de manque du temps dans la conduite des séquences en sciences. En plus de cette contrainte, la mise en place des expériences à l'école élémentaire peut prendre un temps long, qui n'est pas celui de la classe. Les enseignants ne sont pas souvent conscients du temps nécessaire pour réaliser les expériences, notamment ceux qui ont eu en charge l'enseignement des sciences pour la première fois. Nous avons constaté dans nos études de cas que les enseignants s'efforcent pour mieux gérer ces contraintes temporelles, qui influence particulièrement la phase la plus importante de la démarche, celle de l'interprétation des résultats des expériences. Puisque cette phase arrive en dernier de la démarche, les enseignants se trouvent contraints de la raccourcir et de ne pas trop approfondir dans l'exploitation des pratiques expérimentales dans la construction des savoirs.

Nous avons pu mettre en évidence que différentes difficultés et contraintes interfèrent dans la pratique des enseignants lors de la mise en œuvre des investigations expérimentales. Il faut néanmoins constater que ces difficultés n'ont tout de même pas empêché l'ensemble des enseignants de conduire leur démarche et à aboutir à la résolution des problèmes posés.

Conclusion

L'enseignement fondé sur l'investigation expérimentale dans les instructions officielles actuelles est conçu dans un cadre qui doit permettre de reproduire quelques pratiques des scientifiques et de promouvoir l'esprit créatif et le raisonnement chez les élèves. D'après nos études de cas, il apparaît que cet enseignement est encore pensé en tant que support permettant de transmettre un résultat de la science. Lorsque des pratiques expérimentales sont envisagées dans les classes, cela ne dépasse pas une initiation à l'expérimentation. Les critères de réussite habituels à l'école (réussite de la démarche, réussite de l'expérience, validation de la seule hypothèse) correspondent aux attentes des enseignants qui font tout pour que « ça marche ». De ce fait, l'expérimentation est encore loin d'être pensée au sein d'une démarche de découverte et d'investigation.

Celle-ci s'empare à une suite d'actions à suivre et à effectuer par les élèves pour satisfaire la demande des enseignants. Les élèves se trouvent engagés dans des pratiques expérimentales ou manipulatoires en collectant des données empiriques sans forcément comprendre le but de leur investigation.

Le rapport des enseignants au « vrai » dans la construction de savoirs scientifiques est fort prédominant. Les expériences mises en place sont conçues par les enseignants observés selon une logique de validation/réfutation. Alors que la fonction de l'expérimentation selon une logique de problématisation ne peut se réduire à la réfutation d'hypothèses, elle gagnerait à être exploitée dans la construction de savoirs tenus par des raisons. Avec cela, nous avons identifié quelques moments propices à la production d'explications (séquence portant sur les mélanges) et à une ouverture vers la construction de raisons contraignant les savoirs (séquence portant sur l'électricité). Bien que courts, ces moments nous permettent de dire que l'expérience peut avoir le statut d'« expérience problématisante », c'est-à-dire qu'elle peut contribuer à la construction des raisons pesant sur solutions des problèmes en jeu.

Au terme de notre recherche et compte tenu des résultats obtenus dans nos études de cas, nous essayons dans une conclusion générale de mettre en valeur les principaux apports de nos travaux, leurs limites et les perspectives à envisager pour les poursuivre.

Conclusion générale

Cette recherche avait pour objectif d'étudier les fonctions des pratiques expérimentales dans la construction de savoirs scientifiques à l'école élémentaire. Pour cela, nous avons conduit sept études de cas de séquences de classe « ordinaires » (Mercier, 2008) conduites par plusieurs enseignants et enseignantes n'ayant pas la même ancienneté dans l'enseignement. Nous avons basé notre analyse sur des pratiques enseignantes en situations de classe mobilisant des expériences et portant sur des domaines scientifiques différents (sciences physiques, SVT, EDD). Nous avons essayé tout d'abord de mettre en lumière ce qui organise les choix des enseignants dans le contexte de la classe, de caractériser leurs rapports à l'expérimentation dans une démarche déclarée fondée sur l'investigation et de préciser la logique qu'ils entretiennent au cours de la construction de savoirs. Quels éléments de bilan pouvons-nous mettre en valeur au terme de cette recherche ? Quels sont les apports de nos études de cas ? Quelles sont les limites de notre travail de recherche et quelles perspectives permet-il d'envisager ? Nous essayons de répondre à ces questions de façon globale et synthétique.

1. Apports de notre recherche

Nous avons commencé notre recherche par nous demander sur comment les enseignants mettent en place une démarche d'investigation à caractère expérimental, quelles fonctions ils attribuent aux expérimentations et pour quelle construction de savoirs. Bien que les domaines scientifiques considérés ne soient pas les mêmes, et avec les réserves dues au fait que les problèmes traités sont sensiblement différents, force est de constater que l'exploitation des pratiques expérimentales par les enseignants en jeu est faite majoritairement selon une logique de validation/réfutation. Ceci d'autant plus, qu'ils ne connaissent par le cadre de l'apprentissage par problématisation dans lequel nous nous sommes positionnés.

Nos analyses nous ont permis de montrer que les expériences mises en œuvre sont mobilisées d'une manière assez comparable, manière qui se limite à décrire des activités pratiques ou manipulatoires nommées « expérimentations », ou à l'utilisation des expériences pour « prouver » une solution attendue ou à illustrer une notion scientifique (exemple de la notion de densité). Ce constat nous a amenés à nous interroger sur les

difficultés rencontrées par les enseignants dans de telles démarches et qui peuvent influencer leurs pratiques. Nous sommes arrivés, au bout de ces analyses, à établir qu'une partie des difficultés rencontrées par les enseignants dans la mise en place et l'exploitation des expériences dans la construction de savoirs scientifiques est fortement liée à leurs conceptions sur l'enseignement des sciences à l'école et sur les démarches scientifiques, leur orientation vers de l'empirisme et leur valorisation de la dimension pratique des expériences. Ces conceptions semblent influencer étroitement sur leurs choix.

Tenant compte des anciennes recherches sur la conduite d'une démarche d'investigation (Boilevin, 2013 ; Coquidé et *al.*, 2009 ; Calmettes, 2009, 2010 ; Molvinger, 2017 ; Matheron & Calmettes, 2015), notre recherche nous permis de pointer des difficultés rencontrées par les enseignants dans la mise en œuvre de celle-ci et dans l'exploitation de l'expérimentation dans la construction de savoirs scientifiques. La fonction de l'expérimentation dans la classe ne dépend pas seulement du fonctionnement des enseignants, mais aussi de la complexité du savoir en jeu, de la complexité des expériences elles-mêmes et aussi de la spécificité disciplinaire des contenus enseignés. Ces difficultés sont partagées par l'ensemble des enseignants interviewés, qui les surmontent par la mise en place de « *cours dialogués* » et par des pratiques de guidage et de canalisation de la démarche et de transmission de savoirs. D'où un rabat des enseignants avers des pratiques traditionnelles, qui conduisent la plupart du temps à la construction des savoirs assertoriques ou propositionnels.

Cependant, l'exploitation de l'expérimentation a contribué à l'apparition de quelques moments non intentionnels d'ouverture vers une forme de construction d'un savoir raisonné. Ce constat nous permet de dire que l'expérimentation peut constituer « une aide à la problématisation » des savoirs dans le sens où elle contribue à la production d'explications quelque peu argumentés répondant aux problèmes, et dépassant la logique de réfutation / validation à laquelle de nombreux enseignants semblent recourir. Suite à la précision des apports de notre recherche, nous allons maintenant passer à expliciter les limites et les perspectives de notre étude.

2. Limites et perspectives de notre recherche

Concernant les limites de cette recherche, la principale limite de notre travail réside pour nous dans le fait que nous n'avons pas pu observer plusieurs séquences portant sur

la même thématique, et avec des enseignants différents et à un même niveau d'enseignement. Une étude comparative, nous semble-t-il, serait d'une grande utilité dans la compréhension du statut accordé aux expériences dans différentes situations de classe. Ces limites ne remettent pas en question les résultats de cette recherche. L'étude des séquences portant sur une diversité de contenus disciplinaires a permis d'enrichir notre étude et a apporté malgré tout, des éléments de réponses à nos questionnements de recherche. Mais nous voyons aussi que ce travail sur le rôle des expériences dans la construction de savoirs scientifiques à l'école élémentaire mérite d'être prolongé. De plus, il ouvre sur d'autres perspectives.

La question de la formation des enseignants de l'école élémentaire se pose en effet à ce niveau. Il faut penser à remédier au déficit de formation épistémologique et didactique des enseignants. Une formation qui devrait leur faire maîtriser les domaines scientifiques qu'ils enseignent et se familiariser avec de nouvelles méthodes d'enseignement et en particulier adapter leurs pratiques avec l'esprit d'une démarche d'investigation. Ainsi que leur permettre de développer de nouvelles compétences liées à la gestion et à la mise en œuvre d'une investigation expérimentale, de façon à les rendre davantage capables d'une prise de recul par rapport à leurs pratiques. Il y a là un véritable travail de transposition didactique de la démarche expérimentale à effectuer, au même titre que la transposition des contenus enseignés.

Pour que les enseignants puissent initier les élèves à certains aspects de la démarche scientifique et instaurer chez eux de véritables attitudes scientifiques, comme les instructions officielles y invitent, il paraît intéressant de mener un enseignement qui exploite un travail d'expérimentation dans un cadre suscitant la créativité, l'exploration des explications et la construction des savoirs tenus par des raisons. Pour cela, les élèves gagneraient à être confrontés à des situations d'investigations qui les amènent à des différents résultats qui peuvent être soumis à la controverse et à la discussion. D'où la nécessité de recourir à des modes de questionnement susceptibles de les engager dans la conception et l'exploitation des pratiques expérimentales dans l'explication des phénomènes scientifiques. On saisit ainsi l'intérêt de créer un climat d'apprentissage qui encourage les élèves à poser des questions et à prendre la parole en favorisant les moments d'interactions où ils s'impliquent dans la construction de savoirs problématisés grâce aux argumentations et aux controverses.

De ce fait, les pratiques expérimentales peuvent être pensées comme un contexte favorable au développement des capacités intellectuelles, à la créativité et à l'esprit

scientifique (concevoir des expériences, émettre une diversité d'hypothèses, mettre à l'épreuve, discuter, raisonner, concevoir d'autres voies d'investigation, organiser des données d'observation et d'expérimentation, articuler un résultat concret d'expérience avec sa représentation et son interprétation scientifique, etc.). Afin de favoriser l'explication des faits scientifiques du monde qui les entoure, l'enseignant est invité à créer un contexte didactique adéquat pour inciter les élèves à s'interroger sur des phénomènes scientifiques et envisager des nouvelles investigations. De plus, il est important d'organiser et de préparer un milieu scolaire propice à l'expérimentation et à la manipulation.

Cette recherche reste exploratoire et les données recueillies sont encore limitées pour permettre une généralisation. Notre étude s'inscrit dans le cadre de l'apprentissage par problématisation en sciences. Nous avons pu montrer la présence de courts moments d'ouverture vers une problématisation lors d'échanges menés autour de l'exploitation de pratiques expérimentales dans la construction des savoirs. Dans le but de comprendre comment les enseignants peuvent intégrer des expériences problématisantes dans l'enseignement des sciences à l'école, il nous apparaît intéressant de prolonger notre recherche en essayant d'investir ce résultat dans la préparation de séquences forcées (Orange, 2010) sur des problèmes articulant pratiques expérimentales et langagières.

En outre, nos résultats d'analyse soulèvent d'autres questions didactiques qui ne sont pas nouvelles mais qui peuvent être davantage explorées. Il se pose la question de l'insertion disciplinaire des contenus par rapport à l'expérimentation. Dans ce contexte, nous avons dégagé une forme de spécificité disciplinaire liée aux fonctions des expériences : est-ce que le contenu disciplinaire de l'expérience peut impacter sa fonction dans la démarche ? Quel est l'objectif didactique de l'expérimentation ?

Nous donnons l'exemple -parmi les cas étudiés- des expériences mobilisées dans le cadre de l'étude des problèmes d'EDD mais avec des tensions potentielles avec des contenus qui sont autres (sciences physiques ou SVT). Ces problèmes complexes flous sont porteurs d'incertitude (Fabre et *al.*, 2014). Vu la spécificité de la construction des problèmes consacrées aux questions d'EDD et mobilisant des savoirs scientifiques, nous nous interrogeons sur les outils en didactique de sciences pouvant être utilisés pour étudier ce type de problèmes. C'est une piste de réflexion que nous souhaitons explorer dans de prochaines recherches.

Bibliographie

- Arca, M. (1999). La représentation scientifique de la réalité : expérience et expérimentation à l'école primaire. *Aster* n°28. INRP.
- Astolfi, J.-P., Giordan, A., Gohau, G., Host, V., Martinand, J., Rumelhard, G., Zadounaïsky, G. (1978). *Quelle éducation scientifique pour quelle société ?* Paris : P.U.F.
- Astolfi, J.-P., Cauzinille-Marneche, E., Giordan, A., Henriques-Christofides, A., Mathieu, J., Weil-Barais, A. (1984). *Expérimenter, sur les chemins de l'explication scientifique*, Privat.
- Astolfi J.-P., Develay M. (1989). *La didactique des sciences*. PUF.
- Astolfi, J.-P., Peterfalvi, B., & Vérin, A. (1991). *Compétences méthodologiques en sciences expérimentales*. Paris : INRP.
- Astolfi, J.-P. (1992). *L'École pour apprendre*. Paris : ESF.
- Astolfi, J.-P., Darot, E., Ginsburger-Vogel, Y., & Toussaint, J. (1997). *Mots-clés de la didactique des sciences*. Bruxelles : De Boeck Université.
- Astolfi J.P., Petirfalvi B., Verin A., (1998). *Comment les enfants apprennent les sciences ? Clés pour renouveler l'enseignement scientifique*, Paris, Retz.
- Astolfi, J.-P (2001). *Construire le savoir scientifique par l'expérimentation ?* Editions Retz (2001).
- Astolfi, J.-P. (2002). L'œil, la main, la tête. *Les Cahiers pédagogiques* n° 409, p. 18.
- Astolfi, J.-P. (2005). Problèmes scientifiques et pratiques de formation. In Maulini, O. & Montandon, C., Eds (2005). *Les formes de l'éducation. Variété et variations*. Bruxelles : De Boeck.
- Astolfi, J.-P. (2008). *La saveur des savoirs. Disciplines et plaisir d'apprendre*. Issy-les-Mouli-neaux : ESF Éditeur.
- Bachelard G. (1938). *La formation de l'esprit scientifique. Contribution à une psychanalyse de la connaissance objective*. Paris : Vrin.
- Bachelard, G. (1949). *Le rationalisme appliqué*, Paris : PUF.
- Bar, V., & Galili, I. (1994). Stages of children's views about evaporation. *International Journal of Science Education*, 16, 157-174.
- Barroudi, A. (2018). *Les fonctions des expériences dans la construction de savoirs scientifiques*, mémoire de Master DEA, université de Lille.

- Barthes, A., Alpe, Y. (2013). Le curriculum caché du développement durable. *Penser l'éducation*, Laboratoire CIVIIC, 20, pp.101-121.
- Bernard, C. (1865). *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale*. Rééd. 1984. Paris : Flammarion.
- Bernard C. (1952). *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale*. Paris : Flammarion.
- Berthou, G. (1996). « L'enseignement des sciences expérimentales dans le système éducatif primaire français : aspects historiques de ses fondations ». *Tréma*, 9-10, pp. 81-94.
- Berthou, G. (1999). *Quand et comment a été pensé l'enseignement des sciences expérimentales ?* Grand N.
- Beuve, F. (2017). *Problématisation, investigations et apprentissages dans les sciences de la vie. : Etude didactico-pédagogique des conditions de possibilité pour des investigations empiriques problématisantes, dans deux domaines biologiques : nutrition et reproduction végétales*. Thèse de doctorat. Normandie Université.
- Bisault, J. (2008). Interactions verbales, investigation expérimentale et conceptualisation en sciences à l'école primaire. *Carrefours de l'éducation*, 25, 17-31.
- Bisault, J. (2009). « Les activités langagières des chercheurs : une référence pour les activités de classe », In Schneeberger, P., Vérin, A. (dir.). *Développer des pratiques d'oral et d'écrit en sciences. Quels enjeux pour les apprentissages à l'école*, pp. 29-36, INRP.
- Bisault, J., Berzin, C. (2009) « Analyse didactique de l'activité effective des élèves en sciences à l'école primaire », *Éducation et didactique*, vol 3 - n°2.
- Blanchet, A., Gotman, A. (2010). *L'entretien : L'enquête et ses méthodes*. Paris, Armand Colin ; Nathan (1992, 1ère version).
- Boilevin, J. M. (2013) *Rénovation de l'enseignement des sciences physiques et formation des enseignants. Regards didactiques*. Bruxelles : de Boeck.
- Bomchil, S., Darley, B. (1998). L'enseignement des sciences expérimentales est-il vraiment inductiviste ? *Aster*, n°26.
- Bouveresse, R. (1986), *Karl Popper, ou le rationalisme critique*, Paris : J. Vrin, 199 pages.
- Calmettes, B. (2009). Démarche d'investigation en physique. Des textes officiels aux pratiques en classe. In: *Spirale. Revue de recherches en éducation*, n°43. Documents

officiels et travail enseignant, sous la direction de Isabelle Delcambre-Derville et Guy Legrand. pp. 139-148.

- Calmettes, B. (2010). *Démarches d'investigation dans l'enseignement des sciences et pragmatisme*, Nov 2010, France. <halshs-00551259>
- Calmettes, B ; Boilevin J-M (2014), « Le modèle « investigation-structuration » et l'actualité des tensions autour des constructivismes » – *RDST* 9 (103-128).
- Calmettes, B. et Matheron, Y. (2015). Édito. Les démarches d'investigation : utopie, mythe ou réalité ? Les démarches d'investigation et leurs déclinaisons en mathématiques, physique, sciences de la vie et de la Terre. *Recherches en Éducation*, 21, 3-12.
- Cañal de León, P. (1992). Quel enseignement sur la nutrition des plantes en éducation "de base" ? Proposition didactique. *Aster*, n°15. Lumières sur les végétaux verts. pp. 7-32.
- Canguilhem, G. (1955). *La formation du concept de réflexe au XVIIe et au XVIIIe siècle*, Paris : Vrin.
- Canguilhem, G. (1977/1981). *Idéologie et rationalité dans l'histoire des sciences de la vie : nouvelles études d'histoire et de philosophie des sciences*, Vrin.
- Canguilhem, G. (1988). *Idéologie et rationalité dans l'histoire des sciences de la vie*. Paris: Vrin.
- Cantor, M. (1996). Les pratiques d'activités scientifiques : une enquête auprès d'instituteurs. In *La formation initiale des professeurs des écoles en sciences et technologie, Actes des journées d'étude*. Documents et travaux de recherche en éducation (pp. 56-60). Paris : INRP.
- Cauzinille-Marmèche, E., Mathieu, J., Weil-Barais, A. (1983). *Les savants en herbe*. Berne : Peter Lang. Charron. D, Charron. J, Robin. J-P (2005). *Education à l'environnement, la pédagogie revisitée*. CRDP de l'Académie de Grenoble, Dijon: série Innovation.
- Cariou, J.-Y. (2007). *Faire vivre des démarches expérimentales*. Paris : Delagrave.
- Cariou, J.-Y. (2011). Histoire des démarches en sciences et épistémologie scolaire. *Recherches en didactique des sciences et des techniques*, *RDST*, 3. URL : <http://rdst.revues.org/386>
- Cariou, J-Y. (2015). « Le statut épistémologique de l'expérience dans les nouvelles approches préconisées pour l'enseignement des sciences », *RDST*, 12 | 2015, 59-85.

- Chalmeau, R., Julien, M., Léna, J. (2016). « Les valeurs dans les représentations de l'éducation au développement durable chez des étudiants et des professeurs des écoles », *RDST*, 14 | 2016. URL: <http://journals.openedition.org/rdst/1442>
- Chalmers, A. (1987), *Qu'est-ce que la science ? Récents développements en philosophie des sciences : Popper, Kuhn, Lakatos, Feyerabend*, Ed. La Découverte, Paris.
- Chalak, H. (2011). *Conditions didactiques et difficultés de construction de savoirs problématisés en sciences de la Terre : étude de la mise en texte des savoirs et des pratiques enseignantes dans des séquences ordinaires et forcées concernant le magmatisme (collège et lycée)*. Thèse de doctorat. Université de Nantes.
- Charpak, G. (1996). *La main à la pâte, les sciences à l'école primaire*. Paris: Flammarion.
- Charron, D., Charron, J. & Robin, J-P. (2005). *Éducation à l'environnement : la pédagogie revisitée*. Dijon: Canopé – CRDP de Grenoble.
- Chevallard, Yves. (1985). *La transposition didactique. Du savoir savant au savoir enseigné*, Grenoble, La pensée sauvage.
- Clément P. (1998). *La biologie et sa didactique, dix ans de recherche*. Aster, n° 27, pp. 57-89.
- Coquidé, M. (1998). Les pratiques expérimentales : propos d'enseignants et conceptions officielles, *Aster* n°26, pp.109-132.
- Coquidé, M. (2000a). *Le rapport expérimental au vivant*. Mémoire d'Habilitation à diriger des recherches, université Paris-sud-Orsay, Orsay.
- Coquidé, M (2000b). « Le rapport expérimental au vivant dans la formation des enseignants », *Tréma*, 18 | 2000. URL: <http://journals.openedition.org/trema/1593>
- Coquidé, M. (2003). *Face à l'expérimental scolaire. Education, formation : nouvelles questions, nouveaux métiers* (Dir. J.P. Astolfi), ESF, pp. 153-180, 2003, Pédagogies recherche.
- Coquidé, M., Flageul, R. (1999). « Conceptions d'étudiants professeurs des écoles sur l'expérimentation et obstacles corrélatifs à sa mise en œuvre à l'école élémentaire », *Aster*, n° 28, pp. 33-56.
- Coquidé, M., Bourgeois,-Victor, P. & Desbeaux-Salviat, B. (1999). Résistance du réel dans les pratiques expérimentales. *Aster*, n°27, pp. 57-77.
- Coquidé, M., Fortion, C., Rumelhard, H. (2009). « L'investigation : fondements et démarches, intérêts et limites », *Aster*, n° 49, pp. 49-76.

- Darley, B. (1994). *L'enseignement de la démarche scientifique dans les travaux pratiques de biologie, analyses et propositions*. Thèse de doctorat. Université Grenoble 1.
- Darwin, C. (1881). *The Formation of Vegetable Mould through the Action of Worms, with Observations on their Habits*, Londres, Murray.
- Dawkins, K. R., Dickerson, D. L., McKinney, S. E., & Butler, S. (2008). Teaching Density to Middle School Students: Preservice Science Teachers' Content Knowledge and Pedagogical Practices. *The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas*, 82(1), 21-26.
- Delbos, G. & Jorion, P. (1990). *La transmission des savoirs*, Paris : Éd. De la Maison des sciences de l'Homme.
- De Matos, L. & Fonteneau, A. (2021). *Le 7ème continent : un monstre de plastique*. TV5 Monde (24 mars 2018, Mise à jour 24. décembre 2021). Disponible sur : <https://information.tv5monde.com/info/le-7eme-continent-un-monstre-de-plastique-1863>
- Develay, M. (1989). Sur la démarche expérimentale. *Aster*, n°8.
- De Vecchi G. (2006). *Enseigner l'expérimental en classe pour une véritable éducation scientifique*, Paris, Hachette éducation.
- Doussot, S., Hersant, M., Lhoste, Y. & Orange Ravachol, D. (dir.) (2022). *Le cadre de l'apprentissage par problématisation. Apports aux recherches en didactique*. Rennes: PUR.
- Ducancel, G. (1980). Rôle de la communication orale et écrite des élèves dans les activités d'éveil scientifiques à l'école élémentaire. *Repères*, n° 58, pp. 2-5.
- Einstein A. & Infeld L. (1983). *L'évolution des idées en physique. Des premiers concepts aux théories de la relativité et des quanta* 571. Paris: Flammarion.
- Fabre, M., Orange, C. (1997). « Construction des problèmes et franchissements d'obstacles », *Aster*, n°24, pp. 37-57, INRP.
- Fabre M. (2007). Des savoirs scolaires sans problèmes et sans enjeux. La faute à qui ? *Revue Française de Pédagogie*, n°161, pp. 69-78.
- Fabre, M. (2009). *Philosophie et pédagogie du problème*, Paris : Jean Vrin.
- Fabre, M. (2017). *Qu'est-ce que problématiser ?* Paris : Vrin.
- Fabre, M., Weil-Barais, A., Xypas, C. (2014). *Les problèmes complexes flous en éducation : Enjeux et limites pour l'enseignement artistique et scientifique*. Bruxelles: De Boeck, 2014, 176 p.

- Fourneaux, J., Hersant, M., Orange Ravachol, D. (2006). « Pile et ampoule » au CP : à quelles conditions fait-on des sciences ? Grand N, *Revue de mathématiques, de sciences et technologie pour les maîtres de l'enseignement primaire*, 2007, 78, pp.99-113.
- Galiana, D. (1999). Les pratiques expérimentales dans les manuels scolaires des lycées *Aster*, n°28.
- Giordan, A. (1976). *Rien ne sert de courir, il faut partir à point*. Thèse, 1976 (Paris V et Paris VII).
- Giordan, A. (1978). *Une pédagogie des sciences expérimentales*, Centurion.
- Giordan, A. (sous la direction). (1987). *Histoire de la biologie*, 2 tomes, Paris, Lavoisier.
- Giordan, A. (1990). *Intérêt des recherches en didactique de la biologie*. LDES. Université de Genève.
- Giordan, A. (1999). *Une didactique pour les sciences expérimentales*. Belin.
- Giordan, A., Souchon, C. (2008). *Une éducation pour l'environnement vers un développement durable*. Lieu maison édition : Editions Delagrave.
- Gobert, J., Lhoste, Y. (2011). Démarches d'investigation et problématisation en classe de SVT : Quelle mise en œuvre par des enseignants débutants ? *Deuxième édition des journées d'étude S-TEAM, 10 au 12 mai 2011, Grenoble*.
- Hébrard, J. (1997). Histoire de l'enseignement des sciences à l'école primaire, in *La main à la pâte*. Paris: Flammarion, 1996, p. 115-137.
- Host, V. (1976). "La nutrition des végétaux". In *Activités d'éveil scientifiques. IV. Initiation biologique*. Coll. Recherches Pédagogiques. Paris. INRP.
- Jacob, F. (1981). *Le jeu des possibles*, Fayard, Paris.
- Jaubert, M. & Rebière, M. (2000). « Observer l'activité langagière des élèves en sciences », *Aster*, n°33, pp.173-195.
- Jaubert, M. (2007). *Langage et construction de connaissances à l'école*, Pessac : Presses universitaires de Bordeaux.
- Javoy, S., Decroix, A.-A., de Hosson, C. (2018). Les conceptions des élèves qui pourraient faire obstacle à l'apprentissage de la densité en cycle 3. *10e rencontres de L'ARDIST*, Saint-Malo, France. hal-02198014
- Johsua, S. (1989). Le rapport à l'expérimental dans la physique de l'enseignement secondaire. *Aster*, n°8, pp. 29-54.
- Kahn, P. (2000). « L'enseignement des sciences, de Ferry à L'éveil. », *Aster*, n°31.

- Kerzil, J. (2009). Constructivisme. Dans : Jean-Pierre Boutinet éd., *L'ABC de la VAE* (pp. 112-113). Toulouse : Érès. <https://doi.org/10.3917/eres.bouti.2009.01.0112>
- Koliopoulos, D., Tantaros, S., Papandreou, M., & Ravanis, K. (2004). Preschool children's ideas about floating: a qualitative approach. *Journal of Science Education*, 5(1), 21-24.
- Kuhn, T.S. (1983). *La structure des révolutions scientifiques*, Paris, Flammarion, « champs », (1962).
- Lange, J.-M. (2014). Curriculum possible de l'Éducation au Développement Durable : entre actions de participation et investigations multiréférentielles d'enjeux. *Éducation relative à l'environnement* [En ligne], Volume 11 | 2014, 19 p.
- Lange J-M. (2016). Des dispositions des personnes aux compétences favorables à un développement durable : place et rôle de l'éducation. In Diemert, A. & Marquat, C. *Education au développement durable Enjeux et controverses*. De Boeck éditions, 21 p.
- Latour, B., Woolgar, S. (1988). *La vie de laboratoire, la production des faits scientifiques*, Paris : Éd. La Découverte.
- Levy-Leblond, J.-M. (1996). *La Pierre de touche. La science à l'épreuve*, Paris : Gallimard.
- Laval, A. (1985). Chaleur, température, changements d'état. *Aster*, n°1, pp.115-132.
- Lhoste Y. (2008). Problématisation & Apprentissage en SVT. L'analyse épistémologique de l'activité scientifique pour comprendre ce qui se joue dans le cours de SVT. In Y. Lhoste. *Problématisation & apprentissage en sciences de la vie et de la Terre*. Document interne (GFA), IUFM de l'université de Caen Basse-Normandie, Caen, pp. 9-12.
- Lhoste, Y. (2006). La construction du concept de circulation sanguine dans un débat scientifique en classe de 3ème : problématisation, argumentation et conceptualisation. *Aster*, n°42, pp.79-108.
- Lhoste, Y., Peterfalvi, B., Decussy, C. (2010). Expérience de la problématisation et obstacles chez des élèves de sixième. Recyclage de la matière organique dans le sol. Dans M. Fabre, A. Dias de Carvalho & Y. Lhoste (Eds.). *Expérience et problématisation en éducation. Aspects philosophiques, sociologiques et didactiques*, p. 157-180. E.
- Linn, M.C., Davis, E., Bell, P. (Eds.). (2004), *Internet environments for science education*, Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum associates.

- Marchal-Gaillard, V. (2021). *Etude de l'acculturation scientifique d'enfants de maternelle pour une éducation à l'environnement et au développement durable : conceptions d'enfants de cinq ans sur le cycle de la matière organique, et modalités de transmission lors de pratiques familiales de compostage*. Thèse de doctorat en Sciences de l'éducation. Université de Bretagne occidentale, 420 p.
- Martinand, J.-L. (1986). *Connaître et transformer la matière. Des objectifs pour l'initiation aux sciences et techniques*. Berne, Francfort-s. Main, New York : Peter Lang.
- Martinand, J.-L. (2000). *Rapport au savoir et modélisation en sciences*. In A. Chabchoub (dir.), *Rapports aux savoirs et apprentissage des sciences. Actes du 5e colloque international de didactique et d'épistémologie des sciences, tome 1*, Tunis, 2000, pp. 123-135.
- Martinand, J.L. (2001). Pratiques de référence et problématique de la référence curriculaire. In A. Terrisse (Éd.), *Didactique des disciplines, Les références au savoir* (pp. 17-24). Bruxelles: De Boeck Université.
- Martinez, M., Chamboredon, M. (2011). Approche anthropologique de la construction d'identités citoyennes: Le développement durable comme QSV en formation d'adultes. Dans : Alain Legardez éd., *Développement durable et autres questions d'actualité: Questions socialement vives dans l'enseignement et la formation* (pp.89-112). Dijon cedex: Éducagri éditions. <https://doi-org.ressources-electroniques.univ-lille.fr/10.3917/edagri.legar.2011.01.0089>
- Mathé, S., Méheut, M., de Hosson, C. (2008) « Démarches d'investigation au collège : quels enjeux ? » – *Didaskalia*, n° 32, pp.41-76.
- 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. Education. Université Toulouse le Mirail - Toulouse II; Université de Genève, 2019.
- Mercier, A. (2008). Pour une lecture anthropologique du programme didactique. *Education et didactique*, n°2(1), pp.7-40.
- Milliet, J. (2015). Le lombricomposteur d'appartement, les déchets et la terre urbaine. *Revue d'ethnoécologie*, 19 p.
- Molvinger, K. (2017). La mise en œuvre d'une démarche d'investigation à l'école élémentaire : Une étude de cas. *Spirale - Revue de recherches en éducation*, pp.49-78.

- Nadeau, R. (1999). *Vocabulaire technique et analytique de l'épistémologie*. Paris P.U.F.
- Mugny, G., Doise, w., Perret-Clermond, A-N. (1975), Social interaction and the development of cognitive operations, *European Journal of Social Psychology*, pp.367-383.
- Orange, C. (1997). *Problèmes et modélisation en biologie ; quels apprentissages pour le lycée ?* Paris : Presses universitaires françaises (coll. l'Éducateur).
- Orange, C., Beorchia, F., Ducrocq, P., Orange Ravachol, D. (1999). "Réal de terrain", "Réal de laboratoire" et construction de problèmes en sciences de la vie et de la terre. In : *Aster, recherches en didactique des sciences expérimentales*, n°28, pp.107-129.
- Orange, C. (2000). *Idées et raisons : construction de problèmes, débats et apprentissages scientifiques en Sciences de la vie et de la Terre*, mémoire de recherche pour l'H.D.R. université de Nantes.
- Orange, C., Fourneau, J-C., Bourbigot, J-P. (2001). « Ecrits de travail, débats scientifiques et problématisation à l'école élémentaire », *Aster*, n°33, pp.111-133.
- Orange C. (2002a). L'expérimentation n'est pas la science. *Cahiers Pédagogiques*, n°409, pp. 19-20.
- Orange, C. (2002b). Apprentissages scientifiques et problématisation, *Les Sciences de l'éducation, pour l'ère nouvelle*. vol. 35, n°1, pp. 25-42.
- Orange, C. (2003a). « Débat scientifique dans la classe, problématisation et argumentation : le cas d'un débat sur la nutrition au cours moyen », *Aster*, n°37, pp. 83-107.
- Orange C. (2003b). Apprentissages scientifiques, activités langagières et problématisation ». In M. Jaubert, M. Rebière & J.-P. Bernié. *Actes du colloque Construction des connaissances et langage dans les disciplines d'enseignement*, Bordeaux, 3, 4 & 5 avril 2003 (actes sur cédérom).
- Orange C. (2003c). Investigations empiriques, constructions de problèmes et savoirs scientifiques in Larcher (coord.). *La pratique expérimentale dans la classe*. Paris, INRP (26 pages).
- Orange, C. (2005). « Problématisation et conceptualisation en sciences et dans les apprentissages scientifiques », *Les Sciences de l'éducation, Pour l'ère nouvelle*, n°38, 3, pp. 69-93.

- Orange, C. (2006). « Problématisation, savoirs et apprentissages en sciences ». In Fabre, M., Vellas, E. (2006). *Situations de formation et problématisation, Perspectives et éducation et formation*, pp. 75-90.
- Orange, C. (2010). « Situations forcées, recherches didactiques et développement du métier d'enseignant », *Recherches en Education*, HS N°2, pp. 73-85. Disponible sur : <http://www.recherches-en-education.net/IMG/pdf/REE-HS-no2.pdf>, consulté le 28/08/2024.
- Orange, C. (2012). *Enseigner les sciences : problèmes, débats et savoirs scientifiques en classe*. Bruxelles: De Boeck.
- Orange, C., Orange Ravachol, D. (2007). Problématisation et mise en textes des savoirs scolaires : le cas d'une séquence sur les mouvements corporels au cycle 3 de l'école élémentaire. *Actes des 5èmes rencontres scientifiques de l'ARDIST*. La grande Motte, octobre 2007, pp.305-312.
- Orange Ravachol, D. (2010a). *Communisation personnelle (Expérience, expérimentation et démarche d'investigation)*.
- Orange Ravachol, D. (2010b). Efforts de problématisation et choix en situation : cas d'enseignants expérimentés et moins expérimentés. Quelle place pour la problématisation ? In M. Fabre, Dias de Carvalho & Y. Lhoste, Eds (2010). *Expérience de problématisation en éducation, Aspects philosophiques, sociologiques et didactiques*. Porto: Edições Afrontamento. pp.135-155.
- Orange Ravachol, D. (2010c). *Problématisation fonctionnaliste et historique dans la construction de savoirs et les apprentissages en sciences de la terre et de la vie. Entre continuité phénoménale et discontinuité événementielle*. Mémoire d'Habilitation à diriger des recherches. Nantes: Université de Nantes.
- Orange Ravachol, D. (2011). « Apprentissage et médiation enseignante en sciences et en information-documentation. », *MEDIADOC FADBEN*, n°7.
- Orange Ravachol, D. (2016). Comment étudier les espaces d'investigation explorés par les élèves en SVT ? les méthodes mises en œuvre pour deux séquences contrastées. Dans C.-A. Cora, M.-P. Chopin, & D. Orange (2016). *Questionner l'espace, les méthodes de recherche en didactique*. Villeneuve d'Ascq: Presse Universitaire du Septentrion, pp. 66-77.
- Orlandi, É. (1991). Conceptions des enseignants sur la démarche expérimentale. Analyse de quelques cas à propos de digestion en classe de troisième. *Aster*, n°13, Respirer, digérer : assimilent-ils ? pp. 111-132.

- Plé, E (1997). Transformation de la matière à l'école élémentaire : des dispositifs flexibles pour franchir les obstacles. In: *Aster*, n°24, 1997. Obstacles: travail didactique. pp. 203-229.
- Philippot, V. (2011). *Approche ethnologique de la pratique du compostage collectif citoyen. Les vertus citoyennes à l'épreuve de l'enquête*. Mémoire de Master, Muséum National d'Histoire Naturelle et AgroParisTech, 107 p.
- Piaget, J. (1964). Le développement mental de l'enfant. In J. Piaget (dir.), *Six études de psychologie génétique* (pp. 9-86). Paris: Denoël/Gonthier (1re éd. 1947).
- Paik, S. (2015). Exploring the role of a discrepant event in changing the conceptions of evaporation and boiling in elementary school students. *Chemical Education Research and Practice*, 16, pp. 670-679.
- Pietryk, G., Martin, P.-E., Malleus, P. (2006). *L'enseignement de la physique et de la chimie au collège*. France : ministère de l'Education nationale, rapport n° 2006-091 de l'inspection générale.
- Popper, K. (1981). *La quête inachevée (Q)*, trad. franç. R. Bouveresse, Calmann-Lévy (1981); Paris, Presses Pocket.
- Popper K. (1991). *La connaissance objective*. Paris : Aubier.
- Popper, K. (1973). *Logique de la découverte scientifique*, Payot, Paris.
- Popper, K. (1985). *Conjectures et réfutations*. Paris : Payot.
- Postic, M., De Ketele, J.M. (1988). *Observer les situations éducatives*. Paris : Puf.
- Ravanis, K. (1994). « The Discovery of Elementary Magnetic Properties in Pre-School Age. A Qualitative and Quantitative Research within a Piagetian Framework. » *European Early Childhood Education Research Journal*, 2, 2, pp.79-91.
- Ravanis, K. (1996). Stratégies d'interventions didactiques pour l'initiation des enfants de l'école maternelle en sciences physiques. *Spirale*, n°17, pp.161-176.
- Reboul, O. (1992). *Les valeurs de l'éducation*. Paris : PUF.
- Reuter, Y., Cohen-Azria, C., Daunay, B., Delcambre, I., Lahanier-Reuter, D. (2013). *Dictionnaire des concepts fondamentaux des didactiques*. Louvain-la-Neuve, Belgique: De Boeck Supérieur. doi:10.3917/dbu.reute.2013.01.
- Rumelhard, G. (1985). "Quelques représentations à propos de la photosynthèse". *Aster*, n°1, pp. 37-66.
- Schneeberger & P., Rodriguez, R. (1999). Des lycéens face à une investigation à caractère expérimental en première S. *Aster*, n°28, pp.79-106.

- Simpson, M., Arnold, B. (1982). "The inappropriate use of subsumers in biology learning". *European Journal of Science Education*, 4 (2), pp. 173-183.
- Smith, C., Snir J. & Grosslight, L. (1992) « Using conceptual models to facilitate conceptual change: the case of weight-density differentiation » – *Cognition and Instruction*, 9, 3, pp. 221-283.
- Smith, C., Maclin, D., Grosslight, L. & Davis H. (1997) « Teaching for understanding : A study of students' preinstruction theories of matter and a comparison of the effectiveness of two approaches to teaching about matter and density» – *Cognition and Instruction*, 15, 3, pp. 317-393.
- Stavy, R. (1990). Children's conception of changes in the state of matter : From liquid (or solid) to gas. *Journal of Research in Science Teaching*. 27(3), pp. 247-266. <https://doi.org/10.1002/tea.3660270308>
- Sutton, C. (1995). « Quelques repères sur l'écriture de la science : une vue personnelle d'outre-manche », *Repères*, n°12, pp. 37-52.
- Tiberghien, A., Malkouni, L., Buty, C., Souassy, N., Mortimer, E. (2007). Analyse des savoirs en jeu en classe de physique à différentes échelles de temps. In G. Sensevy & A. Mercier (éd.), *Agir ensemble. L'action didactique conjointe du professeur et des élèves*, Rennes : Presses universitaires de Rennes, pp. 93-122.
- Tytler, R. (2000). A comparison of Year 1 and Year 6 students' conceptions of evaporation and condensation: dimensions of conceptual progression. *International Journal of Science Education*, 22(5), pp. 447–467.
- Tytler, R., & Peterson, S. (2001). Deconstructing learning in science: Young children's responses to a classroom sequence on evaporation. *Research in Science Education*, 30(4), pp.339–355.
- Vérin, A. (1988). « Apprendre à écrire pour apprendre les sciences », *Aster*, n°6, pp.15-46.
- Vérin, A. (1995). « Mettre par écrit des idées pour les faire évoluer en sciences », *Repères*, n°12, pp. 21-23.
- Veyrunes, P., & Saury, J. (2009). Stabilité et auto-organisation de l'activité collective en classe : exemple d'un cours dialogué à l'école primaire. *Revue française de pédagogie*, n° 169, pp.67-76.
- Veyrunes, P. (2017). *La classe : hier, aujourd'hui et demain ?* Presses universitaires du Midi, université Toulouse.

- Wandersee, J.H. (1983). "Students' misconceptions about photosynthesis: a crossage study". In H. Helm, J. Novak (Eds), *Proceedings of the International Seminar of Misconceptions in Science and Mathematics*. Ithaca, N.Y. Cornell University Press.

Programmes et textes officiels:

- Article L.541-1-1 du Code de l'environnement. Disponible sur : [<https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000006834444/2009-02-10/>](https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000006834444/2009-02-10/)
- Circulaire N°2007-077 Du 29-3-2007. Disponible sur : [<https://www.education.gouv.fr/bo/2007/14/MENE0700821C.htm>](https://www.education.gouv.fr/bo/2007/14/MENE0700821C.htm)
- Circulaire n° 2019-121 du 27-8-2019. Disponible sur : [<https://www.education.gouv.fr/bo/19/Hebdo31/MENE1924799C.htm?cid_bo=144377>](https://www.education.gouv.fr/bo/19/Hebdo31/MENE1924799C.htm?cid_bo=144377)
- Circulaire du 25 /04/2007. Disponible sur : [<https://aida.ineris.fr/reglementation/circulaire-250407-relative-plans-gestion-dechets-menagers>](https://aida.ineris.fr/reglementation/circulaire-250407-relative-plans-gestion-dechets-menagers)
- Ministère de l'Education Nationale (2000). Le plan de rénovation de l'enseignement des sciences et de la technologie à l'école, B.O.E.N., N° 23, 15 juin 2000. Disponible : [<http://www.Éducation.gouv.fr/bo/2000/23/ensel.htm>](http://www.Éducation.gouv.fr/bo/2000/23/ensel.htm)
- Ministère de l'Education Nationale (2002). Programmes d'enseignement de l'école primaire. BO hors-série, n° 1 du 14 février 2002. Disponible sur : [<http://www.Éducation.gouv.fr/bo/2002/hs1/default.htm>](http://www.Éducation.gouv.fr/bo/2002/hs1/default.htm)
- Ministère de l'Education Nationale (2004). BO, n° 28 du 15 juillet 2004. Disponible sur : [<https://www.education.gouv.fr/bo/2004/28/MENE0400752C.htm >](https://www.education.gouv.fr/bo/2004/28/MENE0400752C.htm)
- Ministère de l'Education Nationale (2008). Programmes d'enseignement de l'école primaire. BO, hors-série, n° 3 du 19 juin 2008. Disponible sur Internet : [<https://www.education.gouv.fr/bo/2008/hs3/default.htm>](https://www.education.gouv.fr/bo/2008/hs3/default.htm)
- Ministère de l'Education Nationale (2011). Circulaire n° 2011-186 du 24-10-2011. BO, n° 41 du 10 novembre 2011. Disponible sur Internet : [<https://www.education.gouv.fr/bo/11/Hebdo41/MENE1128575C.htm>](https://www.education.gouv.fr/bo/11/Hebdo41/MENE1128575C.htm)
- Ministère de l'Education Nationale (2015). Programmes d'enseignement de l'école primaire. BO spécial, n° 11 du 26 novembre 2015. Disponible sur Internet :

<<https://www.education.gouv.fr/au-bo-special-du-26-novembre-2015-programmes-d-enseignement-de-l-ecole-elementaire-et-du-college-3737>>

- Ministère de l'Education Nationale (2020). Programmes d'enseignement de l'école primaire. BO, n° 31 du 30 juillet 2020. Disponible sur Internet : <<https://www.education.gouv.fr/au-bo-du-30-juillet-2020-programmes-d-enseignement-pour-le-primaire-et-le-secondaire-305398> >
- Ministère de l'Education Nationale (2020). Circulaire du 24-9-2020. BO, n°36 du 24 septembre 2020. Disponible sur Internet : <<https://www.education.gouv.fr/bo/20/Hebdo36/MENE2025449C.htm> >
- Documents d'accompagnement des programmes « Enseigner les sciences à l'école – cycle 3 ». Disponible sur : <https://eduscol.education.fr/87/j-enseigne-au-cycle-3>
- Séquence d'activités « notre corps est en mouvement ». Disponible sur : <<https://fondation-lamap.org/sequence-d-activites/notre-corps-en-mouvement>>
- Site de la main à la pâte : <<http://www.lamap.fr/>>
- M.E.N., Fiche connaissance, 23 – Electricité, 2002.
- M.E.N., Fiche connaissance 1 – Etats de la matière et changements d'état, 2002.
- M.E.N. Fiche connaissance, 2 – Mélanges et solutions, 2002.
- Ressources numériques de l'édition Retz de 2016.

Annexes

Annexe 1. Guide de l'entretien semi-directif mené avec les enseignants (recueil de données de 2017/ 2018).	356
Annexe 2. Guide de l'entretien semi-directif (pré-séquence) mené avec les enseignants (recueil de données de 2022)	357
Annexe 3. Guide de l'entretien semi-directif (post-séquence) mené avec les enseignants (recueil de données de 2022).	359
Annexe 4. Transcription de la séquence 1 (séances 1 et 2) portant sur le problème d'allumage d'une ampoule avec une pile.....	361
Annexe 5. Schémas des montages électriques (pile et ampoule plate) réalisés par les élèves.....	383
Annexe 6. Schémas des montages électriques (pile et ampoule ronde) réalisés par les élèves.....	387
Annexe 7. Transcription de l'entretien semi-directif mené avec l'enseignant A en fin de séquence.....	390
Annexe 8. Transcription de la séance portant sur le problème de « Comment avoir l'eau salée ? »	397
Annexe 9. Transcription des séances (1 et 2) portant sur le problème de séparation du sel de l'eau salée.	404
Annexe 10. Productions de groupe des élèves concernant la proposition des expériences de séparation du sel de l'eau salée.	416
Annexe 11. Productions individuelles des élèves concernant la mise en place d'un protocole expérimental permettant de séparer le sel de l'eau.	418
Annexe 12. Transcription des échanges concernant le suivi de l'expérience d'évaporation de l'eau salée.....	425
Annexe 13. Productions individuelles des élèves concernant l'observation du mélange eau et sel au bout de 6 semaines.	431
Annexe 14. Transcription de la séance portant sur le problème de la solubilité des solides dans l'eau.	436

Annexe 15. Productions individuelles des élèves concernant le protocole expérimental mis en place pour distinguer les solides solubles et insolubles dans l'eau.	442
Annexe 16. Transcription des séances (1 et 2) portant sur le problème de nettoyage de l'eau salie par la terre.....	447
Annexe 17. Productions individuelles des élèves concernant l'émission des hypothèses à propos du nettoyage de l'eau salie par la terre.	459
Annexe 18. Productions individuelles des élèves concernant les résultats de filtration de l'eau salie par la terre.	466
Annexe 19. Transcription de l'entretien semi-directif (pré-séquence) mené avec l'enseignante B.....	472
Annexe 20. Transcription de l'entretien semi-directif (post-séquence) mené avec l'enseignante B.....	478
Annexe 21. Transcription de la séquence 3 (séances 1, 2 et 3) traitant le problème des besoins des plantes vertes pour se développer.	485
Annexe 22. Schémas des expériences de semis réalisés par les élèves.	509
Annexe 23. Transcription de l'entretien semi-directif mené avec l'enseignante C...	514
Annexe 24. Transcription de la séquence 4 (séance 1 et 2) portant sur les conditions de développement des plantes.	517
Annexe 25. Document distribué aux élèves (séquence 4).	536
Annexe 26. Transcription de l'entretien semi-directif (pré-séquence) mené avec l'enseignante D.	538
Annexe 27. Transcription de l'entretien semi-directif (post-séquence) mené avec l'enseignante D.	544
Annexe 28. Transcription de la séquence 5 (séance 1 et 2) portant sur le problème du rôle des vers de terre dans le compostage des déchets.....	551
Annexe 29. Fiche activité distribuée aux élèves (séquence 5).....	564
Annexe 30. Evaluation des acquis des élèves sur la nutrition des plantes et le rôle des vers de terre dans le compostage des déchets.	566
Annexe 31. Transcription de la séquence 6 (séance 1 et 2) portant sur le problème de tri des déchets (recueil du 2017/2018).	567

Annexe 32. Fiche activité distribuée aux élèves (séquence 6).....	587
Annexe 33. Evaluation des acquis des élèves sur le tri des déchets (séquence 6).	588
Annexe 34. Transcription de l’entretien semi-directif mené avec l’enseignant E.	589
Annexe 35. Transcription de la séquence 7 (séance 1 et 2) portant sur le tri des déchets (recueil de 2022).	592
Annexe 36. Document de synthèse distribué aux élèves (séquence 7).	610
Annexe 37. Transcription de l’entretien semi-directif (pré-séquence) avec l’enseignante F.	611
Annexe 38. Transcription de l’entretien semi-directif (post-séquence) mené avec l’enseignante F.	617
Annexe 39. Fiches préparatoires de la séquence du tri des déchets (ressources Retz, 2016).	625

Annexe 1. Guide de l'entretien semi-directif mené avec les enseignants (recueil de données de 2017/ 2018).

Sous thèmes	Questions
La démarche scientifique mise en place	-Dans les nouveaux programmes on entend parler souvent de la démarche d'investigation, c'était ce type de démarche que vous avez voulu faire ici ? -Quelle est la démarche scientifique que vous avez suivi dans cette séquence ? -Quelles sont les étapes que vous avez suivi dans cette démarche ?
La conception de l'enseignant de l'expérience et de la manipulation	-Qu'est-ce que vous appelez expérience ? -Quelle est la différence entre expérience et manipulation ? -Dans cette séquence s'agit-il des manipulations ou des expériences à votre avis ?
Matériel expérimental	-Comment vous avez fait pour obtenir le matériel expérimental que vous avez utilisé dans cette séquence ? -Est-ce que vous avez trouvé des difficultés pour obtenir ce matériel expérimental ?
Lien entre l'expérience et le problème du départ	-Est-ce que l'expérience se fait pour répondre à une question de départ ? -Est-ce que les élèves en exécutant les expériences gardent toujours le problème de départ en tête ou pas forcément ?
Fonction des expériences	-Est-ce que vous pensez que l'expérience amène les élèves à trouver la solution du problème du départ ? -Quelle est la fonction des expériences réalisées ?

Annexe 2. Guide de l'entretien semi-directif (pré-séquence) mené avec les enseignants (recueil de données de 2022)

Sous thèmes	Questions
Présentation à la professeure des buts de l'entretien par Aicha Barroudi	Je prépare une thèse sur les fonctions des expériences dans l'enseignement et les apprentissages en sciences. Je pense que ce n'est pas toujours facile de recourir à des expérimentations et cela m'intéresse de savoir comment les professeurs essaient de les mobiliser en classe, ce qu'ils choisissent comme expérimentations, comment ils font participer les élèves.
Demande de quelques indications sur la professeure	Pouvez-vous me dire quelques mots sur : - Vos formations initiales : quel bac ? Quelles études après le bac ? - Depuis combien d'années enseignez-vous ? A quel(s) niveau(x) d'enseignement avez-vous enseigné ? Depuis combien de temps enseignez-vous dans le niveau actuel ? - Dans votre formation, avez-vous suivi des formations en sciences ? Quand et quoi comme formation ?
Le déroulement de la séquence prévu par l'enseignante	- Vous allez faire une séquence sur - Pourquoi avez-vous choisi ce thème ? - Comment allez-vous l'introduire ? - Que voulez-vous que les élèves sachent à la fin de la séquence ? - En quoi ce thème vous paraît-il difficile ? facile ? - Pouvez-vous me dire comment vous voyez le déroulement de votre séquence ? - Comment voyez-vous l'implication des élèves ? - Quelles difficultés les élèves risquent-ils d'avoir ? Comment les prenez-vous en compte ? - Sur quels documents ou ressources vous appuyez-vous pour préparer la séquence ? A quoi vous servent-ils ? - En quoi les programmes et les circulaires vous inspirent-ils et vous aident-ils ? - Quelles expériences pensez-vous utiliser dans cette séquence ? - D'où vient ce choix des expériences ? Pourquoi avez-vous faire ces choix d'expériences ? A quoi vont-elles servir ? - Y a-t-il d'autres expériences que vous auriez souhaité utiliser ? Pourquoi ne les avez-vous pas retenues ? - Comment avez-vous fait pour avoir du matériel pour ces expériences ? - D'habitude avez-vous des difficultés pour avoir du matériel expérimental ? - Là par rapport au temps de la séance, pensez-vous qu'il va être suffisant pour faire tout ce que vous avez prévu ? comment faites-vous si ce n'est pas le cas ? (Les exigences du temps scolaire) - On distingue parfois expériences et manipulation. Qu'en pensez-vous ? A quoi servent-elles dans la démarche ?

	- Dans la séquence que vous allez faire s'agit-il plutôt d'expérience ou plutôt de manipulation ? Pourquoi ? - Pouvez-vous donner des exemples d'expériences que vous avez mis en place dans des séances de sciences que vous avez faites ? des exemples de manipulations dans des séances de sciences que vous avez faites ? - Aviez-vous déjà fait cette séquence les années précédentes ? Qu'avez-vous changé d'une année sur l'autre ? Pourquoi ?

Annexe 3. Guide de l'entretien semi-directif (post-séquence) mené avec les enseignants (recueil de données de 2022).

Sous thèmes	Questions
Le déroulement de la séquence mise en place	Après avoir présenté la séquence aux élèves : - Est-ce que le déroulement de votre séquence était comme prévu ? - Où avez-vous vu que cela a marché ? Précisez sur quoi vous vous basez pour le dire ? - Où avez-vous vu que cela n'a pas marché comme vous le souhaitiez ? Comment l'expliquez-vous ? - Quelles difficultés avez-vous eues dans la réalisation de cette démarche scientifique que vous avez conduite ? - Finalement, en quoi pouvez-vous dire que ce thème est difficile ? en quoi est-il facile ? - Avez-vous pu atteindre votre objectif prévu pour cette séquence ? Pouvez-vous préciser un peu ce qui a été atteint ? pas atteint ? Qu'avez-vous introduit de nouveau ? - Comment avez-vous trouvé l'implication des élèves ? Pourquoi ? A quels moments avez-vous trouvé qu'ils s'impliquaient bien ? A quoi l'avez-vous repéré ? - A quoi avez-vous vu que les élèves se sont appropriés les savoirs lors de cette séquence ? - Quelles difficultés avez-vous repérées chez les élèves dans cette séquence ? A quoi l'avez-vous vu ? Comment les avez-vous prises en compte ?
Les expérimentations	- Avez-vous pu faire toutes les expériences que vous avez prévu ? pourquoi ? Quelles sont les expériences que vous avez mises de côté ou raccourcies ? Pourquoi ? - Pensez-vous que le choix des expériences réalisées était pertinent pour ce sujet ? si oui pourquoi ? si non, pourquoi ? - Y a-t-il d'autres expériences que vous auriez souhaité utiliser ? Si oui, lesquelles et pourquoi ne les avez-vous pas retenues ? - On fait parfois la distinction entre manipulation et expérience. Qu'en pensez-vous ? Faites-vous cette distinction ? dans ce que vous avez fait dans la séquence peut-on faire cette distinction ? pourquoi ? - Est-ce que vous avez été confrontée à des difficultés dans la mise en place des expériences ? si oui, lesquelles ? - Avez-vous eu des difficultés pour obtenir le matériel expérimental nécessaire à la réalisation des expériences ? Quelles sortes de difficultés ? - En exécutant les expériences, pensez-vous que les élèves gardent toujours le problème de départ en tête ou pas forcément ? Pouvez-vous me dire pourquoi ? - Pensez-vous que les élèves ont bien fait le lien entre l'expérimentation et le thème de la séquence ? ou se contentent-ils à faire des manipulations avec la main ?

	- Pensez-vous que les expériences menées ont bien contribué à répondre à votre question de départ ? Expliquez pourquoi ? - A quoi les expériences ont-elles servi ? quelle fonction attribuez-vous aux expériences ? - Qu'est-ce qu'il vous apparaît difficile à comprendre sur le sujet du tri pour des élèves à cet âge-là (CM1, CM2) ? - Par rapport à la gestion du temps scolaire, avez-vous eu le temps pour faire tout ? Est-ce que vous avez pu faire tout ce que vous avez prévu ? Qu'est-ce qui vous a manqué comme temps ? et pour faire quoi ? - Si c'était à refaire, que modifieriez-vous ? Qu'est-ce que vous envisagez de changer l'année prochaine dans cette séquence ?

Annexe 4. Transcription de la séquence 1 (séances 1 et 2) portant sur le problème d'allumage d'une ampoule avec une pile.

Les codes de la transcription :

Xxx : Inaudible

.. : Silence court

... : Silence long

(...) : Ajout des explicitations du transcripteur (contexte, geste...)

Séance 1

Date d'observation : 16/11/2017

1	Prof	J'ai vous expliqué tout à l'heure ce que l'on va faire aujourd'hui. C'est travailler avec des piles d'accord, avec de l'électricité à la maison on est bien d'accord avec des piles oui avec de l'électricité qui est sur les prises ça serait dangereux. On verra justement les risques par la suite en même temps en sciences justement quand qu'on va étudier le cœur de ce qui se passait justement avec l'électricité, les risques de l'électricité d'accord. Donc on servira également des cahiers d'essai, sur le cahier d'essai vous marquerez vous noterez ce que je vous conseille de plus c'est les crayons en bois comme ça si vous faites des ratures vous pouvez gommer recommencez et si c'est du bic ça va vite utilisable d'accord. Donc, vous on va vous poser à chaque fois des petites questions et ça sera à vous justement d'essayer de trouver la solution parfois en observant parfois en essayant parfois en d'accord, alors là l'élève de service va vous distribuer cette chose qui est quoi ?
2	La classe	Une vis.
3	Prof	Ben vous verrez si c'est une vis ou quoi ? Non vous verrez vous serrerez de je vous demande d'abord de ne parler avec le voisin de l'observer et de bien l'observer.
4	Luciana	Un pour deux.
5	Prof	Une pour deux pour commencer alors attention si ça tombe il y a du verre vous risquez de le casser, donc vous l'observez puis essayez de la représenter sur votre cahier, bien sûr sur le cahier vous la faites pas de la taille réelle vous la grandissez sinon on va rien voir du tout d'accord mettez vos tables comme il faut. (Les élèves chuchotent). Par contre Ilyes tu te mets là parce que toute à l'heure qu'il va falloir être deux Matisse avec Ilyes. Safiyya tu te mets là bon je t'ai demandé de changer de place tout de suite. Observez si vous pouvez chuchoter montrer au voisin ce que vous voyez etc. Mais c'est pas ... (Les élèves chuchotent). Et vous essayez de la schématiser, schématiser c'est-à-dire faire le dessin. (Il passe dans les rangs). (Il parle à Cyriaque et Léa) Vous regardez à deux vous pouvez dire, ben regarde là, moi j'ai vu ça j'ai, c'est toujours facile mais il manque des choses.

		(Il parle à Mathis), c'est à vous de pas répondre ce qui vous appelle. (Il parle à Ilyes et Lohena), alors vous dessinez rien, c'est que vous voyez rien, vas-y dessine qu'est-ce que vous voyez. Les schémas que vous allez faire madame vous donne une feuille blanche. Le but c'est pas de recopier ce que le voisin va faire, c'est de faire, d'accord on a dit on fait plus grand on fait plus grand. J'ai pas demander de faire la même, j'ai demandé de faire ce que l'on voit, vous êtes en train de mesurer j'ai pas dit absolument la même, j'ai demandé de schématiser ce que vous voyez. (Il parle à Khadija), Si vous claquez vous la cassez. Là c'est pareil, c'est normal alors après vous avez le droit de gommer, regarde bien c'est tout ce que tu regardes il faut bien observer, moi j'ai demandé ce que tu vois, est-ce que tu vois la lumière ? dessinez tout ce que vous voyez. Mettez les ampoules comme d'habitude d'accord, sinon elles vont rouler elles vont tomber. Vous avez fini ? Mathéo je suis pas d'accord, j'ai demandé de mettre ce que vous voyez. Alors vous allez poser pour le moment, vous ne reprenez pas vos crayons, toujours la même chose. Ce que Léa va dessiner pas forcément c'est bon, on a le droit de pas être d'accord, alors Léa vas-y tu prends ton petit schéma et puis tu vas dessiner. Alors l'ampoule pour pas qu'elle tombe, comme vous avez fini vous mettez entre votre trousse et votre règle et vous laissez l'ampoule au-dessus comme ça elle va pas tomber, la règle va bloquer sinon elle va sans arrêt tomber. Allez Léa attends si on est pas fini, posez, vas-y. (Léa dessine son schéma sur le tableau). Un petit peu plus gros parce que là on va avoir du mal pour voir, Je vous avais dit si on est pas d'accord on se tait, c'est pas un concours de dessin c'est un schéma d'accord, comme la dernière fois lorsqu'on dessiner le cœur il faut ne pas oublier des choses que vous avez vu laissez pas. Alors tu te décales, vas à ta place, alors est-ce que tout le monde est d'accord ? Est-ce que quelqu'un a quelque chose à rajouter ? Est-ce que quelque chose est-ce que quelque chose ou quelque chose à enlever ? Pourquoi pas rajouter ça ? Peut-être enlever. Matisse il faut que tu te lèves Matisse sinon on va pas comprendre Matisse, passe eu tableau.
6	Mathis	C'est pas comme ça l'intérieur de l'ampoule.
7	Prof	Il me dit c'est pas ça l'intérieur de l'ampoule, c'est comment pour toi l'intérieur de l'ampoule ?
8	Mathis	Ben il y a un petit fil.
9	Prof	Alors est-ce que tu as fait un fil quelque part ? Viens montrer, tu as l'air de dire ben si il y a un fil viens, voilà donc ici ça annote c'est-à-dire on met annoté. Ça veut dire quoi annoter le dessin ? ça veut dire quoi le schéma annoté ? (Silence). Ça s'appelle mettre les mettre les
10	Ilyes	Les détails.
11	Prof	Les détails ça serait sur le schéma, qu'est-ce que je vais mettre ?
12	Cyriaque	Mettre les noms.

13	Prof	Ah mettre les noms, annoter c'est mettre les noms d'accord. Donc hop il a dit qu'il y a un fil, on va écrire fil d'accord. Alors qu'est-ce que tu as vu d'autre ? Est-ce que tout d'abord il y a quelqu'un qui veut rajouter quelque chose ? Safiya.
14	Safiya	Dans...
15	Prof	C'est pareil regarde là-bas, tu viens.
16	Safiya	Ça là il y a à l'intérieur un trou parce que là ici là c'est...
17	Prof	Alors attends montres moi.
18	Safiya	Ici là.
19	Prof	D'accord, donc là c'est une précision dans le dessin il manque quelque chose à rajouter.
20	Safiya	Dessus il y a un numéro.
21	Prof	Alors dessus il y a un petit numéro, oui d'accord toute à l'heure on va voir si c'est le même numéro, on verra toute à l'heure d'accord. Ah j'ai pas noter tout de suite, Ilyes viens montrer, vous avez le droit de réobserver en deux votre ampoule.
22	Ilyes	Ici il y a xxx.
23	Prof	Ah regardez bien vas-y prends la craie vas-y, et ici il y a un xxx, je répète ce qu'il dit.
24	Ilyes	Là il y a xxx.
25	Prof	Voilà ici il y a deux choses, il y a quelque chose de noir, voilà et ici il m'a dit il y a un petit truc d'accord. Ici regardez bien si il manque quelque chose.
26	Aymane	Si.
27	Prof	Vas y viens montrer, parce que sinon de loin on voit pas, alors ben oui c'est ce qu'on appelle un, il sert à quoi d'après vous ? Comment on a la met cette xxx là
28	Mathéo	On la vice.
29		Donc c'est un pas de vice, donc ça il a fait ça, mais c'est vrai qu'il y a des petits trais, mais regardez bien justement sur le pas de vice il y a quelque chose que vous l'avez oublié un petit quelque chose alors.
30	Maissane	Il y a un...
31	Prof	Il faut vient montrer pareil parce que de loin tu vas dire il y a ça et il y a ça, viens montrer voilà.
32	Shana	Ici il y a un petit xxx Qui relie le trais à la xxx.
33	Prof	Très bien et ici vas-y fais un petit truc, regardez bien il y a un petit truc en milieu du métal là ici pour le culot sur l'endroit où on vice, il y a un petit endroit où il y a comme une petite tâche différente.
34	La classe	Oui.
35	Prof	D'accord oui mais ça c'est ce qu'on a dit c'est dedans d'accord, Alors est ce qu'il y a encore des choses à rajouter ? Alors ce qu'on va vas-y parce que il y a des choses ici tu vois pour l'élève qui est là-bas, qu'est-ce que ça veut dire il y a des traits ici où est ce qu'il y a des traits.
36	Melyna	Ici.
37	Prof	Ah il y a une boule, ben moi je pense que c'est ce qui a dessiné ici, ah d'accord la petite boule qui est dedans. Alors il y a des mots à deviner tout le monde a deviné un fil parce que sinon il y a un petit

		fil dedans d'accord, par contre ici il y a cette petite chose ronde, est-ce que quelqu'un voit des gens parler de ça ?
38	Safiya	C'est pour xxx qui circule.
39	Prof	Alors à quoi ça sert ? qu'est-ce que c'est ?
40	La classe	C'est
41	Prof	Là vous allez voir que vous l'avez déjà entendu.
42	La classe	Ampoule.
43	Prof	Alors l'ampoule c'est l'ensemble d'accord, ça il s'appelle un globe.
44	La classe	Ah comme le globe terrestre.
45	Prof	Le globe terrestre, des fois vous changez une ampoule à la maison vous retirez le globe d'accord, vous retirez le globe d'accord.
46	La classe	Oui.
47	Prof	Alors dedans il y a un petit fil, je vous donne le nom parce que le vrai nom c'est filament d'accord, ça s'appelle un petit filament d'accord, ici alors fil ou filament ben filament c'est un fil d'accord. Alors ici là si vous regardez il y a une petite soudure si vous l'observez on est bien d'accord. J'ai vous demandé d'observer et de dessiner ce que vous voyez, le vocabulaire vous connaissez pas forcément d'accord. Alors ici il y a à l'intérieur ça vous fait penser à quel objet les fils des fois, objets rondes quelque chose de rond où il y a un trou on voit souvent chez les filles. J'arrête pas de dire de la placer les ampoules devant la règle.
48	Melyna	Une je sais pas.
49	Prof	Ben une je sais non.
50	La classe	Une roue.
51	Prof	Quelque chose de rond où il y a un xxx souvent les filles j'ai pas dit toutes les filles souvent les filles.
52	Mathis	Un xxx.
53	Prof	Non.
54	Anissa	Une boucle d'oreille.
55	Prof	Non une perle.
56	La classe	Ah ben oui ah oui.
57	Prof	Et oui si vous regardez bien dans le petit globe xxx et ça passe à travers d'accord.
58	La classe	Pour les retenir.
59	Prof	Oui pour les retenir, très bien le rôle c'est ça maintenir à un certain endroit, elle sert à ça cette perle les petits filaments qui anticipent et ben si je regarde par le dessus il y a deux petits trous mais vous verrez c'est tellement petit, mais voilà c'est pour maintenir les filaments les maintenir, pourquoi qu'ils fassent pourquoi ?
60	Cyriaque	Pour que l'électricité va passer.
61	Prof	Ah il y a quelqu'un qui dit c'est pour l'électricité pour éviter qui se touchent d'accord, alors ici ça s'appelle bon hop on a pas mis le mot ça s'appelle le culot.
62	La classe	Le culot (Ils rient).
63	Prof	Il faudra retenir le vocabulaire parce que je vous dirais faites ça à tel endroit ou à tel endroit. Il faudra pas me dire j'ai mis là ou là, il faudra me dire j'ai mis le culot j'ai mis la globe j'ai mis ceci et

		cela d'accord, et ici là c'est un vernis c'est du vernis, on va voir à quoi ça sert par la suite.
64	La classe	Quoi ? le vernis.
65	Prof	Regardez bien ben c'est des rayons d'accord, c'est un vernis on verra à quoi il sert, et après il y a la petite bille qui est en dessous c'est le plot.
66	Léa	Quoi ? le glot.
67	Prof	Le plot un plot un plot comme on le met dans xxx.
68	Léa	Ah oui.
69	Prof	Alors le globe il est en verre, ils sont en général en verre donc c'est pour ça que je vous dis attention de les pas faire tomber le verre se casse d'accord. La perle, Safiya a déjà dit à quoi ça servi les petits fils qui sont dedans ils sont nombre de combien ?
70	Mathéo	Deux.
71	Prof	Deux petits fils trois séparés et pour les maintenir d'accord, en dessous il y a pas de vice d'accord, qu'on appelle le culot avec une petite soudure on verra à quoi sert la petite soudure d'accord. En dessous il y a une petite boule de vernis et en dessous il y a le plot d'accord, il y a le plot regardez en dessous vous voyez qu'il y a le vernis d'accord, et ici il y a le plot d'accord.
72	Lohina	C'est minuscule.
73	Prof	Ah ben c'est pas beau, alors l'élève de service un pour un pour deux là vas-y commence à donner, vous avez le droit de retirer ça, ce qui qu'est ça s'appelle, ça c'est quoi ?
74	La classe	Pile.
75	Prof	Voilà les piles alors même chose vous observez la pile vous me la schématisez, vous observez et vous schématisez. (Il passe dans les rangs), Non commencez pas à tous les monter, j'ai dit observez on a pas dit xxx c'est tout pourquoi t'a tout retiré ?
76	Mathis	C'est à moi.
77	Aymane	Monsieur on fait quoi ?
78	Prof	Tu regardes tu vois qu'est ce qui se passe, on verra on verra ça comment on produit. Vous allez casser les ampoules parce que xxx. J'ai pas demandé d'essayer de faire des trucs et des machins avec la pile et l'ampoule, j'ai demandé d'observer la pile et de faire le schéma. La pile vous pouvez la dessiner sur la même feuille il y a pas de problème. Ils y'en a qui voient plein de choses que d'autres ne voient pas, ils y'en a qui sont contentés de faire des trucs ou ils y'en a qui ont bien regardé et qui ont vu des choses. (Il parle avec Mathis), je disais tu as tout démonté alors attends il y a un truc, je pense que les petites précisions Mathis. (Il parle avec Aymane), regarde la pile regarde tout ce que tu vois sur la pile regarde, Allez il y a des petites précisions il y a des petites précisions où c'est pas assez il y a des petites précisions. (Il parle avec un élève), oui c'est pas mal. Alors on pose, alors on pose Matisse, on attend tout le monde a posé je vois tout le monde a posé. Mathis tu vas au tableau, sur le

		petit tableau tu schématise ce que tu as vu, ça s'appelle des schémas pas des dessins sur le petit tableau sur le petit tableau.
79	Mathis	Petit tableau.
80	Prof	Oui parce que au fond ils vont rien voir, regardez bien parce qu'il y a des détails des choses qui semblent justement des détails.
81	Safiya	Il n'y a pas ça.
82	Prof	Laissez-le.
83	Safiya	D'accord.
84	Prof	(Les élèves chuchotent), écris ce que tu dois écrire si tu l'avais fait trop petit alors même chose que toute à l'heure. (Un élève lève le doigt), attends j'ai pas posé une question, est ce qu'il y a des choses qu'il n'y a pas ou des choses que tu as vu ?
85	Khadija	Il y a là.
86	Prof	La même chose viens là parce que là les autres ne comprendront pas oui vas-y.
87	Khadija	Il y a une jambe.
88	Prof	Alors elle me dit il y a une jambe plus petite que l'autre, on verra ça c'est pas xxx, mais il y a une jambe donc on va..., alors oui laquelle elle est plus grande.
89	Cyriaque	Celle où il y a un moins.
90	Prof	Celle où il y a un moins d'accord, il y en a une petite et une plus grande d'accord. C'est pour ça j'ai dit ne retirez pas les papiers parce ce qui retient le papier il ne le voit plus d'accord, mais ce qui avait pas la papier peut comme même voir qu'il y a une plus grande et une plus petite d'accord.
91	Cyriaque	Oui.
92	Prof	Oui mais il y a ça, alors bien maîtrisez ce que ça veut dire il y a ça.
93	Safiya	Sur le dessus il y a plus et moins.
94	Prof	Alors sur le dessus il y a également, écris plus et moins le plus est la grande barre ou la petite barre.
95	Mathéo	La petite.
96	Prof	Donc que ce soit au-dessus ou que ce soit sur le côté, le plus il y a sur la petite barre le moins la grande barre ou la grande antenne d'accord, ça s'appelle une lamelle, une petite lame ça s'appelle une lamelle d'accord. Il y a un plus il y a un moins alors ça après alors t'as vu quelque chose alors.
97	Lohina	Il y a des chiffres.
98	Prof	Regardez bien ce qu'elle va marquer, regardez tous en dessous vous avez des chiffres regardez.
99	La classe	Ben oui.
100	Prof	Voilà alors ça c'est justement c'est pas important certains l'ont certains l'ont pas si juste des choses de la fabrication, mais c'est bien que tu as au-dessous qu'il avait quelque chose, certains l'ont certains l'ont pas donc ça veut dire que c'est pas obligatoire que ça soit noté sur une pile. Donc on va l'enlever tout le monde a un plus tout le monde a un moins tout le monde a une languette tout le monde a une petite languette d'accord, après il y a quelque chose que tout le monde a ...
101	Ayman	Il y a un ...

102	Prof	Regarde quelle est la grande languette ? dans l'autre sens maintenant.
103	Aymane	Le moins.
104	Prof	Voilà est ce qu'il a un sens ?
105	Aymane	Non.
106	Prof	Ah non par contre justement le moins il est toujours à la grande languette et le plus est toujours à la petite languette d'accord. Voilà le problème que m'a dit xxx, il a tenu comme ça il a dit ben non xxx, voilà et le moins il est toujours là et le plus est toujours là et si je fais ça le plus est toujours là et le moins est toujours là c'est pas ça qui est important l'important l'endroit en même endroit d'accord. Qu'est-ce que tu as vu Safiya ?
107	Safiya	Inaudible.
108	Prof	On t'entend pas.
109	Safiya	Les languettes elles sont plates sur la pile.
110	Prof	Oui alors tu l'as dessiné plates peut-être parce que xxx, mais est-ce que xxx ou pas voilà c'est ce que je suis en train d'expliquer. Des gens qui peut être ont vu des choses qui sont importants, on veut voir ce que tout le monde a vu.
111	Ilyes	Ah je sais.
112	Prof	D'accord xxx des languettes, que c'était une sorte de pavé d'accord sur laquelle il y avait une languette petite qui était plus et une grande languette qui était le moins. Alors je voulais expliquer un petit peu, vous allez retenir et vous allez l'oublier par la suite, vous verrez et on y reparlera. Là c'est écrit 0% de mercure vous m'expliquez après qu'est-ce qu'est c'est que le mercure, hop on va l'enlever parce que tout le monde on l'a pas. C'est écrit 0% d'uranium on va l'enlever parce tout le monde on l'a pas ce sont des métaux d'accord. Mercure est un métal, c'est un métal tout simplement ce sont des métaux on verra par la suite d'accord, et ici la chose qui nous intéresse un petit peu d'accord.
113	Cyriaque	5 volt.
114	Prof	Voilà c'est-à-dire le 5 volt regardez c'est-à-dire 5 volt d'accord.
115	La classe	Oui.
116	Prof	Voilà il y a des petits grosses plus de volt, on verra il y a plus de volt ça veut dire qu'il va les volts, on l'utilise dans quelle en quoi les volts ?
117	La classe	Les élèves chuchotent.
118	Prof	Attends, pourquoi utilise quand est-ce que vous parlez quand xxx des mesures j'ai vous ai parler des volts.
119	La classe	Oui.
120	Prof	Oui c'est pour l'électricité d'accord, c'est la puissance électrique de la pile d'accord. Alors maintenant vous allez allumer votre ampoule avec votre pile et pareil vous faites au dos de la feuille. Ben qu'est ce qui se passe ? non j'ai pas dit de montrer aux autres sinon les autres ils vont copier et pas réfléchir. (Les élèves chuchotent). (Voir les schématisations dans l'annexe 3)
121	Mathis	Monsieur on commence.

122	Prof	Ben justement commencez, Si tu as trouvé tu fais le schéma sinon les autres vont copier ce que tu as fait et ils vont pas réfléchir.
123	Cyriaque	Ah j'ai trouvé.
124	Prof	Ben vous faites le schéma.
125	Ilyes	Monsieur on a trouvé.
126	Prof	Faites le schéma.
127	Mathis	Nous aussi.
128	Prof	Vous faites le schéma.
129	Safiya	C'est trop simple j'ai trouvé.
130	Maissane	Ça marche pas.
131	Prof	Le but c'est pas de xxx.
132	Mathis	Ah ça s'allume.
133	Prof	Matisse j'ai demandé de schématiser et pas de regarder aux autres comment ça s'allume.
134	Anissa	Arrête s'il te plaît.
135	Mathéo	Monsieur c'est comme ça.
136	Prof	Ben à toi de voir, c'est bien de l'allumer après je vous demande de faire le schéma pas un dessin mais un schéma. (Il passe dans les rangs) (Il parle à Léa) lâchez là vous allez la casser. (Il dit à Lohina) Travailler avec des piles d'accord. (Il dit à Mathis élève) Tu fais le schéma. (Il dit à Ilyes) Ça c'est où alors tu es en train de schématiser quelque chose que tu ne vois pas. (Il dit à Aymane) Non regardez pas les voisins sinon. (Il dit à Safiya) N'oubliez pas de faire le schéma. (Il dit à Benoît) Là vous allez la casser (l'ampoule). Là je vois que vous avez oublié l'objectif de votre expérience pour vous amuser avec les piles et les ampoules.
137	Khadija	On doit la poser, ça brûle.
138	Prof	Ça c'est parce que vous le mettez pas correctement, il y a aucun danger vas y montre-moi comment tu l'allumes vas-y, il y a aucun danger et ben elle s'allume pas. Ah ben vas-y essaye, elle s'allume toujours pas, donc vous n'avez pas trouvé le moyen, c'est ton ampoule qui va pas. Ça marche il y a un problème elle s'allume, donc faites le schéma.
139	Khadija	Viens on fait les schémas.
140	Prof	Le schéma maintenant ah alors le schéma le schéma, c'est pas ce que t'as dessiné c'est pas ça.
141	Khadija	Allez, dépêchez.
142	Prof	(Il passe dans les rangs) Regarde ta pile et ton ampoule, regardes et fais ton schéma. N'oubliez pas le schéma. Ton schéma il n'est pas bon. Ils y'en a qui font des schémas et leurs schémas c'est pas ce qu'ils voient.
143	Mathis	Moi c'est bon.
144	Prof	Ils inventent un schéma.
145	Ilyes	J'ai trouvé.
146	Prof	Et ben regardez maintenant comment vous avez mis la pile. Allez on pose on pose maintenant, j'ai fait les schémas de quatre choses

		que j'ai vu. Vous arrêtez les piles et les ampoules c'est tout, voilà marquez c'est ça s'allumer ou c'est ça s'allumer pas d'accord. J'ai noté quatre schémas que j'ai remarqué que vous avez fait en me disant voilà, c'est le schéma des choses qui sont s'allume maintenant on va regarder ensemble d'accord. J'ai pas demandé ce qu'il fallait faire, ma question c'est est-ce que ça s'allume ou pas ? c'est-à-dire est-ce que vous avez observé et bien fait le schéma dont on va parler. Alors j'ai vu ce schéma là ils me disaient ça s'allume ma réponse oui ou non point. Et vous est-ce que pour toi ça s'allume ? ce schéma là il y en a qui dit non, il y en a qui me dit oui ah tu me dis oui non oui non. Ce schéma là et là il me disait ça s'allume, ils y'en a ils me disent non ça s'allume pas.
147	Kylian	Parce que xxx.
148	Prof	Ah là parce que vient après vous resserrez vous verrez oui ou non ça marche. J'ai vu ce schéma là ils y'en a qui me disent ça s'allume ils y'en a qui me disent ça s'allume pas, donc ce montage-là vous allez essayer de le faire vous-même après et me dire oui ou non, est-ce que ça s'allume ? J'ai vu ce schéma-là, ils y'en a qui me disent ça s'allume et ils y'en a qui me disent ça s'allume pas. Donc vous verrez vous allez faire le montage, ça s'allume j'ai vu ce schéma là ils y'en a qui me disent ça s'allume et ils y'en a qui me disent ça s'allume pas. J'ai vous demandé là maintenant, je vais les appeler 1 2 3 4 d'accord, vous vous n'avez pas refaire les schémas vous allez simplement écrire 1 2 3 4 sur vos feuilles oui si s'allume non si s'allume pas. Je vous demande pas de refaire le schéma à chaque fois d'accord les schémas, 1 vous essayez si s'allume là vous mettez oui si ça s'allume pas en face de 1 vous mettez non, 2 si s'allume mettez oui si s'allume pas vous mettez non d'accord. (Les élèves chuchotent et l'enseignant passe dans les rangs pour orienter les élèves) Les languettes on tord pas les languettes, il doit soulever ou se baisser c'est tout si vous les tordez, vous les casser et la pile ne fonctionnera plus d'accord. Non arrêtez de dire, alors moi qui m'intéresse 1 2 3 4 ben 1 est-ce que si oui ou non s'allume ? 2 est-ce que oui ou on ça s'allume ? 3 est c'est oui ou non ça s'allume ? 4 est-ce que c'est oui ou non ça s'allume pas ? Voilà tu dois essayer à chaque fois, Léa il faut essayer si s'allume ou pas. Alors il faut s'asseoir il faut poser il faut poser les ampoules sinon elles vont se casser. Alors premier schéma je prends une pile et une ampoule alors la question était est-ce que oui ou non ça s'allume ? toi tu me dis oui alors viens le faire d'accord, je suis sur le culot on met deux choses sur le culot est-ce que ça s'allume ?
149	Léa	Non.
150	Prof	Non ma question c'est est-ce que ça s'allume ?
151	La classe	Non.
152	Prof	Non donc ça ne s'allume pas c'était non. Vous allez casser ces ampoules, arrêtez de les craquer vous allez les casser. Donc non ça s'allume pas. Le deuxième on touche le plot et le culot, alors

		attends j'ai pas vérifié c'est ça le problème vous dites oui ou non avant d'avoir vérifié, vous dites oui sans regarder si vous avez bien regarder le schéma le plot le culot.
153	Mathéo	Ah ça s'allume.
154	Prof	Est-ce que ça s'allume ?
155	La classe	Oui.
156	Prof	Oui la deux ça s'allume la trois là et le vernis.
157	Safiya	Le vernis.
158	Prof	Est-ce que ça s'allume ?
159	La classe	Non.
160	Prof	Est-ce que tu as mis sur le vernis ?
161	Mathis	Sur le noir.
162	Prof	Sur le vernis oui sur le noir.
163	Mathis	Ici.
164	Prof	Non sur le vernis, donc voilà oui le schéma il faudra bien le regarder trop souvent, vous regardez le schéma vous ne faites pas ce qui sur le schéma et vous avez des erreurs d'accord, donc non ça s'allume pas. La dernière il y en qui m'avait dit que ça s'allume en touchant le globe et le culot.
165	La classe	Non.
166	Prof	Non d'accord, donc pour allumer une ampoule qu'est-ce qu'il faut toucher ? attends hop parce qu'il y a dans le côté je te comprends pas.
167	Safiya	Les deux languettes la petite languette la grande languette doit toucher le plot et l'autre il doit toucher les truc.
168	Cyriaque	Culot .
169	Melyna	Le culot.
170	Prof	Le culot d'accord, pour allumer une ampoule et c'est la même chose xxx. Il faut toujours qu'il y ait deux choses de toucher d'accord, c'est le plot et le culot, et quand le plot et le culot sont touchés, qu'est-ce qu'est se passe ? le courant je vais faire une flèche qui peut être n'est pas la bonne mais ça on verra par la suite comment ça se passe d'accord, le courant passe dedans, il fait chauffer le petit filament d'accord. Comme vous voyez toute à l'heure et il ressort par le plot d'accord et y retourne dans la pile et ça repasse et ça revient et ça repasse et ça revient ça fait un ?
171	Ilyes	Un circuit.
172	Prof	Oui très bien ça fait un circuit c'est pour ça qu'on appelle ça des circuits électriques d'accord. Ça fait une boucle, une boucle se fasse et c'est pour ça quand vous allez toucher à d'autres endroits la boucle ne se faisait pas et comme la boucle ne se faisait pas ça s'allumait pas, il faut que ça fasse une boucle d'accord. Donc une boucle entre la pile ici pourquoi ça s'allumer pas ? parce que xxx passer ça dans votre ampoule d'accord, le courant arrête ici il passait là d'accord, et puis de là l'ampoule elle était ici, le circuit il était fermé.
173	Ilyes	Inaudible.
174	Prof	Non j'avais pas de boucle d'accord, là c'était pareil ça s'allumer parce que il passe ici là j'arrive à là d'accord. Ici pourquoi ça

		marchait pas parce que ça il est là. Donc est-ce que mon circuit il était fermé ?
175	Shana	Non
176	Prof	Non et ça s'allumait pas d'accord, et le dernier ben vous touchez le culot ici d'accord, et vous touchez ici, donc là est-ce que le courant il arrivait à là ?
177	La classe	Non.
178	Prof	Donc pour que ça s'allume il faut qu'il fasse un circuit que ça fasse une boucle d'accord, peu importe le plus et le moins avec l'ampoule le courant passe et la boucle ça s'allume d'accord.
179	Safiya	Il y a deux fils en fait.
180	Prof	Voilà exactement, qu'est-ce qui s'allume exactement ? c'est le filament pour ça je vous dis ne claquez pas parce si le filament se casse qu'est-ce que va se passer ?
181	Mathéo	Et ben si le petit filament se casse, le courant fera pas une boucle et le filament s'éclaire pas.
182	Prof	Voilà très bien vas-y, bien plus haut.
183	Ilyes	L'électricité pourra plus passer.
184	Prof	Et si ça se passe plus ?
185	Melyna	L'ampoule ne s'allume pas.
186	Prof	Exactement d'accord, voilà pourquoi je vous dis ne pas les claquez. Il a exactement expliqué le fonctionnement si vous le claquez le fil ici va se casser, si le fil se casse le courant pourra plus faire une boucle et comme c'est le petit filament qui chauffe et qui s'illumine en s'échauffant vous le cassez d'accord. Donc en effet vous avez raison le petit filament il s'éclaire il chauffe, c'est pourquoi il y en a qui me disent que ça chauffe. Bon certains jettent l'ampoule comme certains faisaient d'accord, et puis du coup en chauffant elle brille d'accord, et c'est qu'en même temps vous sentez la chaleur d'accord, et vous brûlez.
187	Safiya	C'est la lame qui chauffe.
188	Prof	Exactement qu'est la lame qui chauffe un petit peu justement, on verra comment on verra après les règles d'électricité puis on verra justement vous voyez que ça chauffe un peu avec une pile avec des fois des xxx parce que justement si il chauffe trop ça brûle d'accord ne pas la mettez pas longtemps.

Séance 2

Date d'observation : 30/11/2017

1	Prof	(Il parle à Mathis) Alors par contre il faut que tu avances.
2	Mathis	Oui.
3	Prof	Là pareil il faut avancer, tu te mets là et l'autre là-bas. De toute façon vous vous mettez par deux voilà mettez-vous au fond mais sur la table il n'y a rien. Une par élève, on vous distribue une pile pour un et une ampoule pour deux d'accord, est-ce que t'as donné partout ? Donc regarde là-bas au bout. Je rappelle évitez de jouer trop avec les lamelles parce que après il ont finir par se casser d'accord, une pour deux de

		toute façon vous ne pourrez pas allumer deux ampoules avec en mettant comme ça Safiya. Alors si vous discutez à chaque fois il y a tel fait ça il y a tel fait ça il y a tel fait ça vous n'entendrez pas les consignes, on vous met par deux parce ce que vous allez faire des essais d'accord, là il y en a une qui est toute seule ça va pas aller pour manipuler et donc tu prends pas toutes tes affaires tu prends juste tu déplaces tu prends la chaise de Matisse et te mets au groupe qui est devant mais tu déplaces pas tout d'accord tu prends juste la chaise voilà tu te mets sur le côté ou sur le devant sur le devant parce que pour manipuler si tu étais loin ça va pas aller d'accord. Alors la première chose que je vous demande c'est d'allumer l'ampoule avec la pile, et vous regardez encore une fois vous regardez qu'est-ce que fait le voisin, tout le monde manipule c'est pas un regarde l'autre qui intervient. (Il passe dans les rangs, les élèves manipulent et discutent entre eux) (Il parle à deux élèves) Est-ce que t'as essayé d'allumer l'ampoule, les deux essayent j'aimerais bien voir.
4	Léa	Déjà il l'a cassé.
5	Prof	Ben voilà parce que on est mal placé, c'est pas grave mais il faut éviter, jette à la poubelle jette à la poubelle, Khadija tu te lèves tu jettes c'est tout tu discutes pas c'est pas grave c'est pas un grave. Chacun son tour vous tirez pas vous allez faire tomber le matériel. Il serait justement de faire le schéma, après attention regarde bien qu'est-ce que tu mets, alors bon c'est bon chut. Voilà on pose parce que sinon toutes les ampoules vont se casser avant de commencer, je vous rappelle pour qu'elle ne roule pas on met sa règle devant comme ça quand elle vient à l'avance ça coince d'accord. Alors tu vas venir tu vas m'expliquer un petit peu comment tu as allumé l'ampoule avec ta pile ? Elle va venir elle va m'expliquer comment, si vous n'êtes pas d'accord vous le dites. Prends l'ampoule et la pile parce que tu n'étais pas là la dernière fois c'est pour ça je t'ai choisi tu as bien observé comment ils faisaient alors effectivement on est là, regarde. (Voir les schémas des élèves dans l'annexe 4).
6	Maysa	Om met l'ampoule au bout.
7	Prof	Au bout de quoi ? est-ce qu'est-ce que on doit mettre l'ampoule au bout ?
8	Cyriaque	Non.
9	Maysa	Plot.
10	Prof	Alors on va mettre le plot, mais ça elle doit pas le savoir forcément mais on va mettre l'ampoule au but, on va mettre le bout de l'ampoule c'est pas pareil, l'ampoule au bout et le bout de l'ampoule c'est pas pareil, mettant vous debout c'est rapprocher au bout de la classe, donc je le mets au bout d'accord, vous allez mettre le bout de l'ampoule c'est pas pareil c'est ce que se trouve au bout de l'ampoule d'accord.
11	Maysa	Le bout de l'ampoule sur le bout xxx ;
12	Prof	Oui mais si tu dis toujours le bout le bout il y a des choses des mots comme même que tu connais.

13	Maysa	Le culot de l'ampoule.
14	Prof	Alors je vais te dessiner une ampoule (L'enseignant dessine l'ampoule sur le tableau). Alors viens me montrer Simon (Simon passe pour dessiner l'ampoule) regarde bien comment elle s'est fait une ampoule ? voilà alors je vais faire un petit culot vas-y voilà alors ici je vais faire un petit plus gros parce que il a fait sur petite d'accord.
15	Safiya	Mais monsieur il y a un petit problème.
16	Prof	Alors si hop voilà.
17	Safiya	Monsieur il manque quelque chose.
18	Prof	Alors vas-y (Safiya passe au tableau). Regarde bien, ah parce que savoir l'allumer c'est bien mais il faudra voir comment ça s'allume.
19	Ilyes	Ah je sais.
20	Prof	Voilà un titre vas-y, des trucs pour pas donner le mot, vas-y tu m'as dit qu'il manquait quelque chose alors il est fait d'accord.
21	Ilyes	Monsieur je sais.
22	Prof	Voilà regarde bien sur le bord qui est ici tu vas voir qu'il y a une petite xxx d'accord, alors voilà la pile j'ai pas fait les lamelles montre-moi comment on met les lamelles ? comment tu les mets ? tu me le dessines deux lamelles, et là ça s'allume ?
23	Ilyes	C'est pas ça.
24	Prof	Alors recommence, comment il faut faire que ça s'allume ?
25	Ilyes	Ah je sais.
26	Prof	On est d'accord ah ben le but c'est allumer l'ampoule avec la pile d'accord, moi j'ai pas fait les lamelles dans le même endroit regarde refais ton expérience tu regardes.
27	Ilyes	Monsieur je peux passer.
28	Prof	Refais ton expérience, regarde qu'est-ce que tu mets où, voilà il l'a pas fait il l'a pas encore fait, Je veux voir qu'est-ce que vous êtes capable de dire, tu vas dire , voilà alors donc tu mets une lamelle ici d'accord, où est l'autre lamelle ? chut je veux voir si elle a compris ou non.
29	Mathéo	C'est la science.
30	Maysa	Ça s'allume.
31	Prof	Alors elle me dit que là ça s'allume alors ce qui ne sont pas d'accord levez la main. (Mathis lève la main). Pourquoi Mathis tu n'es pas d'accord où est-ce que tu mets-toi ? ben viens me montrer tu ne passes rien viens me montrer moi je suis pas d'accord.
32	Mathis	Moi je suis pas d'accord parce que xxx.
33	Prof	Alors toi tu fais ça dis-moi je mets la grande ici et la petite ici.
34	Mathis	Non.
35	Prof	Laissez le dire il a le droit au lieu de dire non vérifiez on peut pas changer les deux lamelles.
36	Safiya	Si ça fait la même chose.
37	Maissane	Et ben non.
38	Prof	Dernière fois.
39	Cyriaque	Inaudible.
40	Prof	Tu demandes la parole d'accord est-ce que oui ou non si j'inverse les lamelles ça change quelque chose ?

41	Cyriaque	Non.
42	Prof	Non donc les deux représentations sont bonnes, il l'aurait le droit de le faire, la petite lamelle la grande lamelle d'accord, Là c'est vrai que c'est dur d'amener d'accord, si plus dur d'amener comme ça on est bien d'accord que vous voyez même sur le dessin on a du mal d'accord, oui on y arrive mais ça marche comme même on arrive même pas à faire le schéma, mais les deux fonctionnent d'accord. Alors donc qu'est-ce que ce qui souvient ? et qui vient me dessiner finalement ce que ne voit pas et ce qu'on a déduit la dernière fois ? vas-y Ilyes. Il y a des choses il y a des ampoules qui vont se casser depuis toute à l'heure vous faites tac tac tac. Je vous rappelle que dedans comme il a dit Mathis il y a un filament.
43	Ilyes	Il n'est pas passé xxx.
44	Prof	Prends une craie rouge parce que là violet avec jaune on voit pas on fait pas la différence, qu'est ce qui se passe dans l'ampoule ?
45	Ilyes	Le courant.
46	Prof	D'accord, et le courant fait quoi ?
47	Ilyes	Une boucle.
48	Prof	Et le courant va fonctionner comment ?
49	Ilyes	Oui.
50	Prof	Oui mais le courant fait quoi ? il y a de l'acide dans la pile j'ai pas demandé comment fabrique-t-on le courant, ma question le courant fait quoi ? on le voit pas mais on devine on pense qu'il fait quelque chose.
51	Cyriaque	Un circuit.
52	Prof	Il fait un circuit, alors viens me montrer le circuit à la main s'il te plait. Donc il commence là donc d'accord, si un circuit il fait un tour complet donc un métal est par là voilà il passe par le filament et il revient et ça fait un circuit voilà.
53	Aymane	Monsieur j'ai compris.
54	Prof	Est-ce que ça s'allume ?
55	Aymane	Non.
56	Prof	Non donc ça c'est ce qu'on a vu la dernière fois, alors vous posez la pile plate sur le côté et l'élève de service va vous donner une pile comme ça. (Il montre une pile ronde aux élèves)
57	La classe	Ah oui.
58	Prof	Non une par table, alors vous écoutez la consigne chut je vais vous servir la pile et la pile plate sur le côté terminé. Et ça vous me ramenez ça chez vous demain il y en a cinquante comme ça dans l'école.
59	Luciana	Maman a dit que je le ramène.
60	Prof	Non maman elle non maman elle va pas me dire ce que je xxx tu vas ramener il va ramener ça et puis chacun ramène ce qui veut de la maison et puis non. Il y a de l'eau et du savant dans les toilettes si tu veux te laver les mains, tu vas au toilette xxx alors donc je vais vous demander, vous allez essayer d'allumer l'ampoule. (Les élèves chuchotent).

		Je veux rien entendre la pile ronde avec l'ampoule, à vous d'essayer d'allumer l'ampoule avec la pile, et on essaye tous les deux c'est pas regarde on fait comme ça et l'autre ne fait rien, essayez d'allumer l'ampoule avec la pile.
61	Maysa	Ça marche pas.
62	Prof	Je sais pas on verra on a, tu commences déjà à faire quelque chose. (L'enseignant passe dans les rangs).
63	Cyriaque	On peut pas.
64	Prof	Pourquoi ?
65	Cyriaque	On peut pas parce que ça il y a besoin des fils et c'est parce que ça il faudrait qu'il soit plié pour que l'énergie ça va de l'autre côté.
66	Prof	Tiens viens Lohena viens voilà la pile, non si on est pas d'accord même chose. Ce qui m'intéresse c'est la réflexion c'est que tout le monde réfléchit ce soit pas qu'un élève par groupe. Ah montres moi montres moi ce qui me manque sur la pile on a pas met.
67	Lohena	Ah je sais.
68	Prof	On a pas mis xxx.
69	Ilyes	Je sais je sais.
70	Prof	Non tu n'auras pas la parole parce que tu cries. Sur ta pile ronde t'as mis quelque chose que tu n'as pas mis sur la pile plate.
71	Ilyes	Oui.
72	Prof	Vas-y.
73	Mathéo	C'est xxx.
74	Prof	Alors oui on a oublié le plus et le moins et là alors qu'est-ce que vous n'arrivez pas après avec votre pile ronde, ma question c'est qu'est-ce que vous n'arrivez pas à faire ? c'est pas qu'est-ce qu'il faut faire ?
75	Safiya	A l'allumer.
76	Prof	On arrive pas à l'allumer, alors pourquoi d'après vous on arrive pas à l'allumer ?
77	Cyriaque	Le plus et le moins sont éloignés.
78	Prof	Alors parle assez fort parce que ta réflexion est intéressante mais le problème comme tu parles assez bas.
79	Luciana	Parce que ben le plus et le moins ils sont éloignés l'un de l'autre.
80	Prof	Le plus et le moins sont éloignés l'un de l'autre bon ici aussi ils sont éloignés l'un de l'autre mais....
81	Aymane	Mais sur la pile ronde c'est deux côtés différents.
82	Prof	Sur le côté sur la pile ronde, c'est deux côtés différents deux côtés différents, ben regardez est ce qu'on peut faire comme ça.
83	La classe	Je sais je sais je sais.
84	Prof	Et puis quelque part ah ben voilà c'est celle-là, et qu'est ce qui te gêne Ilyes ?
85	Ilyes	J'arrive pas à xxx
86	Prof	Qu'est-ce qu'on arrive pas à faire ?
87	Ilyes	J'arrive pas à xxx
88	Lohena	Mais non.
90	Prof	Laissez le parler.
91	Ilyes	Inaudible.
92	Prof	Je t'entends pas parce à chaque fois il y a du bruit.

93	Ilyes	Sur la pile ronde en dessous c'est plat et en dessus c'est xxx.
94	Prof	Et alors qu'est-ce que vous n'arrivez pas à faire ? c'est pas parce que il y a ceci ou il y a cela, qu'est-ce que vous n'arrivez pas à faire ?
95	Lohena	Ah c'est dans la pile plate on touche le plus et le moins et dans la pile ronde on peut pas toucher le plus et le moins.
96	Prof	Donc avec la pile plate vous n'arrivez pas à ?
97	Lohena	L'allumer.
98	Prof	Non.
99	Kylian	Monsieur le plot et le culot.
100	Prof	N'hésitez pas faites plus, les très compliqués vous n'arrivez pas à ?
101	Cyriaque	A toucher le plus et le moins.
102	Prof	Le plus et le moins en même temps d'accord, avec la pile plate le problème qui se pose c'est que vous n'arrivez pas à toucher le plus et le moins en même temps, donc l'ampoule ne s'allume pas. Vous allez casser les ampoules et qu'on il n'y' aura plus il n'y' aura plus. Vous regarderez, donc le problème avec notre pile plate c'est vous n'arrivez pas à, le problème je n'arrive pas à toucher le plus et le moins avec le plot et le culot donc j'arrive pas à refaire mon ?
103	Mathéo	Circuit.
104	Prof	Mon circuit donc je sais pas qu'est-ce qu'on pourrait faire pour essayer de l'allumer ? de créer un circuit ?
105	Léa	Un circuit électrique.
106	Ayman	On aura besoin des câbles.
107	Cyriaque	Des fils électriques.
108	Prof	Des fils électriques, qu'est-ce tu entends par fil électrique ?
109	Mathis	Des fils où il y a de l'électricité.
110	Ayman	Des fils où l'électricité qui est dans la pile peut passer.
111	Prof	Ah des fils où l'électricité qui est dans la pile peut passer, oui il bien expliqué. Retenez bien parce que sa remarque elle est très intéressante. Moi ce que je vais faire là je vous distribue des fils dans lesquels l'électricité peut passer.
112	La classe	Bruit.
113	Prof	L'élève de service un seul fil pour deux, faire un fil pour deux je ne vous donne qu'un seul pour deux, faites ça dans votre tête un fil pour deux faites ça dans votre tête. Je vais vous demander sur vos cahiers d'essai d'essayer de faire un petit schéma, on est trois on réfléchit à trois ah c'est pas j'essaye j'essaye j'essaye, regardez madame vous donne des feuilles faites sur les feuilles de Madame. Tu fais ce que tu veux pour essayer on a tout ce qu'il fallait pour réussir à allumer l'ampoule. (L'enseignant passe dans les rangs pour orienter les élèves, les élèves manipulent en discutant entre eux) Quand vous n'arrivez pas à créer un circuit vous n'arrivez pas à allumer l'ampoule.
114	Mathis	J'ai trouvé.
115	Cyriaque	On a réussi.

116	Prof	Là-bas c'est n'importe quoi ah. Alors vous posez vous mettez la règle devant pour qu'il n'y a pas de matériel qui tombe. C'est tout on pose on met la règle pour qu'il n'y a pas de matériel qui tombe parce que on va casser une deuxième ampoule sinon. Non on pose c'est tout alors qui veut parler Safiya et son voisin qu'est-ce qu'il fallait réussir à faire ?
117	Safiya	A faire à faire allumer l'ampoule.
118	Prof	Réussir à allumer l'ampoule, pour réussir à allumer une ampoule qu'est-ce qu'il faut créer ? si je ne crée pas ça j'aurais jamais mon ampoule qui s'allume jamais.
119	Safiya	Il faut...
120	Prof	J'ai pas demandé qu'est-ce qu'il faut faire ? qu'est-ce qu'il faut créer ? là tu vas déjà me montrer comment tu as fait pour allumer pour n'importe quelle ampoule que ce soit là, là, là dehors au toilette il faut créer quelque chose pour que ça s'allume.
121	Cyriaque	Un circuit.
122	Prof	Ila faut créer un circuit s'il n'y a pas de circuit ça ne s'allume pas d'accord. Alors il y en a qui ont xxx absolument se servir de la pince, qui disent on arrive pas à la mettre ben c'est pas qu'il y a une pince qu'il faut mettre la pince d'accord ok. Pourquoi vous étiez à deux d'après vous ?
123	Maysa	Pour travailler à deux.
124	Prof	Pour travailler à deux c'est-à-dire qu'il y en a un qui peut quoi faire par exemple ?
125	Luciana	Aider pour manipuler.
126	Prof	Par exemple mais manipuler je sais pas moi, c'est pratique de manipuler tout seul ?
127	Luciana	Non.
128	Prof	Peut-être pour manipuler à deux, ben oui vous étiez à deux pour avoir un copain et discuter parce que par moment on a besoin d'un copain, manipuler à deux on arrive et tout seul on arrive pas. Alors Lohina est-ce que tu aimes bien faire le dessin, tu vas revenir au tableau puis tu vas essayer de me montrer comment tu pourrais créer un circuit d'accord avec cette jolie pile. Regardez, si vous n'êtes pas d'accord évitez de toucher sans arrêt le matériel vous allez arracher les fils et quand on aura besoin il faut ... enlève tes mains voilà.
129	Lohina	Moi Monsieur.
130	Prof	Alors vas-y dessines moi une ampoule, elle me dit j'ai placé l'ampoule là je la laisse faire je te laisse faire vas-y.
131	Lohina	Je sais pas dessiner.
132	Prof	Dessine-moi ce que tu as fait, c'est pas un concours de dessin parce que le but tu dessines les choses principales donc ta pince elle ne touche pas on est bien d'accord ah ben là elle touche pas si elle touche pas elle touche pas. Arrêtez avec le matériel.
133	Khadija	D'accord.
134	Prof	Ben vas-y fais là.
135	Safiya	Monsieur c'est faux.

136	Prof	Qu'est-ce que vous a appris ton xxx vas-y le voisin vient l'aider, vous allez le faire vous voyez à quoi ça sert un voisin. Moi je vous donnerai des schémas et vous devrez être capable de me dire après est-ce que ça va s'allumer ou pas ? alors donc lui il me dit j'ai ma pince qui touche l'arrière de ma pile xxx a touché mon ampoule et le culot il a touché l'ampoule le plus de la pile pardon et là ça s'allume, alors vérifiez essayez son montage.
137	La classe	Bruit.
138	Prof	On fait à deux sinon on arrive pas et attention je vais vérifier si vous avez bien fait son montage regardez bien son montage. (L'enseignant passe dans les rangs pour voir ce que les élèves font)
139	Maissane	C'est bon ça s'allume.
140	Mathéo	Ça marche.
141	Anissa	Ça s'allume bien.
142	Ilyes	On a réussi.
143	Prof	J'ai bien dit le montage qui est au tableau, (l'enseignant parle à Luciana) Non le schéma du tableau tu dois pas inventer un schéma d'accord.
144	Mathis	Monsieur ça marche.
145	Prof	Regardez le schéma, tu regardes pas le schéma du tableau tu dis je vais essayer d'allumer mon ampoule.
146	La classe	Monsieur ça marche monsieur ça marche, on peut le faire.
147	Prof	Regardez bien le tableau, non le même schéma tu fais pas le même schéma, je veux voir le même schéma, tu ne peux pas le faire tout seul j'ai fait exprès on peut pas le faire tout seul.
148	Shana	Monsieur on a réussi.
149	Prof	Regardez le tableau, est-ce que tu pourrais le faire tout seul ?
150	Kylian	Non.
151	Prof	Tu comprends pourquoi vous devez travailler à deux. Bon on pose, Mathis pose, alors on pose et on écoute première question Mathéo est-il possible de le réaliser seul ?
152	Mathéo	Non.
153	Prof	Non vous ne pouvez pas le réaliser seul c'est pour ça que je vous ai mis un voisin, le voisin ne sert pas à décorer d'accord, le voisin est là pour vous aider à la manipulation, vous nous pouviez pas le faire seul, il faut pas dire si j'ai réussi non, ce qui ont réussi à le faire seul est ce qu'ils ont fait le schéma que j'ai donné ? non ils ont mis la pince ici et ils ont mis le schéma à l'envers d'accord, donc non ils n'ont pas fait le schéma que j'avais demandé. Certains ont fait ça (il dessine au tableau) ils ont mis la pince ici d'accord, et ils ont mis l'ampoule ici et ils ont mis le fil ici, je suis désolé ça c'est pas ça d'accord, regardez ils ont mis l'ampoule au moins et ils ont mis la pince au plus, ils n'ont pas fait la même chose d'accord. Il faut commencer à bien là c'est ce qu'on appelle un schéma électrique, il faudra bien le faire parce que quand je vous donne un schéma que vous ne respectez pas vous allez me dire ça s'allume et ça sera faux ou ça s'allume pas et ça sera faux parce que vous n'aurez pas suivi le schéma, il faut bien tenir compte de tous les détails, si je mets ma pince au plus elle est au plus si ma

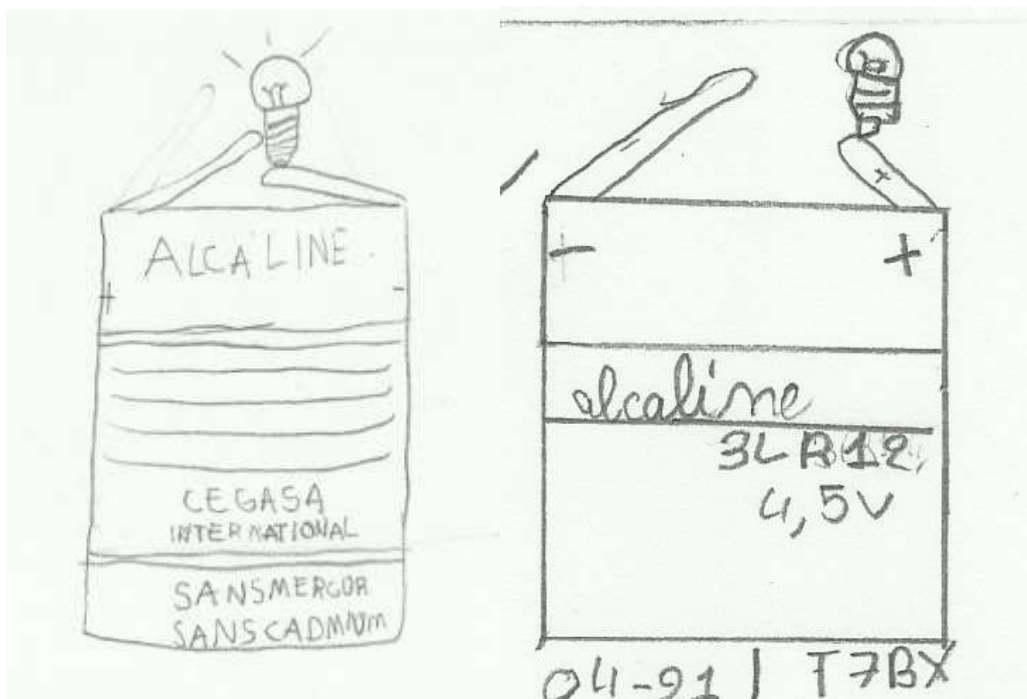
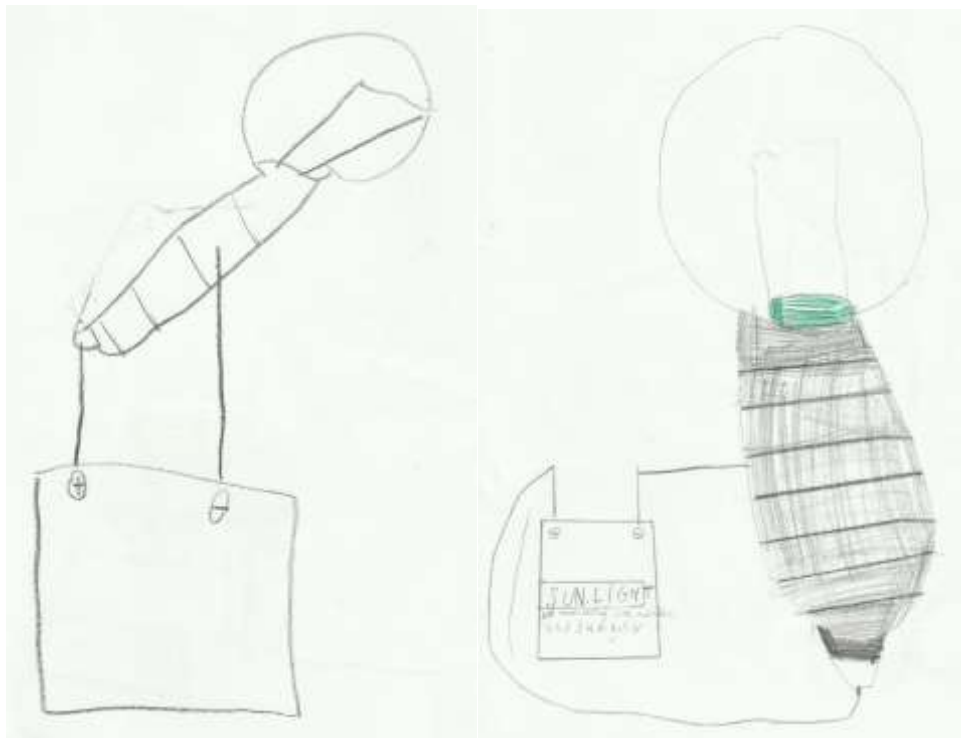
		pince est au moins elle au moins si elle touche le plot elle touche le plot si elle touche le culot elle touche le culot, il faut pas me dire oui. Mais c'est pareil non vous vérifiez, vous mettez d'autres choses au circuit et vous ne suivez pas le circuit ça ne fonctionnera pas d'accord, parce que justement le courant ne fera pas un circuit d'accord, alors est-ce que c'est pratique de manipuler les ampoules nettement ?
154	La classe	Non.
155	Prof	Non alors maintenant comment allumer une ampoule ? on a vu qu'il fallait toucher le plot et le culot, alors pour faciliter ces choses je vais vous faciliter les manipulations, je vais vous donner un petit support d'ampoule.
156	La classe	Ah oui.
157	Prof	C'est tout simple on regarde le support en dessous ben cette petite tige là lié au plot, là il y a le culot et les deux sont liés ce qui fait du coup le circuit électrique, le cercle il passe par l'ampoule hop qui ressort il va à la pile d'accord.
158	Luciana	Ça va s'allumer.
159	Prof	Donc au plus simple pour faire le branchement d'accord, puisque le circuit il est déjà fait d'accord donc maintenant on travaille avec ça d'accord pour éviter tout ce bazar de ça tombe ça ceci ça cela d'accord. Donc tu regardes là-bas normalement t'as des petits plots pour tout le monde d'accord, alors l'autre élève de service, allez lever la main.
160	Benoît	Monsieur il manque.
161	Prof	Ben on va regarder, alors les fils passe les fils. Il y a un élève qui ramasse les piles plates voilà, mais est-ce que t'as mis du courant là ? est-ce que tu crois que ça va s'allumer ? qu'est-ce qu'il faut mettre entre deux ?
162	Mathis	La pile.
163	Prof	Et ben oui, alors regarde d'accord, tu comprends là pourquoi il y a les pinces, oui mais si tu veux l'allumer là il faut faire la même chose je touche d'un côté je touche de l'autre le courant.
164	Mathis	Le courant passe.
165	Prof	Si tu n'as pas fait de circuit tu n'arrives à rien, toujours la notion de circuit d'accord, si il n'y a pas de courant. Tu dis personne sinon tu vas... quatre cinq six sept huit neuf dix c'est bon d'accord, Ilyes mets le tout là-bas. Alors les cahiers bleus s'il te plait il reste des cahiers bleus sur mon bureau là-bas, alors là par contre vous devez revenir à vos places parce qu'on va faire le résumé et on pourra pas faire le résumé dans ...Matisse reviens à ta place on va faire le résumé, les élèves retournent à leur place pour faire le résumé alors normalement. Alors vous prenez une nouvelle page d'accord, on met les différents résumés, vous avez fait des schémas on a demandé de faire des schémas et moi j'ai mis des schémas au tableau si c'est toujours la même chose donc vous serez entraînés ça sera plus facile pour vous. Alors tout le monde alors on a fait vous arrangez peu importe ça sera exactement la même chose vous laissez deux pages blanches d'accord puis vous allez à la suivante d'accord, vous me laissez deux pages blanches et vous

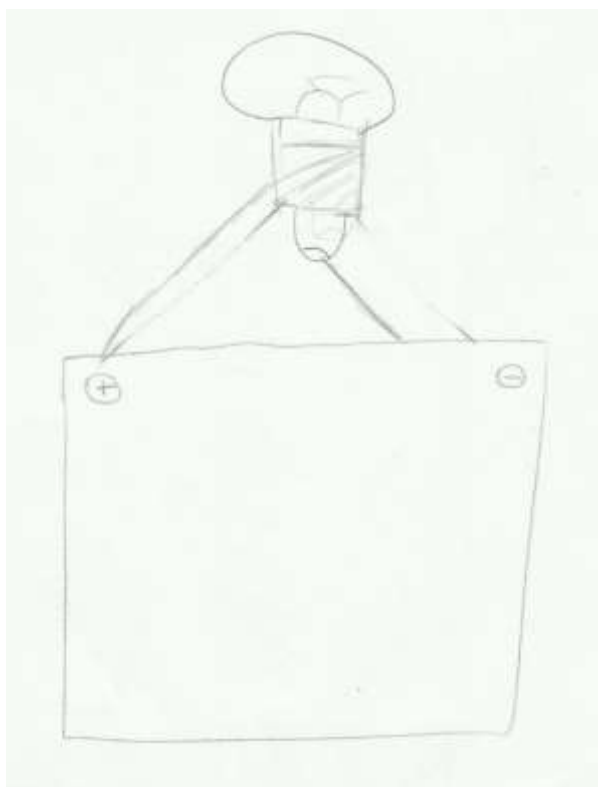
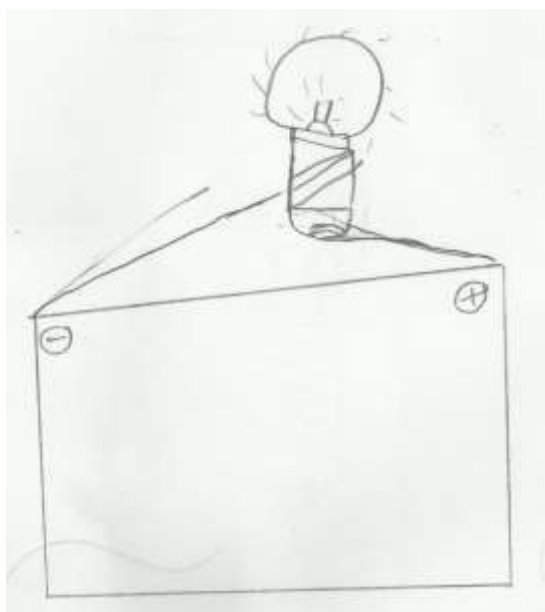
		allez à la suivante les deux pages blanches vous servir à xxx, là on est en électricité, on y va Mathéo alors on a travaillé sur quoi ?
166	Mathéo	Ben en sciences on a travaillé sur la pile.
167	Prof	En gros.
168	Mathéo	L'électricité.
169	Prof	L'électricité d'accord parce que xxx on fera également un travail sur comment xxx la pile c'est un xxx on peut faire en électricité d'accord, et on verra comment produire l'électricité, on souligne à la règle donc la première séance la première fois qu'on a travaillé on a fait quoi ?
170	Aymane	On a allumé les ampoules avec des piles.
171	Prof	Alors le titre ça sera allumer une ampoule avec une pile d'accord, allumer une ampoule (il écrit en même temps) Alors à chaque fois vous allez proposer le vocabulaire et avec ce vocabulaire on refait les phrases alors.
172	Cyriaque	Plot.
173	Prof	Plot, d'accord.
174	Anissa	Globe.
175	Prof	Globe, d'accord.
176	Safiya	Filament.
177	Prof	Filament, alors pas toujours les mêmes.
178	Mathis	Circuit.
179	Prof	Circuit.
180	Benoît	Poumon.
181	Prof	Poumon on a fait une bouture la dernière fois on a l'électricité toi tu confonds avec la respiration.
182	Benoît	Ah oui.
183	Prof	Je fais exprès de rester ici parce que si j'entends pas je pense que là-bas il n'entendent rien.
184	Melyna	La perle.
185	Prof	La perle.
186	Cyriaque	Mercure.
187	Prof	Oui mais est-ce que on a dit que xxx c'est un mot xxx non vous avez dit qu'avait justement 0 mercure.
188	Maissane	Monsieur xxx.
189	Prof	Ben cherche après sur mon bureau là-bas, xxx la ça xxx Entre eux tu as le droit d'annuler si une mauvaise idée.
190	Ilyes	Inaudible.
191	Prof	Non je suis pas en train de parler des xxx, je suis en train de parler des mots des mots qu'on a utilisés en électricité.
192	Cyriaque	Electrique.
193	Prof	Oui électrique alors là je vais mettre électrique comme ça, mais on va voir tout dépendra de comment on le reprendra dans la phrase on utilisera le mot électrique.
194	Mathis	Lumière.
195	Prof	Lumière il manque quelque chose.
196	Ilyes	Je sais je sais.
197	Léa	Pile.

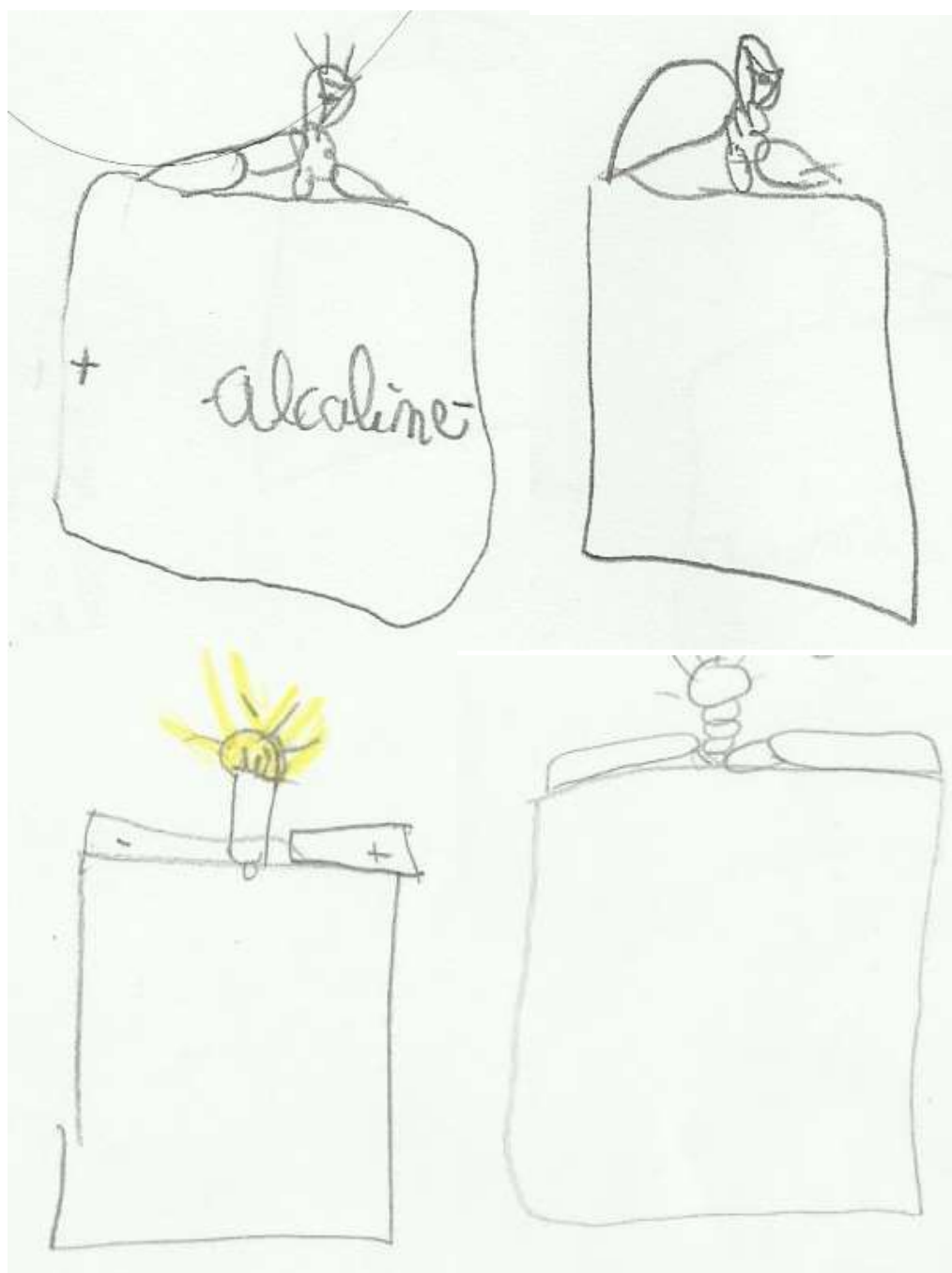
198	Prof	Pile importante la pile alors lorsque vous me dites on va allumer une ampoule avec une pile.
199	Khadija	Allumer.
200	Prof	On a vu allumer d'accord ? allumer mais moi je veux des mots pas des actions des mots des noms.
201	Kylian	Vernie.
202	Prof	Vernie il y a quelque chose que vous oubliez, et pourtant tout à l'heure vous m'avez à chaque fois vous dites cette chose là à chaque fois vous m'en avez parlé.
203	Mathéo	Ah le ah c'est à l'intérieur de la pile.
204	Prof	Non.
205	Luciana	La perle.
206	Prof	Non c'était pas à l'intérieur.
207	Safiya	Le plus et le moins.
208	Prof	Le plus et le moins.
209	La classe	Ah c'est vrai oui.
210	Prof	D'accord.
211	La classe	Ampoule.
212	Prof	Ampoule voilà, je crois que c'est bon on a trouvé du vocabulaire, alors maintenant la même chose que d'habitude, Matisse on regarde le vocabulaire et avec ce vocabulaire on va refaire des phrases, qu'est maintenant certaine cohérence dans le sens, alors on choisit quelque chose et on va le décrire.
213	Mathis	Dans une ampoule il faut
214	Prof	Alors stop d'accord on va repartir sur l'ampoule, l'ampoule alors vas-y continues ta phrase.
215	Mathis	L'ampoule est composée du plot et du...
216	Prof	Attends parce que je comprends pas certaines de tes mots.
217	Mathis	L'ampoule est composée du plot, du vernie, du verre.
218	Prof	Alors l'ampoule est composée, alors est ce qu'on va taper dans n'importe quel ordre ou est-ce qu'on va faire un ordre ? alors essayes de me donner un ordre mettez-les dans l'ordre vas-y.
219	Mathis	Le globe vernie xxx.
220	Prof	Ça t'oblige à avoir le schéma dans la tête.
221	Mathis	Le culot.
222	Prof	Le culot moi je note ? alors essayez de voir l'ampoule et redites qu'est-ce que je vois ? et l'avoir dans l'ordre c'est beaucoup plus facile pour retenir pour partir dans tous les sens d'accord. Faire à côté vous allez voir que ça s'appelle organiser ses idées et vous allez voir que les organiser en même temps vous retenez, un globe, un filament, globe, filament, après regardez vous avez le droit de regarder. (Il a refait le schéma sur le tableau sans légende).
223	Mathis	Une perle.
224	Prof	Une perle, vous voyez vous reconstituez en même temps le schéma dans votre tête et là vous n'oubliez aucun mot mais seulement vous partez pas dans tous les sens.
225	Mathis	Un plot.
226	Prof	Alors un plot, attention vous regardez bien regardez bien. Il manque quelque chose. Voilà ici je souligne en couleur pour qu'on

		le voit bien d'accord, ici il y a du vernis on verra après par la suite à quoi ça sert, et vous voyez ensemble on a refait dans sa tête le schéma et on a rien oublié d'accord et on voit bien les mots qu'on a utilisé comme ça d'accord, on a parlé de l'ampoule de quoi on va parler maintenant ?
227	Maysa	La pile.
228	Prof	La pile.
229	Maysa	La pile est...
230	Prof	Attends, attention s'il te plaît je suis à la ligne vous allez à la ligne.
231	Maysa	La pile est composée du plus et du moins.
232	Prof	Alors elle a un plus et un moins, on va pas dire est composée on va mettre un mot convenable plus que ton mot normalement on va dire elle comporte d'accord, et on va mettre est composée parce que c'est le mot qu'on a utilisé mais il faudrait utiliser un autre mot d'accord, et entre parenthèses on met (comporte) le mot comporte mais on a utilisé ton mot alors.
233	Maysa	Elle est elle est...
234	Prof	Non on a dit on utilise que ces mots là.
235	Maysa	Et le xxx.
236	Prof	Non tu m'avais fait une belle phrase tu vois tu changes ta phrase.
237	Maysa	Il faut partir du plus xxx.
238	Prof	Non j'ai oublié le xxx un plus et un moins alors regardez ce qu'il me reste comme mots, maintenant de quoi on va parler on a parlé l'ampoule on a parlé de la pile, maintenant de quoi il va falloir parler, Safiya ?
239	Safiya	Allumer une ampoule.
240	Prof	Essayez de me faire une phrase simple une phrase simple.
241	Safiya	Avec la pile.
242	Prof	Oui mais faire xxx pour ?
243	Safiya	Pour allumer l'ampoule.
244	Prof	Alors pour allumer l'ampoule d'accord, alors continues.
245	Safiya	Il faut une pile et une ampoule.
246	Prof	Alors ça on l'a déjà dit l'ampoule et la pile pour allumer l'ampoule, qu'est-ce qu'il faut faire ?
247	Safiya	Il faut créer un circuit.
248	Prof	On va le mettre comme elle on crée un circuit, alors on aura pas le temps pour la noter parce que c'est l'heure de la cantine. Qu'est-ce qu'il faut faire pour créer ce circuit ?
249	La classe	Déjà ?
250	Safiya	Il faut mettre le culot le plot sur le plus et le moins.
251	Prof	Voilà.
252	Safiya	Il faut toucher...
253	Prof	Il faut toucher le ?
254	Safiya	Le plot et le culot
255	Prof	Vous avancez très vite parce que on est déjà en retard.

Annexe 5. Schémas des montages électriques (pile et ampoule plate) réalisés par les élèves.

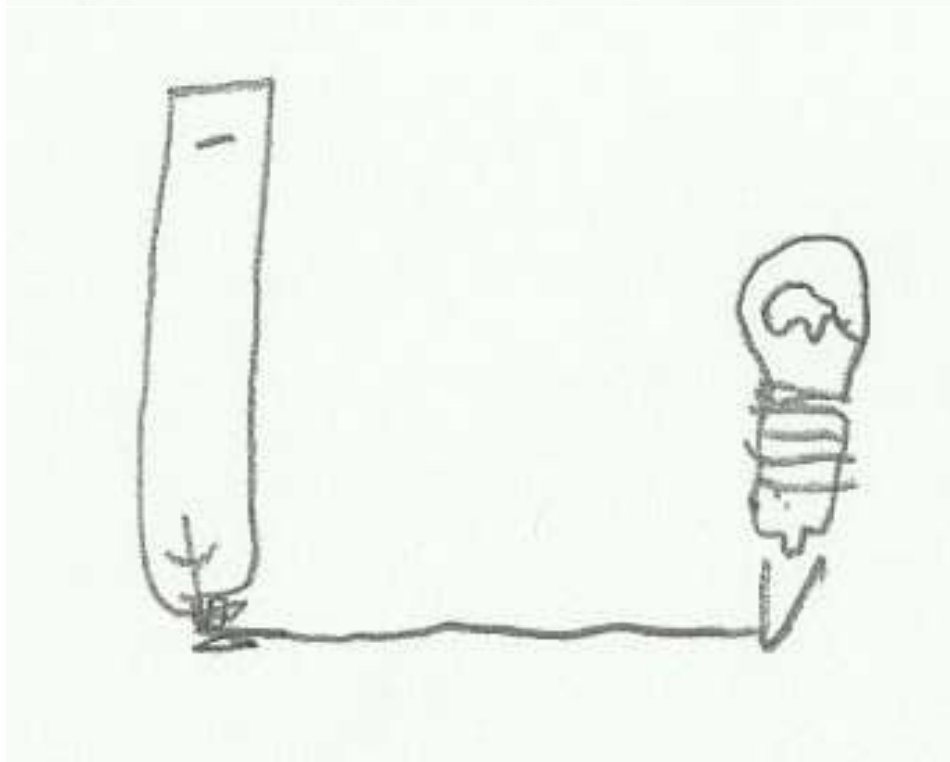
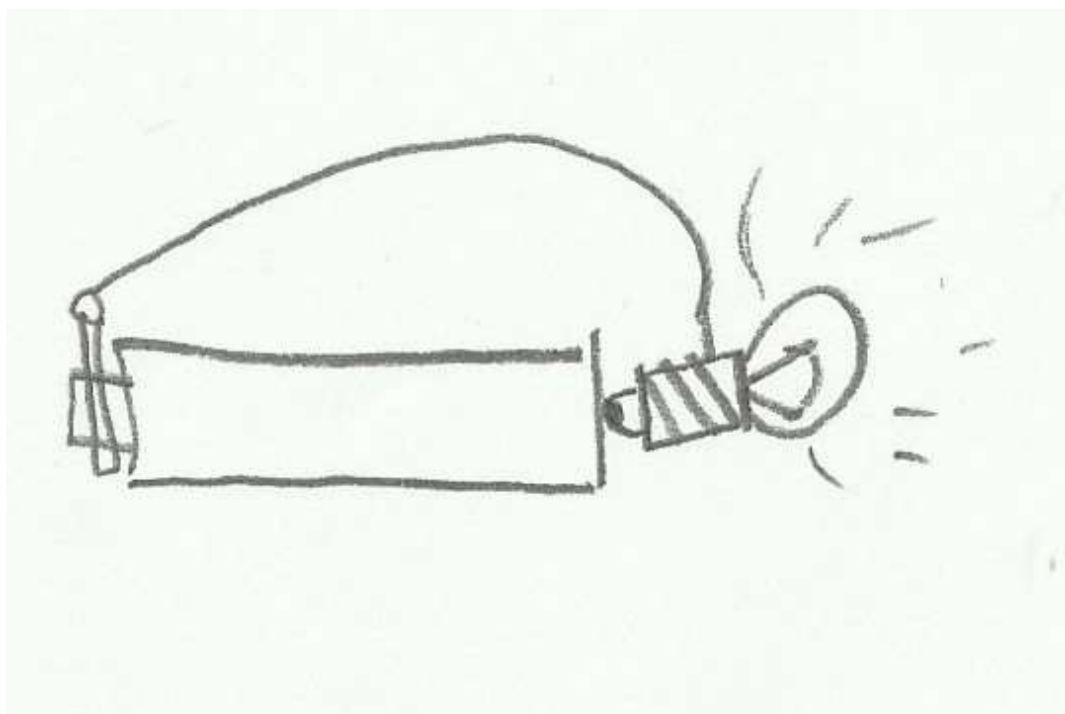


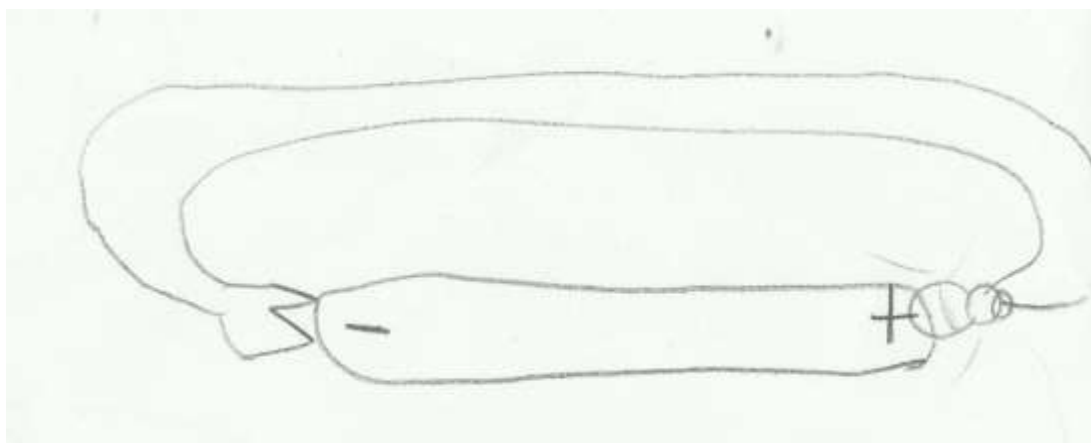
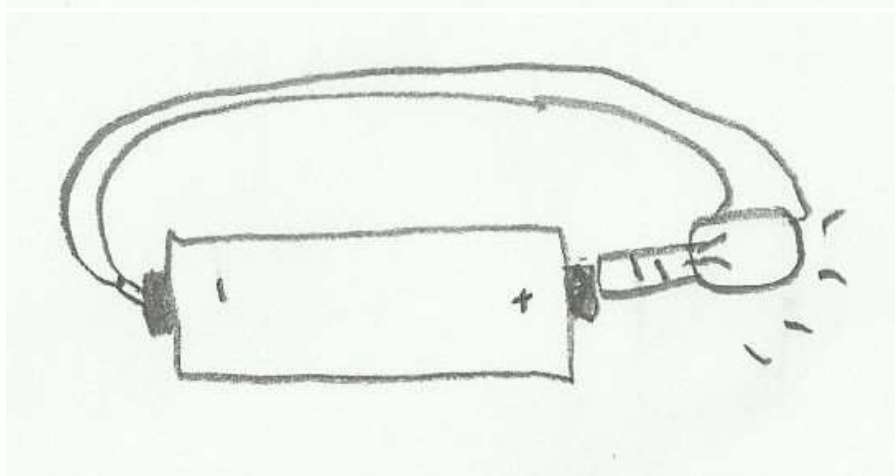
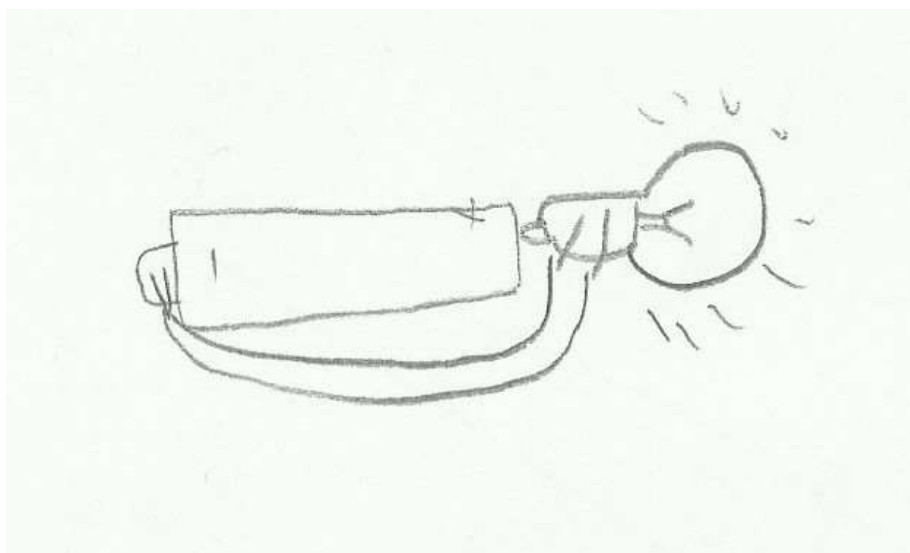


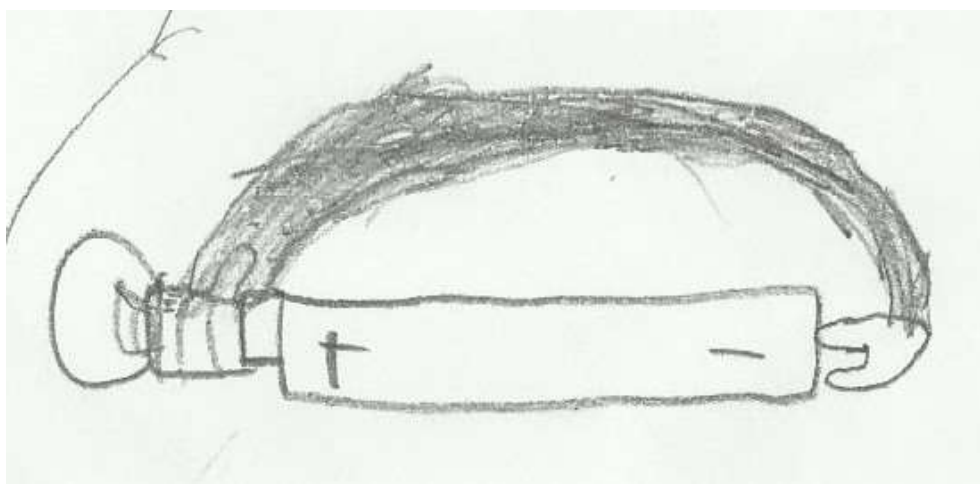
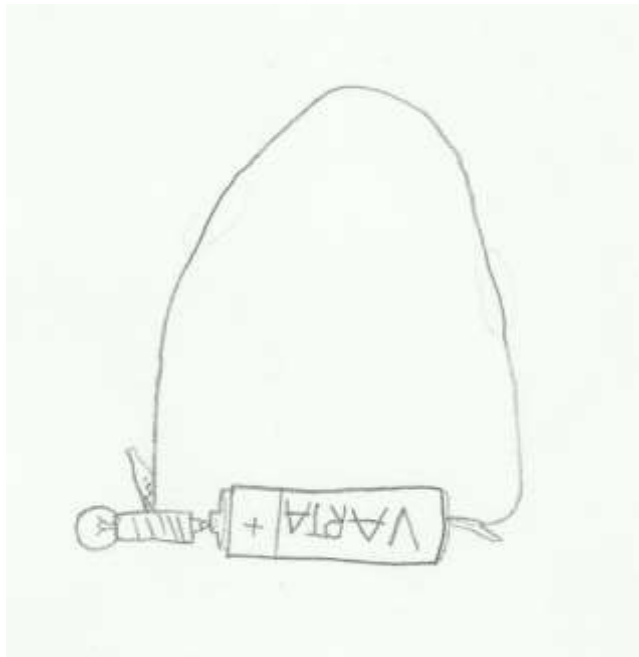




Annexe 6. Schémas des montages électriques (pile et ampoule ronde) réalisés par les élèves.







Annexe 7. Transcription de l'entretien semi-directif mené avec l'enseignant A en fin de séquence.

Date d'entretien : 07/12/2017

Heure : de 16h00 à 16h20.

A.B : Aicha BARROUDI

Prof : Professeur

1	A. B	Bonjour.
2	Prof	Bonjour.
3	A. B	J'ai préparé quelques questions, je pense que ça va durer environ 15 minutes maximum.
4	Prof	Oui.
5	A. B	Dans la séquence que vous avez fait sur l'électricité, vous m'avez dit que vous avez suivi une démarche d'investigation, pouvez-vous m'en parler un peu ?
6	Prof	Oui, donc c'est la démarche scientifique c'est on part de situation problème. D'hypothèses émises par les élèves. Et après donc avec la pratique la mise en comment dire la mise en place, les élèves vérifient leurs hypothèses valident ou invalident les hypothèses.
7	A. B	Par le biais d'une investigation expérimentale, c'est ça ?
8	Prof	Expérimentale voilà c'est ça oui.
9	A. B	C'est la mise en place des expériences.
10	Prof	Voilà c'est ça.
11	A. B	D'accord, et elle a quoi comme étapes ? vous m'avez dit on commence par ?
12	Prof	On commence par les on propose une situation de départ aux élèves avec un problème.
13	A. B	D'accord vous voulez dire une mise en situation.
14	Prof	Voilà c'est ça, après les élèves émettent une hypothèse.
15	A. B	Oui les hypothèses, après ?
16	Prof	Delà ils pratiquent de manière pratique, c'est la mise en place des expériences et delà ils valident ou invalident leurs hypothèses et après ils arrivent à un résultat.
17	A. B	D'accord, donc c'est la mise en place des expériences, donc vous les appeler expériences parce que j'ai remarqué dans le cours à chaque fois vous dites manipuler selon vous, ce sont des expériences ou des manipulations ?
18	Prof	Alors c'est des expériences mais faites par la manipulation, ça passe par la manipulation.
19	A. B	D'accord donc quelle est la différence selon vous entre expérience et manipulation ? qu'est-ce que vous appelez expérience et qu'est-ce que vous appelez manipulation ?
20	Prof	Expérience ça pourrait être par l'enseignant qui manipule qui montre aux élèves pour obtenir quelque chose, alors que la manipulation c'est l'élève qui lui-même va manipuler pour justement savoir si ça fonctionne ou pas.
21	A. B	D'accord donc pour l'électricité dans la majorité des séances c'étaient des manipulations ?
22	Prof	Voilà c'était l'élève qui manipule c'est pas le maitre qui manipule c'est l'élève qui manipule pour voir si son hypothèse fonctionne. Après il y

		a toujours cette fameuse partie d'échanges, la mise en commun. Avec éventuellement une période de dire un moment en passant dans les rangs on se rend compte que la consigne n'était assez comprise, on fait un retour on réexplique, et delà les élèves...
23	A. B	D'accord, bon une question concernant le matériel expérimental. Alors en électricité le matériel basique on n'a pas trop mal.
24	Prof	Alors en électricité le matériel basique on n'a pas trop mal. On a pas trop mal de tout ce qui est piles fils ampoules, par contre après ça devient un peu difficile quand on doit commencer à travailler avec des petits moteurs les petits interrupteurs ou ces choses comme ça parce que le matériel électrique qu'on a dans la vie courante, c'est le matériel électrique pour marcher en haute tension. Donc c'est ça le problème quoi.
25	A. B	Heureusement que dans votre école vous avez le matériel pour travailler la séquence de l'électricité. J'ai essayé dans quatre autres écoles mais les enseignants me disent qu'ils n'ont pas de matériel, parce que j'avais l'intention de faire d'autres observations sur l'expérimentation en électricité. C'est la seule séquence en électricité que j'ai pu observer.
26	Prof	Ah oui il y a beaucoup d'écoles où justement y'a ce problème.
27	A. B	Les enseignants me disent qu'on n'a pas de matériel à l'école élémentaire.
28	Prof	Alors le matériel électrique que on peut l'avoir par différentes sociétés, souvent on passe par après c'est la volonté de l'enseignant, ils existent des petits magasins électroniques mais ils existent de moins en moins. Il y en a une je sais plus le nom
29	A. B	C'est l'enseignant qui prend en charge cela ?
30	Prof	Alors dans ces cas-là nous on fait un comment dire on fait un xxx avec la coopérative de l'école on montre un petit projet. Et comme le projet il va être pour l'école. On peut utiliser ce projet pour l'école, mais nous on avait une mallette qu'on a fait passer dans nos fournitures et de la société c'est Jokatop. Jokatop c'est le, vous voyez le classeur ?
31	A. B	Oui le classeur oui.
32	Prof	Elle fournisse également une valise justement où il y avait ce matériel.
33	A. B	D'accord donc le matériel est fourni avec le classeur ?
34	Prof	Oui.
35	A. B	D'accord, donc j'ai remarqué aussi vous avez mis les élèves lorsqu'ils manipulent en binômes toujours, selon vous c'est quoi l'intérêt de mettre les élèves en binômes ?
36	Prof	Alors en binômes déjà c'est pour créer un échange entre les élèves. Alors que ce soit pour eux ou pour le respect de l'hypothèse. Parce que des fois les enfants font une hypothèse qui font un montage qui n'a rien du tout à voir avec l'hypothèse, donc ça permet ça permet également justement un échange entre les élèves. Et ça facilite également au point de vue de la manipulation parce que certaines manipulations tout seul on en arrive pas.
37	A. B	Donc l'expérience ou bien la manipulation comme vous l'appellez est mise en place pour répondre à une question de départ ?
38	Prof	Voilà.
39	A. B	Donc normalement la mise en place de l'expérience va servir à ?

40	Prof	Voilà c'est en fonction de l'objectif. C'est par exemple allumer une ampoule avec une pile, après c'est allumer une ampoule avec une pile ampoule éloignée de la pile, donc on a introduit les fils après c'est allumer plusieurs ampoules avec une pile et plusieurs fils etc.
41	A. B	D'accord est-ce que les élèves lorsqu'ils exécutent lorsqu'ils font les manipulations, à votre avis est ce qu'ils gardent toujours le problème de départ en tête ou bien ils l'oublient et essayent juste avec le matériel sans savoir trop pourquoi ils font ça ?
42	Prof	Justement des fois ils émettent une hypothèse et ils respectent pas l'hypothèse, ce qui les intéresse après c'est de éventuellement de réussir à atteindre l'objectif mais sans passer forcément par l'hypothèse qu'ils ont faite. Donc c'est pour ça que le les mets en binômes, l'intérêt c'est qu'il y en a un qui rappelle un qui peut à l'ordre de l'autre. Et le maître également quand il passe certains t'as mis ça comme hypothèse tu m'as dit que, tu vas faire, ça t'as fait ça, regarde t'as fait ça sur ton schéma, mais est-ce que c'est ce que t'as mis en place ici quoi.
43	A. B	Et aussi j'ai remarqué que c'était grâce aussi à vos interventions chaque fois dans les rangs vous vous intervenez pour toujours rappeler le problème de départ.
44	Prof	Oui c'est ça voilà. C'est important de toujours les rappeler, ben est-ce que finalement ils ont bien compris la consigne, est-ce qu'ils ont bien compris l'objectif, est-ce que justement on sait pas pour eux faire une expérience pour faire une expérience voilà est-ce que leur expérience leur permet d'atteindre l'objectif fixé.
45	A. B	D'accord, est-ce que vous pensez que l'expérience amène toujours les élèves à trouver la solution du problème de départ ?
46	Prof	Ben, une fois qu'elle a été mise en place une manipulation quand on fait passer l'élève au tableau pour montrer son montage, on compare et on essaye de voir pourquoi ça. On met toutes les propositions et on essaye de voir ben pourquoi, qu'est ce qui est différent pour l'un, qu'est ce qui est différent pour l'autre. Donc là il y a toute la partie échange justement qui est intéressante pour se rendre compte que on obtient la même chose mais que simplement comment dire l'interprétation des élèves peut être différente, alors que finalement la chose est la même quoi. On l'avait vu un peu ils mettaient le fil plus le fil moins et puis si l'autre il retournait, ils considéraient que c'était plus pareil. Alors que finalement qu'on disait ben si tu l'as mis comme ça, est-ce que t'as changé quelque chose ah non vous voyez mais ça seulement on leur fait comme même schématiser quoi.
47	A. B	Par exemple dans la première séance vous avez distribué un matériel expérimental : des piles, des ampoules pour les observer et faire des schémas, vous avez commencé par faire cela, donc cette phase a servi à quoi ?
48	Prof	Pour apprendre ben connaître le matériel qui vont utiliser, c'est savoir justement qu'est-ce que c'est une pile ils le savent qu'est-ce qu'est c'est une ampoule ils le savent, mais justement qu'est ce qui se passe comment s'est faite une ampoule. Là c'est une séance d'observation en même temps quoi. La découverte du matériel si je peux dire.
49	A. B	Donc c'était dans le sens de manipuler pour se familiariser au matériel quoi.

50	Prof	Oui, c'est-à-dire c'est une observation mais en situation réelle quoi, je vais pas leur donner un schéma puis leur dire voilà comment c'est une ampoule. Je veux que eux-mêmes arrivent à voir comment c'est une ampoule réussissent à schématiser grosso modo, et après c'est de référer à l'ampoule pour voir ce qui amènent les uns et les autres, est-ce que c'est bien ce qu'on a observé, c'est aussi on les apprendre à observer.
51	A. B	D'accord, donc quel est, j'ai remarqué aussi que à chaque fois vous demandez aux élèves de faire des schémas ? Donc selon vous quelle est l'importance de faire des schémas de montages et de schématiser chaque expérience ?
52	Prof	A ben déjà c'est pour visualiser et c'est pour également les habituer à faire un schéma qui est juste. Un enfant qui va me dessiner une pile qui est pas une pile, la différence entre ce qu'ils observent et ce qu'ils transcrivent sur le papier. Donc il faut que ce soit que ce soit similaire quoi. Et après seulement on arrive à les habituer à la symbolisation, après l'ampoule on dessinait plus l'ampoule à chaque fois, on avait compris comment ça marchait on avait compris comment c'était hop l'ampoule c'était simplement le rond avec la croix.
53	A. B	Et je pense aussi dans la cinquième séance, c'était comment montrer aux élèves de partir d'un plan pour faire un montage.
54	Prof	Oui c'est ça voilà. Au début c'est le matériel tel quel est, après on se rend compte qu'on pourra pas dessiner sans avoir dessiner une pile sans avoir dessiner une ampoule. Donc on passe à la schématisation, voilà une pile une pile pour moi ça va être le plus moins et c'est tout, le fil ça va être un trait, l'ampoule c'est le rond avec la croix ah, l'utilité de la schématisation quoi.
55	A. B	D'accord, bon on va prendre comme exemple la deuxième séance où vous avez travaillé sur comment allumer une ampoule. D'après vous quelle est la fonction de l'expérience dans cette séance ? l'expérience a servi à quoi ?
56	Prof	Ah alors cette séance là c'était les piles plates. C'était pour permettre aux enfants, ben il y a des enfants qui ont l'impression entre guillemets de savoir... Donc ils partent avec des fois des bons, il y en a qui ont des connaissances. Ils en a qui ont des si je peux dire des préjugés, ils s'imaginent qu'on va mettre .. et puis après c'était aussi pour commencer déjà à schématiser des choses simples. Ils y'en a ils touchent tous les deux avec les deux pôles le plot et ils disaient que ça s'allumait ou le plot et le culot là ça s'allumait ou des fois le plot, et ils disaient que ça s'allumait là c'était aussi pour les familiariser et puis qu'ils soient comment dire précis dans leur schématisation quoi.
57	A. B	Donc ici il y avait pas d'hypothèses déjà établies pour cette séance ?
58	Prof	Non là c'était découvrir l'hypothèse, ben là ils émettent pas d'hypothèses, ils cherchaient comment l'allumer quoi, tandis qu'après quand ils ont commencé à avoir des bases, là ils commencent à émettre des hypothèses puisque avant de se lancer dans leur manipulation ils devaient réfléchir, je pense que là c'était ça là mais. Il n'y a pas eu des hypothèses, c'était d'abord comment on fait découverte mais sans hypothèses. Les deux premières séances il y avait pas d'hypothèses, c'était prendre connaissance du matériel, on cherchait on réfléchissait on observait et par contre après on commence à émettre des hypothèses.

59	A. B	D'accord, est-ce que les expériences que vous avez faites dans toute la séquence ont le même rôle ? la même fonction ? ou elles ont des fonctions différentes ?
60	Prof	Non ça toujours la même fonction, mais à chaque fois petit à petit on est plus exigeant quoi plus exigeant dans la schématisation plus exigeant dans la réflexion petit à petit justement l'objectif à la fin c'est...
61	A. B	Est-ce que les expériences dans cette séquence sont faites toujours pour vérifier des hypothèses ?
62	Prof	Oui. C'est à la fois pour vérifier les hypothèses et vérifier les différentes réponses et les différentes solutions amenées par les élèves, qu'elles soient bonnes ou qu'elles soient fausses, l'objectif c'est justement l'expérimentation permet justement de valider ou d'invalider.
63	A. B	D'accord, quels sont les problèmes que vous avez traités dans cette séquence ? les problèmes de départ ? par exemple dans une séance c'était comment on arrive à allumer une ampoule, dans la dernière séance vous avez travaillé sur le sens du courant.
64	Prof	Ah on a vu que quand a allumé l'ampoule bon la jusque-là c'était la pile l'ampoule, après bon comme je vous disais après loin etc. Après c'était il va à la schématisation et delà, après on est passé ben maintenant donc ils savent schématiser qu'ils savent faire comme ils savent faire un circuit électrique simple, on a introduit le moteur et on se rend compte que quand on inverse le plus le moins le moteur ne tourne pas dans le même sens donc le courant a un sens.
65	A. B	Donc c'était quoi le but général de la séquence ? les problèmes principaux que vous avez traités ?
66	Prof	Sur l'ensemble des séances ?
67	A. B	Oui sur l'ensemble.
68	Prof	Ah ben c'était les problèmes sur l'électricité, c'est justement l'électricité le sens de l'électricité, l'utilisation de l'électricité, le circuit électrique après quand on a mis la diode c'était le même chose justement. C'était montrer également ben pour la diode c'est une ampoule, mais pareil la diode c'est finalement elle obéit à un sens à un plus et à un moins. Donc c'est pareil observation de la diode il y a une petite patte une grande patte, schématiser d'une manière précise, et après justement ben quand je la branche d'une certaine manière elle s'allume pas quand je l'inverse hop quand je l'inverse, il y en a qui ont inversé dès le début mais quand je l'inverse où elle s'allume où elle s'éteint. Donc là on vérifie que le courant avait un sens.
69	A. B	D'accord et pour le montage en série et le montage en parallèle aussi ?
70	Prof	Oui alors là c'était une comparaison, j'ai deux ou trois ampoules comment les allumer, alors d'abord on leur donne le nombre de fils qu'il veulent, et puis justement là après voir ben les différentes possibilités et puis xxx inconvénients d'un montage en série au bout d'un moment les ampoules s'allumaient plus. Donc ben quel est l'avantage quel est l'inconvénient de chaque de chaque montage quoi.
71	A. B	D'accord, pour les traces écrites c'est l'avant dernière question, les traces écrites vous avez fait la trace écrite seulement pour la deuxième séance je pense, pourquoi il y avait pas dans d'autres séances ?

72	Prof	Alors les traces écrites que ce soit là où dans les autres matières en sciences, je leur fais d'abord parce que elles me servent de faire une trace écrite de faire de l'expression écrite en même temps. Donc mon expression écrite normalement c'est pas moi qui fait l'expression écrite, mais je leur fais faire des traces écrites avec de l'expression écrite. Les traces en sciences c'est-à-dire tout le vocabulaire particulier spécifique, au bout d'un moment je leur demande cinq minutes, je vais vous donner un cahier quand on a travaillé sur le cœur ou la respiration ou autre chose, au bout d'un moment je leur demande tout le vocabulaire dont ils se souviennent, Cœur, sang, muscle.
73	A. B	Vous avez fait pour l'électricité aussi ?
74	Prof	Dans toutes les thèmes en sciences, et je l'ai faite également dans l'électricité voilà.
75	A. B	C'est les élèves qui formulent les phrases ?
76	Prof	Avec ce vocabulaire c'est à eux de me donner des phrases avec les mots qu'ils ont rappelé et en fur et à mesure, et moi je mets les phrases que eux me donnent de manière à travailler le français travailler l'expression orale travailler l'expression écrite etc.
77	A. B	Vraiment c'est une bonne idée.
78	Prof	On fait la trace écrite ensemble, c'est même eux qui font la trace écrite finalement.
79	A. B	Oui j'ai remarqué ça vraiment, c'était dans la deuxième séance si je me rappelle bien.
80	Prof	Et en plus ça je trouve que ça leur permet de bien identifier le vocabulaire spécifique à la respiration ou à l'électricité, on a fait la reproduction à la reproduction etc. Je trouve qu'ils mémorisent mieux le vocabulaire.
81	A. B	Oui vraiment et c'est eux qui proposent.
82	Prof	Et en plus voilà après bon c'est et en plus ça leur permet justement de travailler est-ce que ma phrase est correcte, qu'est-ce que j'ai oublié comment je reformule mieux. Après pendant l'année par contre les traces écrites on va les travailler d'une manière à les travailler plus par thème quoi, c'est là on va travailler la circulation sanguine et l'appareil respiratoire, il faudra qu'ils sachent essayer pas à me faire une phrase sur la circulation sanguine venir à la respiration partir essayer de de de faire un plan.
83	A. B	Donc vous allez encore faire des traces écrites avec ce vocabulaire en électricité ?
84	Prof	En électricité non, parce que en électricité il y a pas beaucoup de traces écrites. Après c'est plus de la manipulation de la vérification voilà. Et par contre ce que je vous dise ce qui est intéressant, si là on est parti uniquement sans manipuler on s'est rendu compte que pour eux c'était trop difficile de se rendre compte si oui ou non ça fonctionne, donc d'où l'utilité de la manipulation.
85	A. B	D'accord, est ce qu'en électricité la manipulation était utile ? vous pouvez travailler cette thématique sans faire des manipulations ?
86	Prof	Oui absolument c'est trop abstrait. C'est trop compliqué pour les élèves. Là on va travailler cœur poumons, je vais leur ramener des cœurs et des poumons et on va faire une dissection.

87	A. B	D'accord bon la dernière question est-ce que vous allez faire une évaluation pour cette séquence ?
88	Prof	Oui alors l'évaluation ça va être justement ça va être les deux, ça va être à la fois un petit problème ben voilà j'essaye quoi comme matériel je vais l'allumer ils vont même ils vont avoir une commande entre guillemets. Et puis ils vont devoir réaliser cette petite commande.
89	A. B	Ça sera une manipulation aussi ? Donc l'évaluation sera pas sur papiers, les élèves vont manipuler ?
90	Prof	Oui ça sera une manipulation. Ça sera sur papier entre guillemets, mais avec de la manipulation voilà.
91	A. B	C'est bien, vous allez la faire quand ?
92	Prof	Ben là je sais pas encore ben je vous le dirai quand.
93	A. B	Bon c'était la dernière question, est-ce que vous avez quelque chose à rajouter ?
94	Prof	Non voilà.
95	A. B	Merci beaucoup.
96	Prof	De rien, avec ça l'évaluation entre guillemets, je vais leur dire ben voilà maintenant je leur donne un certain nombre de matériel je sais pas encore quoi exactement. Et puis ben allez y vous me réalisez un petit circuit électrique ça sera au choix. Et puis ce petit circuit électrique, il pourra choisir d'allumer une ou deux ou trois ampoules ou d'introduire un petit moteur et puis de réussir à faire le petit plan.
97	A. B	Je trouve même l'idée de faire l'évaluation avec des manipulations très intéressante pour les élèves.
98	Prof	Mais là ça va là par contre ils vont être libres c'est à eux ils vont avoir le matériel et puis à eux de réussir. Ils vont avoir des contraintes, allumer l'ampoule, faire tourner le moteur et machin. Vous voyez mais ils vont avoir le matériel, ils vont s'arranger et ils schématiseront leurs montages.
99	A. B	D'accord et comment vous allez faire pour les évaluer ?
100	Prof	Ah ben alors après ça sera là c'est un peu ça va être un peu en fonction de de leur réussite, est ce qu'ils réussissent est ce qu'ils ne réussissent pas, qu'est-ce qu'il leur a posé problème, est-ce que c'est leurs difficultés, est ce qu'ils arrivent à donner des noms des différents éléments. Ça va être en passant dans les rangs.
101	A. B	D'accord merci beaucoup pour le temps que vous m'avez consacré.
102	Prof	Non ben il y a pas de quoi. Ben pour l'évaluation je vous le dirai.
103	A. B	Merci pour tout.
104	Prof	Ben pour l'évaluation je vous le dirai, je vous préviendrai d'avance, mais ça va être comme ça une évaluation je leur donne du matériel au choix eux même ils vont avoir certaines conditions il y aura peut-être il y aura trop de matériel. Je vais vérifier d'abord si tous mes piles elles fonctionnent encore.
105	A. B	D'accord merci beaucoup monsieur.
106	Prof	Il y a pas de quoi et si vous voulez revenir faire un petit point vous me dites.
107	A. B	Merci beaucoup.

Annexe 8. Transcription de la séance portant sur le problème de « Comment avoir l'eau salée ? »

Date d'observation : 03/05/2022

1	Prof	C'est Mme Barroudi, elle va assister avec nous aux séances de Sciences pour observer. Pourquoi ben pour ben présentez-vous rapidement allez -y. Comme ça vous savez pourquoi elle est là.
2	Moi	Je suis Madame Barroudi, je fais ici le cours d'arabe vous me connaissez tous je pense.
3	La classe	Oui
4	Moi	Je prépare un mémoire de recherche à l'université. Je m'intéresse aux sciences, c'est pour ça je suis avec vous aujourd'hui. Je vais assister avec vous je pense cinq ou six fois. Je vais voir comment vous allez travailler et comment vous allez faire. Merci.
5	La classe	Merci
6	Prof	Alors on va travailler on va aborder un nouveau thème en sciences, comme ça au moins Mme Barroudi verra le début, parce qu'elle verra par forcément la fin parce que quelque fois on prend plus de temps pour faire des choses pas comme prévu. Alors d'où vient le sel de cuisine ? la première question c'est ça. D'où vient le sel de cuisine ? le sel que vous utilisez le sel que vos parents utilisent pour saler la nourriture.
7	Enzo	Des minerais.
8	Prof	Déjà tu vas lever la main comme d'habitude, tu peux pas prendre la parole comme ça. D'où vient le sel de cuisine ?
9	Enzo	Le sel de cuisine vient des minerais.
10	Prof	Je note ce que vous dites. Ça veut dire pas que je suis d'accord. Enzo nous dit que c'est un minerais. Est-ce que tu connais des minerais ? d'autres minerais ?
11	Enzo	Le fer.
12	Prof	Le fer, et tu le trouves où alors du coup ?
13	Enzo	Dans des grottes.
14	Prof	Dans des grottes, donc le sel ça sera un minerais qu'on trouve dans une grotte, c'est ça.
15	Enzo	Je sais pas.
16	Prof	C'est un minerais mais tu sais pas d'où il vient. Donc ça c'est la proposition d'Enzo. Emma.
17	Emma	Il y a certains sels qui viennent de la mer.
18	Prof	Il y a certains sels qui viennent de la mer. Alors certains sels. Matys.
19	Matys	Moi je dis que c'est vrai que c'est un minerais, on peut trouver ce sorte de minerais dans des endroits différents mais sinon je pense que c'est que dans la mer.
20	Prof	C'est un minerais, mais alors toi tu prends les deux. C'est un minerais qui vient de la mer. D'accord. Achille.
21	Achille	Je connais je pense que je sais comment on fait le sel de la mer.
22	Prof	Tu sais comment on fait le sel de la mer. Alors la question c'était : d'où vient le sel de cuisine ? Pour la réponse à la question ça serait quoi pour toi ?

23	Sarah	Le sel se trouve dans la mer.
24	Prof	Dans la mer aussi, Aron.
25	Aron	Moi je pense il vient plus du magasin.
26	La classe	(Rire)
27	Prof	D'accord. Le sel de cuisine vient du magasin c'est pas faut. Alors il faut remonter la chaîne.
28	Edouard	L'origine.
29	Prof	Oui c'est ça on remonte à l'origine. Là où on le trouve c'est vrai c'est le magasin Aron, mais après du coup si je dis on remonte.
30	Rim	L'usine.
31	Prof	Rim propose l'usine, et avant l'usine. Alors du coup j'ai pris en photo les deux, chez moi j'ai du sel, c'est pour ça que je pose la question et je vous montre. Comme ça avec les emballages ça vous donnera peut-être.
32	Alba	Il y a une baleine.
33	Prof	Est-ce que ça vient de la baleine ?
34	La classe	Non.
35	Eliot	C'est la marque.
36	Prof	Il faut qu'on se mette d'accord, là c'est la marque. Donc on voit la marque. Qu'on regarde les emballages qu'est-ce est écrit ?
37	Emma	Sel moulu de Guérande.
38	Prof	Sel moulu de Guérande. C'est pour cet emballage-là.
39	Aron	Il y a du gros sel.
40	Fille	Il y a gros sel.
41	Prof	Oui sel de mer d'accord. Donc sel de mer, là du gros sel de mer. La baleine est-ce que vous êtes d'accord que le sel ne vient de la baleine et c'est de la marque ?
42	La classe	Oui.
43	Prof	Le sel vient de la mer. Est-ce que vous êtes d'accord avec ça ? Alors maintenant quand vous allez à la plage, quand vous allez à la mer, est-ce que vous voyez du sel ?
44	La classe	Non.
45	Prof	Si le sel vient de la mer, il est dans la mer mais comment le voit-on ?
46	La classe	Bruit.
47	Prof	Ne proposez pas dans vos coins, mais levez la main. Marine.
48	Marine	Quand on baigne.
49	Prof	Oui exact, quand vous êtes en train de baigner, vous sentez le sel. L'eau est salée. On a l'impression d'avoir du blanc.
50	Mélissa	Oui moi toujours j'ai du blanc sur moi et ça gratte.
51	Prof	Oui ça peut gratter parce que ça assèche la peau.
52	Jules	En fait, le sel de mer il est pas comme ça, pas en sachets de sel.
53	Prof	Oui c'est vrai qu'on trouve pas des sachets de sel dans la mer, c'est pas les sachets qu'on récupère.
54	Jules	Si.
55	Prof	Tu récupère des sachets.
56	Jules	A la pollution.
57	Prof	Le sel, Enzo on a dit quoi jusqu'à maintenant à la question d'où vient le sel de cuisine ?

58	Enzo	On a dit ça vient de l'eau.
59	Marie	On peut le sentir qu'on avalait à tasse.
60	Prof	Oui de l'eau mais il faut être précis. De l'eau de mer, ça vient de la mer. On dit qu'on le voit pas forcément qu'on est dans l'eau mais on il y a Marie qui dit qu'on peut le sentir qu'on avalait à tasse. On est d'accord. La question maintenant ça va être, là il y a deux personnes qui ont anticipé qui sont en train de proposer des solutions. La question ça va être comment est-ce qu'on récupère le sel de l'eau ? Comment récupérer le sel qui est dans l'eau ? vas-y Enzo.
61	Enzo	Je cherche profondément. Et quand cherche un peu sous le sol on peut le voir.
62	Rim	Je cherche au fond de la mer.
63	Prof	Oui, au fond de la mer, c'est du sable en fait. Donc réfléchissez. On revient à notre sel de mer, comment peut-on le récupérer. On était sur la proposition d'Enzo qui nous disait qu'on peut le trouver en allant tout au fond. Rim a dit en dessous du sable.
64	Rim	Oui moi je parle en dessous du sable.
65	Prof	C'est plus délicat ça, parce que le sable sur la plage. Ils nous parlaient du sable. Le sable qu'on trouve au fond, c'est le sable de la plage. Est-ce que le sable de la plage c'est le sel ?
66	La classe	Non
67	Prof	Non, après qu'on pique nique sur la plage ça apporte de sable pas très agréable mais c'est pas le sel. Alors, d'autres propositions ? Delya. La question c'est comment récupérer le sel ?
68	Delya	On peut utiliser un bol et faire passer le sel par des trous.
69	Prof	Pour ce qui ont entendu de quoi parle Delya ?
70	Marlène	Elle a dit qu'on peut prendre une sorte de bols, à l'intérieur il y a des trous et l'eau elle passe, et les trucs plus épais ça passe pas.
71	Prof	Alors comment ça s'appelle ? est ce qu'il y'est là le mot ?
72	Emma	Une passoire.
73	Prof	Oui passoire ou tamis. Alors ce que je vous propose vous allez réfléchir comment on peut faire sinon on aura pas le temps de faire la première expérience. Vous allez devoir mettre en place des expériences pour récupérer le sel de l'eau. L'eau du robinet elle n'est pas salée mais qu'est-ce que je peux faire pour avoir de l'eau salée ?
74	La classe	Mettre du sel dedans.
75	Prof	Pour pouvoir faire l'expérience de séparer le sel de l'eau. Qu'est ce qu'on va faire ? si je veux avoir de l'eau salée, qu'est-ce que je vais faire ? Alba, qu'est-ce que je vais pouvoir faire ? la première chose pour avoir de l'eau salée.
76	Alba	Mettre du sel dans l'eau. (Elle passe pour le mettre).
77	Prof	Voilà, vous allez mettre du sel dans l'eau. Mets du sel dans l'eau. Et après, là vous allez réfléchir. Là il y en a qui ont eu des idées. Vous allez réfléchir à comment faire pour récupérer le sel. Donc dans un premier temps vous allez, je vais vous donner de l'eau. Vous allez avoir un petit pot transparent.

78	La classe	Par deux.
79	Prof	Non pas par deux parce que 1,2,3,4. Par quatre ou par trois. Aron c'est pas parce que quelqu'un est dans la classe tu t'amuses à jouer. Aron par mesure de rapidité les groupes ils vont se faire par rapport à vos places. Donc c'est moi qui va faire les groupes. Donc vous allez avoir un pot transparent parce que si c'est pas transparent on va pas voir ce qui se passe. Je demande à quelqu'un de remplir la bouteille d'eau comme ça je mettrai de l'eau dans votre pot et puis vous aurez du sel et vous aurez une cuillère du sel d'accord. Et vous aurez une cuillère de sel, donc vous allez essayez d'avoir votre eau salée et après vous réfléchirez. Je vous donnerai une fiche vous réfléchirez à des expériences qui pourraient être faites en classe pour permettre de séparer le sel qui est dans l'eau, le sel de l'eau.
80	Nordine	Je sais.
81	Prof	C'est bien si tu sais, vous allez réfléchir par groupes. Donc Delya tu vas remplir la bouteille s'il te plaît. Aron tu vas en salle informatique tu vas chercher des petites cuillères, dans la salle d'informatique là où il y a les tasses à café et tout ça. Je donne les groupes donc vous allez vous retourner vous allez travailler avec Sara et Delya. Marius tu vas travailler.
82	Aron	Je prends combien ?
83	Prof	Six cuillères. Vous avez compris comment vous allez travailler, donc c'est bon. Vous, vous pouvez travailler à deux parce que il y a Harris qui sera là les prochaines fois. Oui c'est ça. Donc je vous donne un pot par groupe.
84	La classe	Bruit (Les élèves font les expériences).
85	Prof	Parce que je sais bien que dès que vous avez des choses vous oubliez. Là qu'est-ce que vous allez faire ? Première chose, on va pas avoir le temps d'aller au bout. Qu'est-ce que je vous demande de faire ici, là vous êtes en groupe vous avez une cuillère un pot avec de l'eau. Première chose comme vous êtes en groupe c'est bon qu'est-ce que vous allez faire ?
86	Eliot	Séparer l'eau du sel.
87	Prof	Avant ça, là vous pouvez rien faire, parce qu'on a dit que l'eau du robinet il était pas salée. Oui.
88	Alba	Mettre du sel.
89	Prof	Donc vous allez mettre une cuillère de sel dans l'eau et vous allez observer ce qui se passe. Et donc vous allez avoir tous une fiche sur laquelle vous allez noter ce que vous avez observé. Donc sur cette fiche je vais mettre entre parenthèses fiche parce que vous devez écrire sur la fiche. Observez ce qui se passe vous notez ce qui se passe sur la fiche. Ensuite qu'est-ce que vous devez faire ? Oui.
90	Delya	Faire des tentatives pour enlever le sel de l'eau.
91	Prof	Alors là pour l'instant faire des tentatives on va essayer de. Quand les scientifiques sont confrontés à un problème avant de faire leurs expériences qu'est ce qu'ils font d'après vous ? Avant de dire d'aller faire l'expérience. Qu'est ce qu'ils font ? Oui alors pas toujours toi. Emma.

92	Emma	Déjà comprendre comment ils doivent faire, Essayer de trouver comment faire.
93	Prof	Voilà essayer de trouver comment faire, donc ils vont d'abord réfléchir à des expériences. Et donc aujourd'hui quand vous aurez noté ce que vous avez observé quand vous avez mis le sel dans l'eau. Mayeul et Aron vous allez noter comment tu as dit Emma ?
94	Emma	Ils vont trouver comment ils pourraient faire.
95	Prof	Noter comment on pourrait faire pour récupérer le sel. Quand vous allez noter, vous allez noter sur la fiche. Vous pouvez noter comment, comment m'expliquer sur la fiche ce que vous voulez mettre en place la semaine prochaine, ça va se rapprocher de quelque chose que vous connaissez. Vous avez un problème, pour résoudre ce problème, comme les mathématiques, qu'est-ce que vous pouvez faire pour résoudre un problème en mathématiques ? ça va être la même chose ici.
96	Achille	On peut calculer.
97	Prof	Presque, avant le calcul. On va pouvoir faire des tests. On va pouvoir expliquer par des textes ou des phrases ou bien ? ou bien ? des schémas d'accord. Vous allez pouvoir faire des schémas pour expliquer ce que vous voulez faire. Alors vu l'heure l'objectif aujourd'hui c'est de réaliser le mélange de l'eau et du sel, de voir ce qui se passe et de noter et de réfléchir aux expériences pour la semaine prochaine. Comme ça on essaye de mettre en commun. Mayeul attends je n'ai pas fini écoutes. Et comme ça pour la semaine prochaine on aura les expériences à réaliser que vous proposez d'accord. Parce que si il y a du matériel à ramener et qu'on a pas là. On devra aussi savoir quel matériel on ramène. Alors je vous rappelle c'est des choses réalisables dans la classe avec du matériel qu'on peut avoir, que je peux essayer d'avoir. Il faut que ça soit réalisable. Mayeul vous distribue la fiche, moi je vous distribue votre sel. Observez bien. Les élèves manipulent et notent leurs observations sur les fiches distribuées. Regardez ce qui se passe et notez. Qu'est-ce que s'est passé pour le sel ? (Elle passe dans les rangs pour voir ce que les élèves font). Elle pose la question : alors qu'est-ce que vous avez observé ? Il y en a qui ont déjà oublié la deuxième étape, c'est écrit au tableau. La première étape vous notez ce que vous voyez et ensuite vous réfléchissez à ce qu'on pourrait faire pour récupérer le sel. Encore cinq minutes et on fait la mise en commun. Alors écoutez asseyiez-vous. Laissez maintenant la cuillère dans le pot. Au fur et à mesure on met en commun. Juste pour répondre, on va essayer vous allez écouter ce qui vont dire les camarades pour ne pas répéter. Si vous avez quelque chose à ajouter vous dites si c'est pour répéter non. Le but c'est de donner un maximum d'informations de ce que vous avez fait de ce que vous avez noté pour la mise en commun. Et après rapidement ça serait bien que vous composiez vos expériences vos propositions pour la semaine prochaine. Alors là ce que vous deviez noter c'est ce que vous

		observez à partir du moment où vous avez mis la cuillère de sel dans l'eau. Allez Rim.
98	Rim	On a mis la cuillère de sel, le sel reste au fond.
99	Prof	Alors attends, le sel reste au fond.
101	Rim	On a remué l'eau et on a comparé avec l'eau de la gourde de Zahia et c'était moins clair.
102	Prof	Tu as dit c'est moins clair c'est ça.
103	Rim	Oui.
104	Prof	Qui a quelque chose à ajouter de plus ? parce que dans tous les groupes où je suis passée vous alliez constater en effet que le sel est resté au fond vous avez fini par remuer, c'était les mots que vous avez utilisés. Alors après qui a observé d'autres choses en plus ?
105	Aron	Aussi à la lumière on peut voir le sel.
106	Prof	Vous avez vu le sel à la lumière, vous avez dû voir ce que disait le groupe. Est-ce que tout le monde a constaté que l'eau est moins claire une fois que vous l'avez mélangé.
107	La classe	Oui.
107	Prof	D'accord, Sarah maintenant.
108	Sarah	Le sel a disparu.
109	Prof	Le sel a disparu. Alors je note.
110	Sarah	Il est devenu tout blanc.
111	Prof	Le sel a disparu, il est devenu tout blanc. Alors je note.
112	Harris	Madame, il était marron.
113	La classe	Non.
114	Prof	C'est parce que comme il était, c'est la couleur qui connaît. Alors eux ont corrigé, vous avez dit non pas tout blanc vous avez dit ?
115	Enzo	Transparent.
116	Prof	Transparent, alors quels sont les groupes qui ont noté que le sel a disparu ? Vous aviez noté le sel est devenu transparent, d'accord. Si le sel a disparu ça veut dire qu'il n'existe plus du tout ?
117	La classe	Ben oui.
118	Prof	Mais il y en a qui se sont amusés à goûter l'eau, l'eau est ?
119	La classe	Salée.
120	Prof	L'eau est salée. Est-ce que le sel, est-ce qu'on peut dire que le sel a disparu ? Alors que quand vous avez goûté l'eau vous avez senti du sel. Si vous sentez du sel ben il a pas disparu.
121	Meriem	Non moi j'ai pas senti du sel.
122	Marius	En fait avec notre groupe on peut pas dire il a disparu il y a plus rien, il a disparu visuellement. En fait, il se réduit minuscule.
123	Prof	Donc il a disparu à la vue, c'est ça ? on peut dire que le sel a disparu à la vue.
124	Marius	Visuellement.
125	Prof	Visuellement.
126	Marlène	Il s'est décomposé.
127	Prof	Il s'est décomposé, est-ce que. Si comme on est en sport, lorsque je dis on arrête on arrête de faire rebondir les ballons et là on arrête de toucher ça. Alors je réponds au téléphone et après on essaye de continuer. Alors on reviendra sur cette idée parce que là on a pas

		le temps, je vais vous proposer rapidement les expériences. Mélissa j'ai pas déjà de bouger de s'agiter. Il reste une chose à faire, la semaine prochaine il faudra qu'on revienne sur cette idée de le sel a disparu à la vue, il est transparent c'est pas faux mais c'est pas vrai. On va voir on verra on va reparler. Qui a des expériences à proposer pour la semaine prochaine pour essayer de récupérer ce sel qui a on est d'accord il n'a pas disparu concrètement, rapidement pour que je prépare le matériel dont vous aurez besoin. Oui.
128	Enzo	Il faut un tissu et l'eau, on peut voir le sel qui reste.
129	Prof	D'accord, donc on propose un tissu, je vais noter sur une autre affiche derrière. Donc il faudra du tissu. Qui une autre proposition ? Mais Aron si tu parles à chaque fois c'est pas possible. Emma.
130	Emma	Une passoire.
131	Prof	Donc on parlait de la passoire, Alors il faudrait trouver une passoire avec des tout petits trous, ça s'appelle un tamis. On verra si on trouve ça. Réfléchissez chez vous de trouver quelque chose avec des tout petits trous.
132	Marius	Nous on a pensé que l'eau avec la chaleur ça se dissous mais pas le sel, du coup on s'est dit si on peut mettre de la chaleur en dessous de l'eau, l'eau va être dissous mais pas le sel.
133	Prof	Alors de la chaleur, donc garde cette idée.
134	Mayeul	C'est une bonne idée.
135	Prof	C'est une bonne idée on peut essayer mais c'est pas sûr. Voilà vos idées, donc la semaine prochaine on reviendra sur ça. Ecoutez mettez vos prénoms sur les affiches.

Annexe 9. Transcription des séances (1 et 2) portant sur le problème de séparation du sel de l'eau salée.

Date d'observation : 10/05/2022

1	Prof	Alors, qui peut nous rappeler de ce qu'on a fait la semaine dernière ?
2	Alba	On a fait une expérience de l'eau et du sel.
3	Prof	D'accord on a fait une expérience avec de l'eau et du sel. Emma.
4	Emma	En fait, on a fait d'où vient le sel.
5	Prof	Oui déjà la question de départ la question initiale c'était d'où vient le sel de cuisine ? d'accord. Et puis vous avez fait des suppositions on était arrivé à la réponse que ça venait de la mer. Et donc c'était comment on récupère le sel de cuisine et avant de savoir comment récupérer le sel de cuisine alors si jamais l'eau de mer on aurait pas fait cette expérience mais avant de récupérer le sel de cuisine quelle expérience on a fait ?
6	Marlène	Mettre de l'eau dans le pot et mettre du sel.
7	Prof	D'accord vous avez mis une cuillère du sel dans un pot. Qu'avez-vous observé ?
8	Nordine	On était pas là.
9	Prof	Ben tu écoutes c'est pour ça qu'on fait un petit récapitulatif. Qu'aviez vous constaté ? Aron.
10	Aron	Quand on met le sel dans l'eau il reste en bas, et quand on mélange c'est comme le sirop ben quand on mélange ça se mélange avec l'eau.
11	Prof	Alors une chose à la fois. Donc le sel s'est déposé au fond puis vous aviez mélangé et qu'aviez vous constaté quand vous aviez mélangé ? Si vous rappelez plus j'ai la fiche mais qu'aviez vous constaté ?
12	Zahia	Le sel a disparu.
13	Prof	Alors on me disait que le sel avait disparu mais j'ai ajouté à la vue parce que certains d'entre vous. Par contre là vous allez récupérer vos pots de la semaine dernière mais vous n'allez plus goûtez maintenant ce qui n'ont pas goûté tant pis. Le sel a disparu à la vue puisque ceux qui ont goûté l'eau, l'eau est salée c'est-à-dire l'eau est toujours là. Il a pas disparu, le sel est là c'est juste que il s'est devenu transparent on dit que le sel s'est dissous d'accord il s'est dissous dans l'eau parce qu'il est soluble. Soluble ça veut dire qu'il peut se dissoudre. Lorsqu'on le met avec l'eau on le voit plus et pourtant il est là d'accord. Donc dire qu'il a disparu ce n'est pas vrai d'un point de vue scientifique puisque le sel n'a pas disparu sauf qu'il s'est dissous mais c'est incorporé à l'eau d'accord. Alors écoutez bien ça c'est ce qu'on avait fait la semaine dernière c'était l'expérience que vous avez mélangée. Donc vous allez avoir une fiche avec expérience 1 c'est l'expérience qu'on a faite la semaine dernière j'ai juste mis les conclusions avec le vocabulaire parce que le but c'est quand même que vous ayez du vocabulaire. (Voir les productions des élèves dans l'annexe 29).

		Donc l'eau et le sel forment ce qu'on appelle un mélange, on a mélangé l'eau et le sel ça fait un mélange. J'ai souligné j'ai mis en gras les mots importants les mots à retenir. Le sel est devenu complètement invisible donc il a disparu à la vue on le voit plus, on dit qu'il est dissous dans l'eau, il est soluble. On appelle ce mélange solution alors c'est pas une solution d'un problème c'est un autre sens du mot solution. En français vous savez qu'il y a plusieurs sens pour un mot et solution c'est aussi un mélange de plusieurs éléments, là il y a deux éléments. Donc le premier travail que vous allez faire parce que il faut quand même qu'on est une trace individuelle de ce qui a été fait. C'est que vous allez juste dans le premier cadre me dessiner ce que vous avez fait oui me représenter me schématiser pas dessiner parce qu'on est en sciences donc schématiser ce que vous avez fait la semaine dernière d'accord parce que on sciences il y a des écrits mais il y a aussi des schémas. Donc voilà première étape j'ai la petite trace écrite vous dessinez dans le premier cadre la première expérience celle où vous avez mélangé l'eau et le sel au crayon gris le schéma. Vous pouvez aussi appeler annoter le schéma avec une flèche notez les choses. Ensuite et on va enchaîner comme ça on va pas perdre du temps. Donc dans un premier temps vous relisez le petit texte et faites le schéma en l'annotant. Après ce que je vous demande c'est un petit peu faire appel à votre mémoire parce que qu'est-ce qu'on a une fois qu'on a ce schéma quelle était la question, la bonne impression c'était d'où vient le sel de cuisine ? la deuxième question c'était ? Aron.
14	Aron	L'eau et le sel se mélangent.
15	Prof	Non ça on y a répondu. La deuxième chose on réfléchit à des manières et du matériel à ramener normalement.
16	Delya	Sur comment enlever le sel de l'eau.
17	Prof	Oui vous m'avez dit le sel de cuisine vient de la mer. Je vous demande comment les professionnels font pour tirer le sel de mer. Il y a des expériences qui sont faisables en classe pour reproduire un peu ces gestes. Et donc est-ce que vous vous rappelez de ce qui a avait été proposé ? Parce que vous, vous allez choisir vous n'avez pas pouvoir faire toutes les expériences et utiliser tout le matériel possible parce que vous n'avez pas ramené, j'en ai ramené mais du coup on va faire personne choix. Est-ce que vous vous rappelez ce que vous aviez proposé pour pouvoir récupérer le sel que vous avez placé, il y a du sel il est soluble et s'est dissous il est encore là, comment le récupérer maintenant ? C'est possible parce ça se fait naturellement ou normalement dans des usines.
18	Iliana	Avec une passoire.
19	Prof	Alors on avait parlé d'une passoire, quelle était Iliana le problème de la passoire ?
20	Iliana	Elle a des gros trous.
21	Prof	Oui donc j'ai vous proposé un autre chose qui s'appelle ?
22	Enzo	Tissu.
23	Prof	Oui on peut le faire avec du tissu.
24	Anatole	Un tamis.

25	Prof	Un tamis c'était le tamis, donc je vous montre on m'avait proposé. Tissu, passoire, tamis, chaleur on va le mettre de côté ça parce que chaleur c'est pas un accessoire mais on oublie pas d'accord on oublie pas. Donc là avant que vous me fassiez la deuxième expérience je vous distribue la fiche vous écrivez votre prénom pour ne pas la perdre que je la récupérerai on la collera quand on aura tout fini parce que normalement si on a le temps on finit aujourd'hui, on aura peut-être pas le temps vu que. Vous écrivez votre prénom, qui peut me rappeler ce que vous devez faire dans le premier cadre ? Que devez-vous faire dans le premier cadre ? Achille.
26	Achille	Vous devez faire un schéma de l'expérience qu'on a avait fait.
27	Prof	Oui c'est ça je vais faire apparaître l'affiche à l'écran comme ça je vais le noter pour éviter qu'on pose la question. Vous la poserez j'en suis sûre mais. Donc voilà dans le premier cadre ce que je vous demande de faire c'est un schéma et des annotations. Non donc vous allez mettre sel et eau pot. Vous allez me dessiner ce que vous fait la semaine dernière d'accord quand vous avez mélangé le sel et l'eau, vous me dessinez-vous vous me l'expliquez pas avec de mots vous me le dessinez. Dans l'expérience numéro 2.
28	Edouard	On fait un schéma ?
29	Prof	Ben un schéma vous me le schématisez et pas me l'expliquer. Tu vas maintenant schématiser ton expérience pour récupérer le sel de la solution donc le sel de votre mélange. Vous allez choisir tissu, passoire, tamis donc j'ai pas ramené passoire vous allez voir j'ai ramené différents éléments. Comment ça s'appelle quand on veut faire passer un liquide on fait quoi ?
30	Alba	Filtrage.
31	Prof	Oui on fait un filtrage, donc des éléments pour filtrer très bien. Alors qu'est-ce qu'on peut prendre d'autre ? J'ai prévu autre chose puisque on parle de filtrage ou la Filtration. Qu'est-ce que je pourrai prendre aussi en expérience possible ?
32	Enzo	Un filtre à café.
33	Prof	Un filtre à café, oui j'ai pris.
34	Harris	Ou bien un filtre pour les poissons.
35	Enzo	Dans le robinet, il y a un petit machin...
36	Prof	Oui il y a un truc qui empêchent les particules comme les petits grains de poussière de passer. Mais ça je l'ai pas. Donc vous allez avoir à disposition il y a des filtres à café, des morceaux de tissu, alors c'est pas des passoires j'ai ramené des boules à thé, c'est une passoire avec des petites bouts, alors voilà c'est ce que j'ai ramené. Donc vous ce que vous allez faire c'est que vous allez une fois que. Vous pouvez travailler par deux, vous allez travailler par deux pour l'instant.
37	Harris	Quatre.
38	Prof	Vous étiez par quatre, alors vous allez travailler par quatre, trois ou quatre ça dépend. Vous allez vous remettre par groupes et réfléchir à trois ou quatre quelle expérience, quel matériel vous allez utiliser pour filtrer votre eau et ça vous allez me le dessiner et me l'expliquer. Je passerai et quand je pense que vous avez bien

		expliqué ce que vous voulez faire donc c'est maintenant à toi de jouer vous allez me faire l'expérience. Qui n'a pas compris ?
39	Marius	Et ben nous on peut pas faire la filtration parce que nous on avait l'idée de la chaleur.
40	Prof	La chaleur c'est pas une mauvaise idée du tout pour l'instant on va la mettre du côté.
41	Marius	Oui mais on peut.
42	Prof	J'ai pas dit que vous pouvez pas.
43	Marius	Vous avez le micro-onde.
44	Prof	Oui mais est-ce que le micro-onde ou la chaleur ça fait partie de la filtration. Donc c'est pour ça qu'on va la faire dans un deuxième temps. On va partir sur la filtration. Vous écrivez votre prénom et vous réfléchissez sur la première expérience, sur comment vous allez représenter tout ça. L'enseignante désigne les groupes de travail. Les élèves travaillent. L'enseignante passe dans les rangs. Alors écoutez pour ceux qui ont fait leurs expériences, vous devez noter vos conclusions. Est-ce que ça marchait, si ça marchait qu'est-ce que vous observez ? si ça n'a pas marchait qu'est-ce que vous observez ? Et il y en a qui ont déjà proposé d'autres solutions. Donc réfléchissez. Asseyez-vous écoutez je vous rappelle que vous deviez noter ce que vous avez fait. Vous devez expliquer ici ce que vous envisagez de faire. Et dans le cadre expérience 2 schématisez. Maintenant à toi de jouer vous avez fait l'expérience, note tes observations, que peut tu conclure, a tu réussi à récupérer le sel. Donc vous devez noter ce que vous avez constaté mais peut être que dans ce que vous avez constaté ici il y en a déjà qui ont donné de pistes, qui sont déjà vu des choses. Si vous n'avez pas encore fait je vous laisse trois quatre minutes pour compléter votre expérience de départ et vos conclusions. Mais de manière générale qu'est-ce que vous pouvez conclure ? Est-ce que votre expérience a fonctionné ? est-ce que la filtration a permis de récupérer le sel ?
45	La classe	Non.
46	Prof	Non, la filtration telle qu'on l'a faite n'a pas permis de récupérer le sel. Donc ça peut être une conclusion possible, d'accord la filtration n'a pas permis de récupérer le sel. Donc je vous laisse trois quatre minutes pour compléter ça. Vous n'allez pas au verso pour l'instant vous restez du côté d'expérience 2. Si vous avez complété ben tant mieux. Mais vous pouvez aussi commencer à réfléchir puisque j'avais dit qu'on mettait de côté l'histoire de chaleur. Comment est-ce qu'on pourrait essayer de mettre en place une expérience qui fasse entrer la chaleur comme moyen de récupérer le sel ? Rim tu peux rappeler une fois que vous avez terminé de compléter ici ce que vous devez faire.
47	Rim	Je sais pas.
48	Prof	Ben tu sais pas parce que tu n'as pas écouté. Qui peut rappeler ce que j'ai demandé de faire ? le temps que certains complètent leurs conclusions. Qu'est-ce que les autres doivent faire ? Alba.

49	Alba	Trouver des idées pour la semaine prochaine pour récupérer le sel.
50	Prof	Oui essayer de trouver des idées mais pas n'importe comment, pour faire entrer l'idée de ?
51	Alba	Chaleur.
52	Prof	Et ça vous allez le garder à l'esprit parce que je vais vous passer un documentaire sur les marais salants et il y aura peut-être quelques apports de réflexion. Donc vous allez tourner votre feuille. Vous allez voir comment récupérer le sel dans la nature ou au niveau industriel. Ça c'est l'objectif pour vous c'est de comprendre comment récupérer le sel en vrai d'accord. Comment on récupère le sel de cuisine. Une fois que vous aurez noté ça il faudra réfléchir à comment on pourrait faire ça dans la classe, comment trouver l'expérience qui se rapproche de ce que propose le documentaire en gardant toujours parce que c'était vraiment pas une mauvaise idée la proposition de Marius la semaine dernière. Et puis il y a aussi Achille qui y'en a parlé. Vous vous remettez dans le bon sens. Alors après j'ai envahi ton espace. Retournez à votre place pour l'instant, je vais pas vous mettre tout le documentaire parce qu'il va être trop long et le toit est très intéressant, peut-être je vous montrerai la fin une autre fois mais j'ai sélectionné des passages pour vous puissiez répondre à la question. Assieds-toi bien Zahia. Le documentaire : « Ça y est Johnny, la grande saison de la récolte du sel a commencé, un travail énorme on ramasse 5 à 6 tons par jour. -Oui je vois ça se passe dans le sud de la France au pays des flamants roses. -Regarde des machines à récolte, pour une fois une activité humaine favorise la biodiversité. -Tout commence par le pompage de l'eau de mer en mois de Mars au début du printemps. Après 6 mois, l'eau de mer circule d'un détend à un autre et parcourt une soixantaine de kilomètres jusqu'au tables salantes. Les sels sont suffisamment concentrés pour être récoltés. Les gens d'ici et les sauniers travaillent avec la complexité de la nature, leurs principaux outils sont le soleil et le vent et tu vas voir Johnny les sauniers se considèrent comme des agriculteurs de la mer ». Qu'est ce qu'ils sont en train de faire là ? Ils vont d'un bassin à un autre. Qu'est ce qu'ils font ? Alba.
53	Alba	Ils voient combien de sel dans chacun.
54	Prof	Voilà c'est ils vérifient la concentration du sel dans l'eau. Et là plus ils se déplacent ils constatent quoi ? On entend pas très bien forcément ce qu'il dit. Eliot.
55	Eliot	Puis ils se déplacent plus il y en a beaucoup.
56	Prof	Oui plus ils avancent d'un bassin à un autre plus il y a de sel dans l'eau, la concentration est plus en plus élevée. Le sel qui est dans l'eau de mer vient d'où ? à l'origine ? le sel de l'eau de mer ? Sarah.
57	Sarah	La pluie.
58	Prof	Pas exactement la pluie aide mais. D'où vient l'eau salée, le sel de l'eau de mer ? d'où vient-il ? à l'origine au tout départ ? Oui.

59	Anatole	C'est la pluie.
60	Prof	Mais la pluie elle vient sur les roches et comme elle abiment les roches d'accord, elle emporte avec elle des morceaux des particules de roche et ces particules de roches qui contenaient ce qui constitue le sel, donc ça va se mélanger dans l'eau dans l'eau de mer. Comment est récupéré le sel ? qu'est ce qu'ils nous montré ? qu'est ce qu'est permet de le récupérer ? Faites une phrase avec tout ça. Achille.
61	Achille	Les croutes de sel.
62	Prof	Donc ça c'est la fin c'est la fin du processus là on arrive au sel, le sel était dans la mer et puis là c'est la fin. Donc on voit une machine qui prend la croute. Mais qu'est-ce que s'est passée avant ? Delya.
63	Delya	Avant le sel était dans la mer.
64	Prof	Avant le sel il était dans la mer, qu'est ce qu'ils ont fait ? quels sont les étapes ? l'eau passe par quelle étape ?
65	Nordine	Ils ont fait l'eau dans le bassin.
66	Prof	L'eau passe par plein de bassins différents.
67	Nordine	On peut voir le sel au fond.
68	Prof	Au fond vous voyez pas sel, c'était d'autres éléments qui formaient des croutes mais c'était pas encore le sel. Donc on est d'accord l'eau passe par différents bassins et puis qu'est ce qu'est aide à ce que le sel apparaisse dans l'eau ou qu'est ce qui aide à ce que la présence du sel soit visible ? de manière simple ? quel est l'élément qui va aider à ce qui est moins d'eau pour qu'on puisse voir le sel ?
69	Marius	La chaleur.
70	Prof	La chaleur et donc dans la nature, qu'est ce qu'est formait la chaleur ?
71	Marius	Ben le soleil.
72	Prof	Oui c'est le soleil, au tout début vous avez eu la réponse. Qu'est ce qu'est aide les sauniers donc ceux qui travaillent pour récupérer le sel ? quels sont les deux éléments qui les aident à travailler ?
73	Marius	Le vent et le soleil.
74	Prof	Le vent et le soleil, pourquoi est-ce que le vent et le soleil aide à travailler à récupérer le sel ? qu'est ce qui se passe ? il y en a qui ont avait parlé la semaine dernière je sais pas vous rappelez. Mais qu'est ce qui fait que le vent et soleil vont aider à l'apparition du sel ? Emma.
75	Emma	C'est avec genre de machine.
76	Prof	Non le vent et le soleil, qu'est-ce que ça implique pour nous quand il y a du vent et du soleil ?
77	Emma	Ça sèche l'eau, quand l'eau sèche.
78	Marius	Ben elle s'évapore.
79	Prof	Elle s'évapore, c'est ça quand l'eau sèche c'est vrai l'eau sèche c'est pour ça qu'il dit ils ont récolté quand il n'y a pas eu trop de pluie parce que du coup quand la pluie se rajoute de l'eau ben du coup ça recommence tout presque.
80	Marius	Ils font ça en été.
81	Prof	Oui, c'est pour ça qu'ils commencent en Mars et finissent en septembre parce qu'ils profitent des mois d'été c'est dans le sud de

		France. Donc si là on retient comme idée principale que le sel est récupéré en partie par l'action du vent et du soleil qui s'évapore l'eau. Après il y a des réactions chimiques c'est pour ça que je vous ai pas tout mis dans la vidéo. Mais si l'idée principale est que le sel est récupéré grâce à l'action du vent du soleil qui fait que de bassin de bassin on a moins d'eau et plus de sel. Comment nous pourrions regarder ça dans la classe ? Comment pourrions nous récupérer le sel de votre eau dans la classe ?
82	Delya	La laisser au soleil.
83	Prof	Laisser au soleil les pots.
84	Marius	Oui mais ça va prendre beaucoup de temps.
85	Prof	Alors ça va prendre du temps, ça va dépendre de quoi ?
86	Marius	Ça va dépend du temps, après il y a le micro-onde et on peut faire aussi quoi ?
87	Mayeul	On peut l'exposer à la lumière pour l'échauffer.
88	Prof	Alors est-ce que la lumière ?
89	La classe	Non au soleil.
90	Prof	On va rester sur le soleil. On a le soleil dehors en ce moment ou même dans la classe il fait chaud. Donc ce qu'on peut faire, on l'a dit on l'a reformulé l'hypothèse, vos camarades l'ont reformulé. Comment le sel est-il récupéré dans la nature ? Vous allez faire une phrase pour le noter on l'a dit dans la nature le sel est récupéré en partie grâce à l'action de certains éléments, et vous allez schématiser expliquer l'expérience possible qui puisse être faite en classe.
91	Mayeul	Où sur la fenêtre.
92	Prof	Dans l'école on va dire, pour être plus large faite dans l'école. Allez-y je vous laisse 6, 7 minutes elle est 20. Donc dans un premier temps dans cette fiche il faut répondre à la question comment le sel est récupéré ou quel élément permet de récupérer le sel, comment le sel de mer est-il récupéré ? vous y répondez. Et puis vous allez essayer de schématiser une expérience possible et de l'expliquer pour qu'on puisse la mettre en place la semaine prochaine. Mettez vos prénoms sur les fiches parce que je vais les ramasser pour la semaine prochaine. Vous pouvez vos sacs parce qu'il est 25.

Séance 2

Date d'observation : 15/05/2022

1	Prof	Asseyez-vous correctement, j'avais dit de ranger le cahier dans le cartable. Alors les semaines précédentes, on a travaillé sur quoi ? Levez la main. Qu'avions-nous fait ? Zahia.
2	Zahia	D'où vient le sel de cuisine.
3	Prof	D'accord la première question c'était d'où vient le sel de cuisine. Qu'avions-nous fait après ?
4	Zahia	Après on a mis du sel dans de l'eau et on a cherché comment on peut faire pour récupérer le sel de l'eau.
5	Prof	Oui c'est ça, donc dans un premier temps on s'est demandé d'où vient le sel de cuisine, on s'est dit que d'accord il vient de la mer.

		J'ai vous avait montré que simplement sur les emballages c'est marqué sel de mer. Voilà c'était pas un mystère et la question c'était comment récupérer le sel de cuisine. Et comme j'avais pas l'eau de mer là sous le coude on a mis du sel dans l'eau, qu'est ce qu'on a observé lorsqu'on a mis le sel dans l'eau ? Marius.
6	Marius	On a observé que le sel restait au fond, et qu'on mélangé le sel a disparu à l'œil à la vue mais sinon il est toujours présent parce que quand l'eau est salée elle est devenue plus foncée.
7	Prof	Elle était un peu moins claire, on savait que le sel était là même si on le voit plus parce que l'eau était salée pour ce qui avait goûté l'eau. C'est ça. Comment on appelle, quand on a mis l'eau et le sel ensemble, on a fait quoi ? on a fait ? je vous l'avais dit la semaine dernière. Vous avez une fiche que vous allez récupérer pour la compléter. Ça forme quoi ? quand on met l'eau et le sel.
8	Marius	Un mélange.
9	Prof	Un mélange, c'est un mélange d'accord. On a eu un mélange eau et sel. Quand le sel a disparu à l'œil, il est devenu invisible mais on dit qu'il ?
10	Marius	S'évaporer.
11	Prof	Si c'est s'évaporer on trouve plus d'eau.
12	Alba	S'est dégradé.
13	Prof	C'est pas dégrader quel est le mot qui a été utilisé ?
14	Eliot	Il s'est dissous.
15	Prof	Bien il s'est dissous, parce qu'on dit que le sel est soluble dans l'eau. Je vais vous rendre vos fiches parce qu'on va noter ensemble la conclusion de la deuxième expérience. La première expérience vous avez mélangé le sel à l'eau et vous avez constaté que c'était devenu invisible, il s'est dissous dans l'eau, le sel était soluble. L'expérience deux vous aviez proposé des moyens pour récupérer le sel. Donc dans la deuxième expérience, on avait trouvé des moyens et vous avez fait l'expérience qui permettait de récupérer le sel. Qu'est-ce que vous aviez tous fait ? comment ça s'appelait cette expérience ? Oui.
16	Enzo	La filtration
17	Prof	Oui vous aviez essayé la filtration avec différents accessoires. Vous aviez utilisé quoi comme accessoires pour la filtration ?
18	Enzo	Tissu.
19	Prof	Il y avait du tissu.
20	Alba	Le filtre à café.
21	Prof	Le filtre à café.
22	Nordine	Une passoire
23	Prof	Une passoire ou les boule à thé avec les petits trous.
24	Achille	Un tamis.
25	Prof	C'était un tamis, on avait utilisé comme un tamis. Est-ce que la filtration a fonctionné ?
26	La classe	Non.
27	Prof	Donc on peut dire que la filtration n'a pas permis de récupérer le sel qui était dans l'eau. Donc ça c'est notre conclusion commune. L'expérience trois, à la suite de la petite vidéo je vous avais

		demandé de trouver une solution de trouver une expérience pour essayer de récupérer le sel de l'eau autrement que faire la filtration. Est-ce que vous rappelez ce que vous aviez proposé ?
28	Marlène	On avait dit que la chaleur va chauffer l'eau et puis on récupère le sel.
29	Prof	D'accord, est-ce que dans la nature on fait chauffer l'eau pour récupérer le sel ? Comment on peut trouver un moyen naturel sans utiliser une plaque chauffante, ça serait un processus accéléré on va dire. Ça permettrait d'aller plus vite mais là on va essayer de le voir, ça s'apparente le plus possible, ce soit le plus proche de la réalité mais c'est une solution qu'on pourrait expérimenter. Utiliser une plaque chauffante c'est dangereux on verra.
30	Marius	Avec le vent.
31	Prof	Oui là c'était le vent et le soleil qui permettaient de récupérer le sel de l'eau. Alors qu'est-ce qu'on pouvait faire nous dans la classe qui est faisable dans l'école on va dire avec le matériel qu'on a.
32	Marius	On peut faire un truc, mettre l'eau salée dans différents bassins et l'exposer au soleil et au vent.
33	Prof	Oui mais nous qu'est-ce qu'on pourrait faire ?
34	Marius	On peut déjà mettre l'eau salée du coup dans un pot et on le laisse au soleil.
35	Prof	D'accord ben on peut faire ça, on va d'abord laisser une première fois et puis faire ce genre de choses. On met le pot de l'eau salée au soleil et puis régulièrement on voit comment ça se passe et faire des observations régulières par exemple une fois par jour voir comment ça agit, déjà de ce mardi à mardi prochain on peut voir ce qui s'est passer. Donc voilà on va essayer de mettre en place l'expérience on va pas prendre beaucoup de temps. Il y aura d'autres expériences à faire. On va vous rend vos fiches, si vous vous rappelez bien j'explique j'ai vous avait demandé de conclure, donc là on va mettre la phrase de conclusion collective. L'expérience deux c'était la filtration, que peut-on conclure de la filtration ? on l'a dit il y a trois minutes.
36	Zahia	La filtration n'a pas marché.
37	Prof	Oui la filtration n'a pas fonctionné tout simplement. Donc le responsable distribue les fiches.
38	Sarah	Vous avez corrigé ?
39	Prof	Non non j'avais pas corrigé parce il y avait de corrections. Vous allez reprendre ici parce que tout le monde n'a pas conclu pas forcément correctement. Donc je peux faire la conclusion, écoutez là vous allez pouvoir écrire au Bic parce que c'est une trace collective. La filtration n'a pas permis de séparer le sel et l'eau dans le mélange, mais qu'est ce qui va permettre de le faire ? si c'est pas la filtration c'est quoi ? qu'est ce qu'on va faire nous ?
40	Anatole	La chaleur.
41	Prof	Oui on va essayer avec la chaleur. Donc en trace commune vous écrivez ce que j'écris. En dessous de votre conclusion à vous, pour faire la distinction, vous j'ai vous avait demandé d'écrire au crayon gris. Quand je demanderai de préparer l'évaluation ce que vous

		devez lire c'est ce qui est au bleu, c'est la phrase écrite commune. Donc La filtration n'a pas permis de séparer le sel et l'eau dans le mélange, nous allons essayer avec l'action de la chaleur. Quand ça c'est fait vous prendrez votre cahier de sciences. Anatole ne gomme pas tes conclusions à toi, je vous ai dit vous laissez vos conclusions celles que vous aviez tiré la semaine dernière mais vous complétez avec. Collez cette fiche dans vos cahiers de sciences.
42	Alba	C'est la chaleur qui va nous permettre de récupérer le sel.
43	Prof	On verra on verra. Vous prenez une double page dans le cahier de sciences puisque on change de sujet, vous mettez comme titre les mélanges. Allez-y cahier de sciences sinon on aura pas le temps de faire les autres expériences. Alors avant de passer à la question suivante pour les expériences on va d'abord mettre en place l'expérience pour vérifier l'action de la chaleur. Qui peut nous rappeler ce qu'on va faire pour mettre en évidence l'action de la chaleur pour séparer l'eau et le sel dans le mélange d'eau salée.
44	Harris	Grâce à l'évaporation.
45	Prof	Grâce à l'évaporation. C'est quoi l'évaporation ? Pouvez-vous m'expliquer comment l'eau s'évapore ?
46	Harris	Quand elle se transforme en nuages.
47	Prof	L'évaporation Harris dit c'est quand elle se transforme en nuages, pas exactement mais qu'est ce qui va se passer ? Normalement on peut déjà supposer on va mettre déjà du sel et de l'eau dans un pot avec la chaleur et l'évaporation. Qu'est-ce que peut se passer ?
48	Zahia	Ben l'eau va s'évaporer et se transformer en buée.
49	Prof	Pas exactement. On a mélangé de l'eau et du sel, qu'est ce qui se passe quand il y a de l'évaporation ?
50	Emma	L'eau elle va devenir de la fumée.
51	Prof	Elle va devenir un gaz invisible.
52	Marie	Vapeur d'eau.
53	Prof	Oui l'eau va se transformer grâce à la chaleur en vapeur d'eau, en gaz invisible, on parle de l'évaporation. On n'en revient pas parce que c'est difficile mais l'eau se transforme en gaz, on le voit pas. Mais on constatera que si l'eau s'évapore qu'est-ce que devrait laisser dans notre pot logiquement si nos hypothèses sont bonnes ?
54	Nordine	Le sel.
55	Prof	Le sel, logiquement là on va vérifier. Si on fait comme dans la nature avec les marais salants, si on met de l'eau et du sel, lorsque l'eau ça sera complètement évaporée si il ne restera que le sel et on espère bien que c'est ce qui va se passer, on verra.
56	Delya	Le sel il sera revisible.
57	Prof	Oui le sel il sera à nouveau revisible. Voilà ça se sont les hypothèses qu'on met en place. Je vais faire ce que vous venez de me dire pour qu'on garde en tête. Là j'ai mis de l'eau dans ce pot parce que en fait j'ai jeté tous les mélanges de la semaine dernière parce que vous les aviez filtrés puis après il y avait encore du sel mais il y a de la poussière. Je vais demander à quelqu'un de mettre

		deux cuillères de sel et de mélanger parce que on va revenir on l'a déjà faite, on va toute de suite mettre deux cuillères rases c'est-à-dire tout juste deux cuillères, ça sera notre mesure. Rases ça veut dire à ras, on essaye d'avoir la mesure on va mélanger. Comment je peux faire pour savoir quelle quantité d'eau j'ai mise ? Qu'est-ce que je pourrai faire ? Anatole.
58	Anatole	Faire un petit trait avec un feutre.
59	Prof	Bien je vais faire un trait avec un marqueur. Comme ça quand on regardera on va voir. On va d'abord mettre le sel parce que peut-être il y aura un changement. Allez Eliot tu viens mettre deux cuillères de sel rases. Alors rase c'est ça voilà, une cuillère, deux, vas-y, tu mélanges maintenant. Alors l'avantage c'est que demain c'est mercredi on sera pas là donc il y aura peut-être des choses à constater jeudi, ça fera deux jours. Attends on va demander à un autre témoin. Est-ce qu'il reste le sel de départ ? est ce qu'il a complètement disparu à l'œil ? il nous reste deux trois trucs ici, on va faire en sorte qu'ils partent. Par rapport à nos deux cuillères de sel, là c'est bon. Là le sel s'est complètement dissous, alors je vais le mettre là pour faire le trait pour que ce soit juste, bien. Donc voilà Eliot a tracé le trait, donc un trait pour repérer le niveau de départ de l'eau avec le sel, deux cuillères rases de sel et on regardera on commence à regarder jeudi, on espère que d'ici à mardi prochain qu'il y a des choses qu'on puisse voir. Tout ça je vais l'écrire sur une affiche. Avant de passer à la prochaine expérience on va quand même noter tout pour ce protocole-là. Donc là quelle est notre hypothèse ? J'attends que vous me rappelez ce qu'on a fait, pourquoi on fait ça ? et qu'est-ce qu'on attend nous ? on suppose quoi ?
60	Enzo	On suppose que le soleil va séparer l'eau et le sel.
61	Prof	On suppose que le soleil, on a dit qu'on va laisser par la chaleur. On suppose que la chaleur elle va faire quoi ?
62	Marlène	Elle va séparer le sel et l'eau.
63	Prof	Alors comment ? grâce à quoi ?
64	Achille	Grâce à l'évaporation
65	Prof	Grâce à l'évaporation. Et donc quand toute l'eau va disparaître par évaporation. Donc notre hypothèse on suppose que la chaleur va séparer le sel et l'eau grâce à l'évaporation. Au final on s'attend à quoi nous ? Qu'est-ce qu'on attend ?
66	Delya	L'eau et le sel vont s'évaporer.
67	Prof	Peut-être que le sel va s'évaporer aussi et puis on aura rien à conclure. Deux solutions, le sel va-il s'évaporer aussi.
68	Marius	Mais le sel ne s'évapore pas.
69	Prof	Ben je sais pas c'est ce qu'elle propose, on sait pas si le sel s'évapore aussi, on verra.
70	Marius	Le sel reste au fond.
71	Prof	D'accord, donc le sel restera. Qui peut rappeler combien on a mis de cuillères dans le pot ?
72	Alba	Deux cuillères.

73	Prof	Deux cuillères, donc on a mélangé deux cuillères rases de sel avec de l'eau et on a marqué le niveau. Est-ce que vous voyez des choses à rajouter pour pouvoir constater les résultats de l'expérience ? Oui.
74	Alba	Si c'est bon, normalement le sel il sera blanc.
75	Prof	Alors on verra ça. Le sel restera on verra après ce qu'on observera.
76	Delya	Oui on sait pas.
77	Prof	Ben on espère que si l'eau s'évaporerait totalement on va reprendre le sel et le remettre dans mon pot. On fera ce qu'il faut et on verra. Alors on laisse le sel l'eau le soleil la vapeur l'évaporation de côté. Comme autres expériences, là on a vu que le sel était solide. Fermez vos cahiers asseyez-vous correctement.

Annexe 10. Productions de groupe des élèves concernant la proposition des expériences de séparation du sel de l'eau salée.

Quand on a mis une cuillère de sel le sel est resté au fond puis on a remuer et l'eau est maintenant claire.

Le sel descendant en bas du pot après on mélange et le sel ~~descend~~
Comment faire pour récupérer le sel ???
Il faut mettre de l'eau chaude!!!

① Quand on mélange le sel à l'eau le sel reste au fond.
② Quand on chauffe le sel disparaît.
(le sel devient minuscule.)

Le sel descendant en bas du pot après on mélange et le sel disparaît.
Comment faire pour récupérer le sel ???
Il faut mettre de l'eau chaude

Le sel s'est réuni:

- On n'a mélangé x3
- Ensuite le sel a disparu.
- Le sel est devenu petit il a fondu

LE Sel est transparent
dans l'eau; Il faut
venir le liquifier

Annexe 11. Productions individuelles des élèves concernant la mise en place d'un protocole expérimental permettant de séparer le sel de l'eau.

Expérience 2

Tu vas maintenant schématiser ton expérience pour récupérer le sel de la solution et expliquer cette expérience avant de la réaliser.



*S'il y a du sel est encore
solide*

Maintenant à toi de jouer !

Note tes observations. Que peux-tu conclure ? As-tu réussi à récupérer le sel du mélange ?

*Mais on n'a pas pu
rien obtenir car le sel mais
le tiers était solide l'eau qui est
pluie dans le pot est toujours
solide*

Expérience 2

Tu vas maintenant schématiser ton expérience pour récupérer le sel de la solution et expliquer cette expérience avant de la réaliser.



*On avait choisi la boule
à thé pour récupérer le sel
On avait du sel*

Maintenant à toi de jouer !

Note tes observations. Que peux-tu conclure ? As-tu réussi à récupérer le sel du mélange ?

*Ça ne pas marcher avec la boule à thé
Parce que les trous sont trop gros*

Expérience 2



Tu vas maintenant schématiser ton expérience pour récupérer le sel de la solution et expliquer cette expérience avant de la réaliser.

*L'eau est encore
sable*

Maintenant à toi de jouer !

Note tes observations. Que peux-tu conclure ? As-tu réussi à récupérer le sel du mélange ?

*Mais nous n'avons pas
réussi à obtenir du sel mais
le tiers était solide l'eau qui est
placée dans le pot est toujours
sable.*

Expérience 2



Tu vas maintenant schématiser ton expérience pour récupérer le sel de la solution et expliquer cette expérience avant de la réaliser.

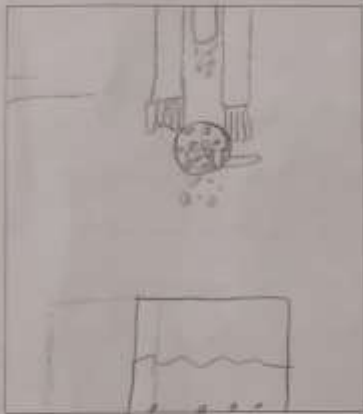
*on verse l'eau + le sel dans
l'eau dans un bocal et le sel
reste coincé dans le filtre à café.*

Maintenant à toi de jouer !

Note tes observations. Que peux-tu conclure ? As-tu réussi à récupérer le sel du mélange ?

non le sel ne se coince pas dans le filtre à café

Expérience 2



Tu vas maintenant schématiser ton expérience pour récupérer le sel de la solution et expliquer cette expérience avant de la réaliser.

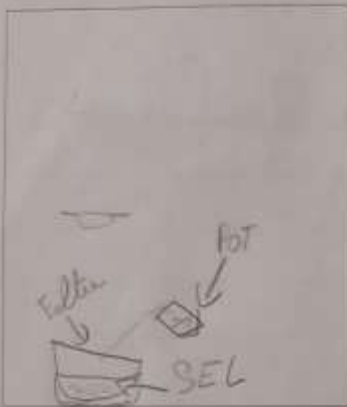
Nous nous choisissons
le bol à tap pour
la facilité on
n'a pas de rôle au fait
que se mélange

Maintenant à toi de jouer !

Note tes observations. Que peux-tu conclure ? As-tu réussi à récupérer le sel du mélange ?

ont à observer que se
na pas marcher qu'on a
les trous de la boule à tap
son tres grosse

Expérience 2



Tu vas maintenant schématiser ton expérience pour récupérer le sel de la solution et expliquer cette expérience avant de la réaliser.

On met le filtre dans un pot
puis on verse de l'eau dans
le filtre. Normalement le sel
sera dans le filtre

Maintenant à toi de jouer !

Note tes observations. Que peux-tu conclure ? As-tu réussi à récupérer le sel du mélange ?

L'eau passe à travers mais le sel aussi.
On n'a échoué

Expérience 2



Tu vas maintenant schématiser ton expérience pour récupérer le sel de la solution et expliquer cette expérience avant de la réaliser.

On met le filtre dans un pot puis on verse de l'eau dans le filtre. Normalement le sel sera dans le filtre.

Maintenant à toi de jouer !

Note tes observations. Que peux-tu conclure ? As-tu réussi à récupérer le sel du mélange ?

L'eau passe à travers mais le sel aussi. Donc on a perdu.

Expérience 2



Tu vas maintenant schématiser ton expérience pour récupérer le sel de la solution et expliquer cette expérience avant de la réaliser.

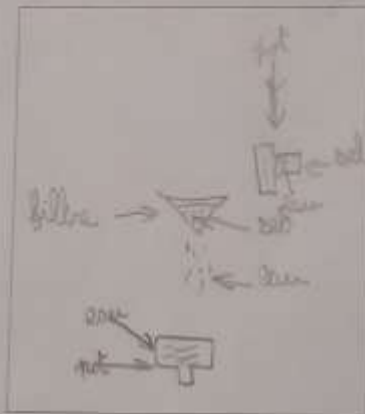
On met le tissu au dessus d'un autre pot puis on prend une cuillère de mélange.

Maintenant à toi de jouer !

Note tes observations. Que peux-tu conclure ? As-tu réussi à récupérer le sel du mélange ?

Non. Parce que le tissu n'a pas servi à récupérer le sel.

Expérience 2



Tu vas maintenant schématiser ton expérience pour récupérer le sel de la solution et expliquer cette expérience avant de la réaliser.

On verse le pot dans le filtre à café.
Puis on met le pot au-dessus pour
recueillir l'eau et laisser le sel dans
le filtre.

Maintenant à toi de jouer !

Note tes observations. Que peux-tu conclure ? As-tu réussi à récupérer le sel du mélange ?

L'eau passe à travers le filtre mais le sel aussi.
Nous avons échoué.

Expérience 2



Tu vas maintenant schématiser ton expérience pour récupérer le sel de la solution et expliquer cette expérience avant de la réaliser.

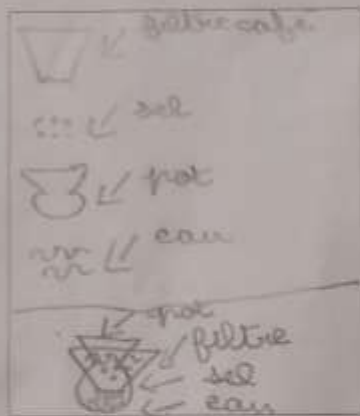
quand on verse l'eau salée
dans le filtre à café, le sel
reste et l'eau va dans le
pot vide.

Maintenant à toi de jouer !

Note tes observations. Que peux-tu conclure ? As-tu réussi à récupérer le sel du mélange ?

nous n'avons pas pu récupérer le sel
le sel ne passe pas à travers le filtre
à café.

Expérience 2



Tu vas maintenant schématiser ton expérience pour récupérer le sel de la solution et expliquer cette expérience avant de la réaliser.

On met le filtre dans un pot puis on verse l'eau dans le filtre. Puis le sel se reste dans le filtre et l'eau passe dans le pot.

Maintenant à toi de jouer !

Note tes observations. Que peux-tu conclure ? As-tu réussi à récupérer le sel du mélange ?

On a mis le filtre à café et le sel est pas passer. Donc on n'a échoué et non.

Expérience 2



Tu vas maintenant schématiser ton expérience pour récupérer le sel de la solution et expliquer cette expérience avant de la réaliser.

on a choisi la louche à toi on a mis impotite le sel et ~~le sel se a séparer~~ ~~précipité~~ ~~que c'est impotite~~

Maintenant à toi de jouer !

Note tes observations. Que peux-tu conclure ? As-tu réussi à récupérer le sel du mélange ?

Ben on n'a pas réussi à récupérer le sel ça n'a pas fonctionné on a observé que ça pas fonction

Expérience 2



Tu vas maintenant schématiser ton expérience pour récupérer le sel de la solution et expliquer cette expérience avant de la réaliser.

On prend un tissu
et on prend la
cuillère et on
met le sel sur
le tissu

Maintenant à toi de jouer !

Note tes observations. Que peux-tu conclure ? As-tu réussi à récupérer le sel du mélange ?

Non. Parce que le tissu n'a pas
permis de le récupérer

Expérience 2



Tu vas maintenant schématiser ton expérience pour récupérer le sel de la solution et expliquer cette expérience avant de la réaliser.

On pose le tissu au dessus
d'un autre pot puis
on y met une cuillère du
mélange.

Maintenant à toi de jouer !

Note tes observations. Que peux-tu conclure ? As-tu réussi à récupérer le sel du mélange ?

Non. Parce que le tissu n'a pas permis de
récupérer le sel

Annexe 12. Transcription des échanges concernant le suivi de l'expérience d'évaporation de l'eau salée.

Date de mise en place de l'expérience : le 15/ 05/2022

Observation effectuée le 31/05/2022

1	Prof	Alors dans un premier on va regarder ce qui se passer au niveau de l'expérience sur récupérer le sel en laissant l'eau s'évaporer. Donc la semaine dernière on avait juste fait ça en science, si je vous montre là je vais passer avec vous regardez. Est-ce qu'on dit que l'eau a disparu ?
2	La classe	Oui
3	Alba	C'est la magie.
4	Marius	Il s'est évaporé.
5	Prof	L'eau continue de s'évaporer et du coup on va pouvoir mettre une autre marque, on va changer de couleur tiens Marlène. Violé c'était premier niveau c'est quand on avait mis l'eau au départ, rouge c'était la semaine dernière, et là tu peux mettre bleu pour marquer le niveau de cette fois ci donc essaye de l'aligner pour mettre le trait attends que l'eau se stabilise voilà. Que constate-t-on qui peut me le rappeler ? Je l'ai dit il y a trente secondes mais je voudrais que ça soit vous. Delya.
6	Delya	L'eau a diminué.
7	Prof	Attention on a utilisé les beaux mots, c'est pas l'eau qui a diminué. On peut dire que le niveau de l'eau a baissé.
8	Delya	Elle s'évaporerait.
9	Prof	Oui l'eau se transforme en vapeur invisible, l'eau s'est évaporée c'est pour ça que vous voyez pas. La vapeur c'est invisible c'est pour ça que vous voyez pas mais là il y a des choses qui se passent et ça se voit pas grâce à la chaleur comme on avait dit et on espère qu'est ce qu'on espère là avant la fin de l'année ? c'est quoi le but de ça ? on espère quoi au final ? c'est quoi l'objectif ? parce que sinon si c'est que pour voir que l'eau s'évapore on l'a vu, nous c'est quoi notre objectif avec cette expérience-là ? qui peut me le rappeler ?
10	Anatole	Récupérer le sel.
11	Prof	Récupérer le sel qu'on a mis, est-ce que vous rappelez quelle quantité de sel on avait mis ?
12	Rim	Deux cuillères.
13	Prof	Deux cuillères rases de sel, donc ça c'était l'expérience.

Observation effectuée le 07 juin 2022

1	Prof	On va commencer par voir le niveau d'eau et faire un trait. Et puis dans quelques semaines on va contrôler le niveau d'eau pour voir, on a pas beaucoup de chance parce que c'était pas assez chaud que ça, on va contrôler le niveau, ça continue j'espère que d'ici à la fin de l'année on pourra récupérer notre sel sinon on le fera l'année prochaine, au

		pire si il y aura les deux mois d'été et on peut en septembre bien récupérer notre sel.
2	Emma	On va le garder dans la classe.
3	Prof	Oui je vais le garder dans la classe, et on va voir la semaine prochaine. Alors rapidement on peut voir que le niveau de l'eau a encore baissé. Elle passe le pot dans les rangs. ça a l'air assez régulier vous voyez, les traits l'alternance des traits ça a l'air assez régulier en tout cas le niveau continue de baisser, là on a une semaine deux semaines trois semaines, avec un peu de chance il reste quand même cinq semaines on peut espérer que d'ici cinq semaines et qu'il va faire chaud, ce qu'on pourrait faire c'est lorsqu'il fait vraiment chaud et le soleil tape, on peut essayer dehors ou j'essaye de le mettre sur mon bureau pour que ça s'évapore au plus vite avec la chaleur.
4	Marius	On peut le mettre dehors.
5	Prof	Le problème dehors si on laisse et qu'on oublie quand il commence à pleuvoir, c'est que on va tout recommencer. J'ai y pensé mais si on est dehors il faut mettre en un endroit où on est sûr que personne ne pourra l'atteindre. Si on le met sur la fenêtre il y a les autres classes qui vont le voir et qui ont accès, il y a la garderie, il faut trouver un endroit en extérieur inaccessible.
6	Marius	J'ai une idée, sur la cabane il a un endroit où le soleil réussit à ..
7	Prof	Oui donc il faudrait que vous regardiez là où le soleil il vous sera en présent. Alors sinon la semaine quelle avait-il la problématique posée. Quel problème j'ai vous avais posé pour réflexion ? vous devez réfléchir à une expérience à mettre en place pour pouvoir faire quoi ? Zahia.

Observation effectuée le 21/06/2022

15	Prof	Je vais passer notre eau salée parce qu'il y a des choses à constater, donc on avait déjà vu que l'eau sucrée s'est évaporée et puis vous pouvez récupérer le sucre. Je vais vous passer maintenant, pendant que ça passe donc vous observez bien et pas la peine de râler si vous avez pas encore vu vous allez la voir, ça va passer au rythme où ça va passer. Vous allez sortir vos cahiers de sciences vous allez observer et vous allez faire une phrase ou deux pour dire ce que vous avez observé, alors vous allez bien observer vous allez passer faire votre phrase d'accord, cette phrase vous allez la faire à l'expérience qui correspond, vous allez marquer observation au bout de six semaines, donc vous notez observation du mélange eau + sel au bout de six semaines, si vous avez pas de place à l'expérience qu'on avait faite prenez une nouvelle page c'est pas grave. Vous faites des phrases pour expliquer ce que vous observez.
16	Alba	On note la phrase sur le cahier ?
17	Prof	Oui vous notez, il faut utiliser tous vos sens sauf le goût on va pas goûter.
18	Jules	Mme Pouille il y a une odeur.
19	Prof	Oui il y a une odeur qui se dégage. J'ai rien ajouté, c'est le même pot que celui du départ. En attendant que ça finisse de passer, si vous

		voulez apporter des précisions, je vous laisse deux ou trois minutes pour faire vos observations, allez faites vos phrases. Donc on va faire un dernier témoin pour le niveau d'eau, donc quand vous regardez les traits si vous étiez dans une classe un peu plus haute on pourrait voir aussi la vitesse avec laquelle ça diminue d'accord et puis observer les éléments de l'environnement qui ont fait que ça a accéléré. A votre avis qu'est ce qui fait que d'une semaine à l'autre il y a certaines semaines où le niveau baisse plus vite, quel est le facteur l'élément extérieur qui fait que, et ben on peut le constater de la semaine dernière à cette semaine il y a eu vraiment une forte baisse du niveau de l'eau quel est le facteur quel est l'élément qui en rentre en compte ?
20	Mayeul	Il a fait chaud.
21	Prof	Oui il a fait beaucoup plus chaud que les autres jours-là ce weekend donc ça a accéléré
22	Enzo	Le processus.
23	Prof	Le processus, quel processus ? oui vas-y.
24	Enzo	De l'évaporation.
25	Prof	De l'évaporation, c'est bien retenu un peu ces mots la chaleur a accéléré le processus de l'évaporation, on a eu la filtration la décantation. Là on a Alba qui a prélevé alors c'est toujours un peu compliqué parce que l'eau est un peu trouble là donc on sait pas on va attendre de voir si ça se redépose et si il va falloir reprélever encore d'accord, donc c'est encore assez trouble c'est parce qu'elle a mélangé ou pas, je vais le faire passer mais là pas pour observation c'est juste pour voir. Entre le début si vous rappelez bien de votre eau sale et de ce qu'on a obtenu c'est vraiment pas mal, alors ça c'est ce qui reste du prélèvement. Tiens Sarah tu passe avec les deux tu montres juste comme ça rapidement. Alors du coup qui veut lire son observation, Rim tu peux te mettre debout de ta place.
26	Rim	L'eau + le sel en premier il reste de l'eau, après le niveau a baissé et le sel au fond est transparent. On voit des grains de sel.
27	Prof	Le sel au fond est transparent, il est pas transparent. Iliot.
28	Iliot	Le mélange de l'eau et du sel, on voit le sel qui reste au fond, quand j'ai senti le bol il y a une odeur.
29	Prof	Il y a une odeur qui s'en dégage, donc il dit que sur les parois du pot.
30	La classe	Du sel.
31	Prof	Oui voilà c'est ça sur les parois du pot on observe du sel qui s'accrochait, au fond il y a encore un peu d'eau comme le disait Rim il y a des grains de sel. Qui peut répéter ce que je viens de dire juste avant ça sur l'observation ? Allez rapidement comme ça on va à la suite, Marie.
32	Marie	Il y a du sel qui durcit sur
33	Prof	Oui il y a du sel qui a durci sur les bords, on dirait qu'il s'est accroché aux parois du bord de pot et au fond il reste un peu d'eau qui espérant il va disparaître la semaine prochaine si il fait chaud et voit réapparaître les grains de sel qu'on a dissout dans l'eau il y a quelques semaines, donc il réapparaît et ce n'est pas de la magie c'est de la science c'est de la chimie.

Observation effectuée le 28/06/2022

1	Prof	Qui peut me rappeler au départ la question qui s'était posée ? quelle était la question de départ de l'expérience de l'eau salée ?
2	Marie	Comment récupérer le sel ?
3	Prof	Oui comment récupérer le sel, comme le disait Marie a question était comment récupérer le sel qu'on a avait mélangé à l'eau. On avait mélangé plusieurs solides et on était après resté sur le sel et l'eau. Quand on avait mélangé le sel, qui peut me rappeler ce qu'on avait observé ? là on peut revenir sur l'expérience de l'évaluation, qu'est ce qu'on observait quand on regarde là l'eau + sel ? Qu'est ce qu'on observait ? Marius.
4	Marius	En fait le sel était descendu au fond.
5	Prof	Qu'est ce qu'on avait fait justement, continue.
6	Marius	On a remué l'eau devient trouble et le sel n'a pas disparu il se dissous.
7	Prof	Voilà le sel s'est dessous dans l'eau, il avait disparu à l'œil mais il n'avait pas complètement disparu, notre question était de savoir comment le récupérer ? Quelles étaient vos propositions pour récupérer l'eau ? Quelles étaient vos hypothèses ? qu'est-ce que vous aviez proposé comme expériences ? Mayeul.
8	Mayeul	Ben un filtre à café.
9	Prof	D'accord on avait essayé le filtre à café pour récupérer le sel, est-ce que ça avait fonctionné ? est-ce que l'expérience avait fonctionné ? est ce qu'on avait réussi à récupérer le sel dissous dans l'eau ?
10	La classe	Non.
11	Prof	Non, donc après ces expériences de filtration qui n'avaient pas fonctionné qu'est ce qu'on avait proposé comme expériences ? Alba.
12	Alba	On a laissé au soleil, on a laissé en classe.
13	Prof	Oui alors le soleil plus précisément le soleil il tape directement en classe, qu'est ce qu'on a laissé faire ?
14	La classe	La chaleur.
15	Prof	La chaleur, parce que grâce à la chaleur que se passe-t-il ? Iliot.
16	Iliot	Ben l'eau elle s'est évaporée.
17	Prof	L'eau s'évaporée, donc l'eau s'est évaporée. Dans toutes les semaines on avait constaté que le niveau de l'eau avait baissé en faisant des marques sur le pot, là on va pas faire de marque puisque il y a plus d'eau. Donc je vais faire passer le pot pour que vous observiez ce qui s'est passé, donc je vais gratter un peu. Donc qui se rappelle combien on avait mis de cuillères ?
18	Alba	Deux.
19	Prof	Deux, on avait mis deux cuillères rases, pour l'instant je vous laisse passer après je gratte. Fais passer Anatole, prenez vos cahiers de sciences. On va voir si il y a eu perte de sel ou pas ?
20	Rim	Ça sent le sel.
21	Prof	Donc l'odeur, oui ça sent le sel et c'est normal parce que c'est du sel donc jusque-là tout va bien c'est pas magique c'est scientifique c'est logique aussi. Ce qui ont vu le pot, dans votre cahier de

		sciences la semaine dernière on a déjà noté, donc vous allez noter observation finale puisque ça sera la dernière observation que nous ferons sur le mélange eau + sel sur la solution salée. A la suite de la semaine dernière vous écrivez en bleu moi je trouve pas mon Velléda, vous écrivez observation finale et vous notez par une phrase ce que vous voyez ce que vous observez et vous concluez vous faites la conclusion, je vous rappelle que l'hypothèse de départ c'était qu'on laissant faire la chaleur. Alors on pourra récupérer le sel en laissant l'eau s'évaporer en laissant faire la chaleur ça c'est l'hypothèse vous notez d'abord ce que vous avez observez quand le pot est passé puis vous concluez est-ce que l'hypothèse est juste, est-ce que on a en effet récupérer le sel en laissant faire la chaleur.
22	Edouard	On écrit.
23	Prof	Non l'hypothèse c'est un rappel, vous l'avez déjà écrit. Vous vous faites l'observation finale et la conclusion.
24	Edouard	On écrit en rouge.
25	Prof	Mais non j'ai dit je trouve pas mon Velléda noir. Bon qu'est-ce que vous avez observé ? pas toujours les mêmes.
26	Nordine	J'ai pas fini.
27	Prof	Tu peux participer même si tu n'as pas fini. Delya.
28	Delya	On a plus d'eau, le sel il est au fond.
29	Prof	Oui voilà on a observé il n'y a plus d'eau je vous demande pas d'inventer il n'y a plus d'eau, il y a encore du sel sur les parois.
30	Jules	Le sel est cristallisé.
31	Prof	Il y a encore du sel au fond, donc c'est moi qui vous ai proposé de le gratter pour pouvoir revenir à notre mesure de départ. Qu'est ce qu'on peut conclure ? Est-ce que l'hypothèse de départ, est-ce que ce qu'on avait imaginé au départ pour récupérer le sel a fonctionné ? est-ce que laisser l'eau s'évaporer grâce à la chaleur évidemment a permis de récupérer le sel ?
32	Marlène	L'hypothèse était exacte.
33	Prof	Voilà l'hypothèse était exacte ou juste, était bonne, était correcte, en effet l'évaporation, laisser l'eau le pot à l'air a permis à la chaleur de faire s'évaporer l'eau. Maintenant on va voir si on a récupéré les deux cuillères. Alors est-ce que c'est possible qu'on récupère plus ?
34	La classe	Non.
35	Prof	Tu pourras récupérer plus à quelle condition ?
36	Enzo	Si on a rajouté du sel.
37	Prof	Personne n'a rajouté, dans quelle condition il pourrait y avoir plus de sel ?
38	Sarah	Le sel a grossi.
39	Prof	Le sel a grossi
40	Marius	Peut-être de l'eau.
41	Prof	Alors peut être que l'eau du robinet qu'on a mis a contenu déjà du sel d'accord. Alors c'est pas ça va pas une mesure juste il aurait fallu vraiment le peser au milligramme, là on est parti sur des

		cuillères mais peut être que l'eau du robinet contenu du sel c'est pour ça qu'il pourrait y'avoir du sel, alors il y a combien ?
42	Edouard	Deux cuillères.
43	Prof	On a dit rases, ils étaient à ras les cuillères ?
44	Edouard	Non.
45	Prof	C'est pareil on va y avoir le même problème qu'avec notre eau pour récupérer, regardez. Là ça fait une rase une cuillère rase, on aurait dû la peser. Ce que je pourrais faire différemment c'est peser le sel parce que là on deux rases et il reste, donc peut être que le sel en plus comme vous l'avez dit ça viendrait de quoi ?
46	La classe	De l'eau.
47	Prof	De l'eau du robinet, donc voilà suite prochaine épisode, on a réussi on a récupéré notre sel.

Annexe 13. Productions individuelles des élèves concernant l'observation du mélange eau et sel au bout de 6 semaines.

Observation du mélange eau + sel au bout de 6 semaines

L'eau + le sel autour du pot ordinaire de la vapeur alors que c'est le sel et il reste de l'eau et le niveau baisse très quand on n'a fait l'expérience et il se fait très chaud et le sel est très apparent

Observation du mélange eau + sel au bout de 6 semaines

Il y a des cristaux de sel au fond et aussi du sel sur du côté sur les côtés et le niveau d'eau a baissé.

Observation du mélange eau + sel au bout de 6 semaines.

Il y a quelques cristaux de sel au fond, il y a de l'eau. Il y a du sel durci sur les côtés

S5 de mélange

Tous les germes sont réopérés et on dirait que une sorte de moisissure

Observation du mélange eau + sel au
bout de 6 semaines

il y a de gros tas de sel puis
du sel dur sur le bord
du verre et il y a une odeur

Observation du mélange eau +
sel au bout de 6 semaines.

J'ai vu que du sel
s'est déposé sur le bord
du pot et l'eau est
restée en bas et des morceaux
de sel sont en bas.

Observation du mélange eau + sel au
bout de 6 semaines

on sent de l'eau il y a un peu d'eau
on aperçoit le sel, ça Schema
ressemble à des cristaux



Observation de mélange eau + sel
au bout de 6 semaines

Après ^{l'eau} l'intervention le pot de sel
il reste du sel sur la côte et, en
sens le clore, il reste rempli
~~de~~ eau au fond.

~~Je vois de la buée~~

Observation du mélange eau + sel
au bout de 6 semaines.

Je vois de la buée et le sel reste
au fond et se sent le clore

Observation du mélange eau + sel au bout de 6 semaines

L'eau est très brune. On sent le clore. Il y a évaporation de
vapeur mais c'est du sel.

Observation du mélange eau + sel au bout
de 6 semaines

Le sel s'est cristallisé au fond et il y
a une sorte de buée. Je vois que c'est
le sel.

Observation du mélange eau + sel
au bout de 6 semaines

sel en cristal
du ~~pas~~ pas passer aux côtés et au
fond ~~il~~ il reste un peu d'eau et se
sent le cloré.

Observation du mélange eau + sel
au bout de 6 semaines.

On a vu que a diminuer l'eau
devenue claire il y avait une
base le sel et rester au fond.

Observation du mélange eau + sel
au bout de 6 semaines.

On voit que le sel est au fond
et que il y a de la base et l'eau
a diminuer.

observation du mélange
+ sel au bout de 6 semaines

Il y a du sel au fond

Observation du mélange eau + sel
au bout de 6 semaines.

Il y a du sel
au fond de l'eau le sel
est plus gros et le sel
est blanc.

Observation du mélange eau + sel au
bout de 6 semaines.

On observe l'eau qui se est bientôt évaporée
et il y a du sel au fond du pot et autour

Annexe 14. Transcription de la séance portant sur le problème de la solubilité des solides dans l'eau.

Date d'observation : 31/05/2022

1	Prof	Ben on espère que si l'eau s'évaporerait totalement on va reprendre le sel et le remettre dans mon pot. On fera ce qu'il faut et on verra. Alors on laisse le sel l'eau le soleil la vapeur l'évaporation de côté. Comme autres expériences, là on a vu que le sel était solide. Fermez vos cahiers asseyez-vous correctement. On a vu que le sel qui était un solide peut se dissoudre dans l'eau d'accord, donc je vais vous proposer d'autres solides, des solides en grains qui font des grains et vous allez essayer de voir si ils sont solubles dans l'eau. Je vais vous proposer quelques petites choses, des choses pas dangereuses pour vous parce que on est quand même en CM1 qu'on peut mélanger avec de l'eau. Il va pas falloir les goûter, je vais pas vous proposer de goûter, des choses dans la vie courante qu'on peut utiliser toujours qu'on pourrait essayer de mélanger à l'eau pour voir si ça se mélange ça se dissout ça disparaît à l'œil ou pas. Proposez-moi j'ai pas forcément ramener ce qu'il faut mais dans mon sachet là j'ai des choses, qu'est-ce qu'on pourrait essayer de mélanger à l'eau des choses solides en grains avec l'eau ?
2	Sarah	De la farine.
3	Prof	J'en ai. Une chose à la fois. J'ai ramené de la farine, il y a assez suffisant pour voir l'expérience. Il sera un groupe avec un mélange donc voilà. Quoi d'autre ?
4	Anatole	Sucre.
5	Prof	Bien, voilà le sucre. Encore deux choses il y aura quatre, non cinq il y aura cinq groupes. Des choses de la vie courante, il y en a que vous pouvez trouver dans votre cuisine.
6	Emma	Poivre.
7	Prof	Du poivre il y en a.
8	Edouard	Le sel.
9	Prof	Le sel on l'a déjà fait on va pas le refaire. Et quoi d'autre ?
10	Harris	Du café.
11	Prof	Oui du café, et il y a un cinquième que vous n'avez pas dans votre cuisine que je vais chercher dans le jardin.
12	Mélissa	Des fleurs.
13	Rim	De la terre.
14	Prof	La terre d'accord, il y a cinq éléments, il y a cinq solides qui se trouvent en grains que vous allez tester. Mais vous allez pas tester les cinq vous allez tester un par groupe. Je vais vous donner le solide, donc il y a du sucre, du poivre, la farine, café et de la terre. Là cette fois ci vous allez avoir une fiche qui va vous dire au fur et à mesure ce que vous devez faire, je vais la projeter. Je vous montre la fiche, les responsables vous allez les distribuer comme ça vous regarder le temps que je la trouve pour la vidéoprojetée. Alors vous regardez cette fiche vous allez la remplir au fur et à mesure de l'avancée de votre expérience, elle est individuelle mais bien sur vous y réfléchissez ensemble. Vous allez travailler par quatre et

		vous allez réfléchir ensemble, vous êtes 22 il y aura peut-être un groupe de deux, il y a deux qui travaillent sur le même solide c'est pas grave. Note le solide que tu utilises. La question c'est tous les solides en grains sont-ils solubles dans l'eau ? Note le solide que tu utilises, ben vous le saurez quand je vous aurai mis sur votre table, donc vous noterez ce que vous avez comme matière à expérimenter. Mes hypothèses, quand j'ai vous donné votre solide vous allez répondre oui ce solide est soluble dans l'eau, c'est-à-dire qu'il se dissout et disparaît complètement, non il n'est pas soluble dans l'eau. Donc la question c'est est ce qu'il est soluble ou est ce qu'il n'est pas soluble. J'ai vous donné un pot avec un solide avec un élément. Avant de faire l'expérience vous allez noter votre hypothèse. Est-ce que vous pensez que la farine ou le sucre ou la terre ou le café ou le poivre ils sont solubles dans l'eau ? Si vous pensez que oui par exemple le poivre est soluble, non le poivre n'est pas soluble dans l'eau, ça c'est votre hypothèse, en fait vous répondez par oui ou non à la question. Donc là c'est oui ou non, mais le faites sous la forme d'une phrase, oui le solide est soluble, il faudra la faire d'abord avant de faire l'expérience, donc c'est une hypothèse. Expérience vous allez expliquer l'expérience que vous mettez en place et puis vous allez faire le schéma de votre expérience que vous allez mettre en place, le matériel nécessaire ce que vous allez utiliser et puis vous allez faire l'expérience, l'expérience vous la faites qu'à partir d'ici. Il faut d'abord noter votre solide, dites si vous pensez qu'il va se dissoudre, alors c'est pas difficile de dire ce que vous allez mettre en place comme expérience, ça va être tout le monde pareil vous allez faire quoi ?
15	Zahia	On va mélanger l'eau et le solide.
16	Prof	On va mélanger l'eau et le solide. Vous allez faire le schéma, noter le matériel nécessaire et quand ça sera rempli et ben vous pouvez y aller d'accord.
17	Marius	C'est ce qu'on pense.
18	Prof	Oui dans l'hypothèse c'est ce que vous croyez, par contre après il faudra mettre ce que vous observez et puis conclure. La conclusion oui en fait il est soluble ou il n'est pas soluble. Donc là je vous donne votre solide vous travaillez c'est moi qui va vous dire vos groupes, vous travaillez à quatre avec le café et pour l'instant je vous donne pas l'eau parce qu'il faut d'abord réfléchir, vous travaillez à quatre avec le sucre, vous travaillez à quatre avec la farine, vous travaillez à trois avec Harris. Le groupe qui avait fini de remplir tout ce que j'ai dit vous me le dites et je vous donne de l'eau pour que vous puissiez faire votre mélange. Pour ce qui savent pas, c'est tout me monde plus ou moins la même phrase. Qu'est-ce que tu as dit Mayeul qu'est-ce que vous écrivez dans explique l'expérience ? (Les élèves sont en train de faire les expériences.)
19	Mayeul	Ben on a écrit on met la terre dans l'eau.
20	Prof	Voilà lui c'est la terre vous c'est autre chose. Je vais chercher l'eau. L'expérience vous la faites que lorsque vous avez tout rempli. Je vous donne un pot avec l'eau pour le mélange, allez-y ceux qui ont

		complété la fiche. Est-ce que vous avez fini de compléter vos fiches. Elle passe dans les rangs pour voir la mise en place des expériences. Mise en commun : donc chaque groupe vous allez dire en une phrase ce que vous avez constaté ce que vous avez observé, votre conclusion. Le groupe avec le café, Meriem.
21	Meriem	On a observé qu'il y a des grains qui flottent encore, l'eau est devenue marron.
22	Prof	D'accord il y a des grains qui flottent encore, l'eau est devenue marron. Conclusion est-ce que le café est soluble dans l'eau ?
23	Meriem	Non.
24	Prof	Non parce que on a encore des grains qui flottent d'accord. Le groupe avec le poivre qu'est ce qu'on observe ?
25	Alba	Il y a des grains de poivre qui restent au fond mais il y a aussi des grains qui flottent.
26	Prof	Oui et on aurait pu observer que l'eau prend une teinte un peu jaune.
27	Alba	Comme du thé.
28	Prof	Conclusion ?
29	Alba	Le poivre n'est pas soluble.
30	Prof	Le poivre n'est pas soluble dans l'eau. Ici on avait le sucre, qu'est-ce qu'on observe ?
31	Nordine	Le sucre il a disparu.
32	Prof	Le sucre a disparu à l'œil nu en effet, est-ce que le sucre est soluble ?
33	Anatole	Oui.
34	Prof	Oui, là si on avait goûté on aurait goûté de l'eau sucrée. Le sucre comme le sel est soluble dans l'eau. Il est toujours là mais il s'est dessous. La farine ? Observation ?
35	Louise Marie	On voit beaucoup de farine au fond.
36	Prof	Donc au fond il y a un dépôt de farine, il y a de la farine qui s'est déposée malgré le fait d'avoir mélangé. Oui Harris conclusion.
37	Harris	La farine est indissoluble dans l'eau.
38	Prof	On dit pas indissoluble dans l'eau, on dit elle n'est pas soluble dans l'eau. Et pour la terre Mayeul dernier groupe ?
39	Mayeul	Il y a de la terre qui reste au fond.
40	Prof	Alors il y a de la terre qui reste au fond et des particules qui flottent dans l'eau, l'eau elle prend une teinte un peu marron. Conclusion ?
41	Mayeul	La terre n'est pas soluble.
42	Prof	La terre n'est pas soluble dans l'eau. Vous collez vos fiches dans le cahier de sciences. On va faire une mise en commun rapide. On va essayer que ce soit rapide pour faire la trace écrite parce que chacun avait fait une expérience avec un solide et on va faire une mise en commun. Normalement vous l'avez dans vos cahiers de sciences, donc vous prenez vos cahiers de sciences. Les responsables distribuent les fiches, vous retrouvez votre expérience et votre protocole d'expérience quand vous avez mélangé un solide en grains avec

		l'eau. On va essayer de faire ça rapidement parce que j'aimerais qu'on travaille sur une nouvelle expérience. Alors dans la première colonne on va mettre le solide sur lequel vous avez travaillé, le solide avec lequel vous avez mélangé l'eau. On va commencer par la farine, donc vous notez farine, attendez je vais le noter. Pour le groupe qui avait la farine, qu'est ce qui s'est passer ? Louise Marie. (Voir annexe 33).
43	Louise Marie	La farine n'est pas soluble.
44	Prof	La farine n'est pas soluble alors ça c'est le bilan, ça c'est ce qu'on a déduit c'est la conclusion. Mais qu'est ce qu'on a observé ? qu'est ce qu'on a vu ? ça veut dire quoi la farine n'est pas soluble ? comment vous avez vu que la farine n'est pas soluble dans l'eau ? qu'est-ce que vous avez observé ? c'est ça qu'on a mis ici ? Enzo.
45	Enzo	Moi et Achille qu'on l'a mélangé au l'eau dans le pot la farine reste au fond.
46	Prof	Oui donc dans un premier temps la farine reste au fond, et puis on voyait, qu'est ce qu'on pouvait voir aussi ? Enzo.
47	Enzo	L'eau avait pris la couleur de la farine.
48	Prof	Oui le mélange était trouble, l'eau était blanche un peu. Donc l'eau était trouble. Il y a de la farine qui s'est déposée au fond, donc même en mélangeant la farine n'est pas soluble. Après la farine on va mettre le café, le groupe du café. (Voir annexe 33).
49	Emma	On avait vu du nescafé.
50	Prof	Alors vas-y Emma qu'est-ce que vous avez vu ?
51	Emma	L'eau est devenue marron. On avait vu des petits grains au fond.
52	Prof	Il y a des petits grains au fond et il y en a un petit peu partout, l'eau devient marronne.
53	Harris	C'est noir.
54	Prof	Non c'est marron, marron/noir on va marquer comme vous voulez, on observe encore des petits grains. Donc conclusion. Eliot.
55	Iliot	L'eau n'est pas soluble.
56	Prof	Donc l'eau n'est pas soluble dans l'eau. Les grains poivre ? Le groupe des grains de poivre. (Voir annexe 33).
57	Alba	Le poivre n'est pas soluble, il y a des grains de poivre qui restaient au fond et des grains qui flottent
58	Prof	D'accord des grains flottent et d'autres vont au fond. La couleur de l'eau est un peu ?
59	Alba	Noir.
60	Prof	Oui elle change de couleur aussi. Donc Eliot ou Marlène le groupe des grains de poivre qu'est-ce que vous pouvez dire de grains de poivre ?
61	Marlène	Les grains de poivre ne sont pas solubles.
62	Prof	Oui pas solubles, là j'ai vous mis des gros grains de poivre c'était pour qu'on observe. Quoi d'autres ?
63	Mayeul	Il y a aussi le sel.
64	Prof	Ben le sel on sait.
65	Nordine	Il y a aussi le sucre.

66	Prof	C'est le sucre par contre, le sel on a fait une expérience à part. On avait dit quoi du sel ?
67	Nordine	Il est soluble.
68	Prof	Oui on avait dit que le sel est soluble, il n'avait pas disparu il était toujours là, l'eau était salée au goût ? pour le sucre, que peut-on dire ? le groupe du sucre c'était qui le groupe du sucre ? les sucres ? Alors ? Ben regardez dans vos cahiers normalement vous avez noté dans votre cahier de sciences. Si vous vous rappelez plus c'est pour ça vous aviez chacun une fiche. Vous avez de la chance j'ai tout jeté parce qu'il y a des choses qui pourrissaient mais là voilà l'eau sucrée, il a diminué qu'est-ce que s'est passé ?
69	Enzo	Elle s'est évaporée.
70	Prof	L'eau c'est de nouveau s'évaporée mais j'ai rien touché ça c'est votre eau sucrée. Est-ce que le sucre est toujours présent ?
71	La classe	Non.
72	Prof	J'ai pas goûté parce que vu la poussière pendant deux semaines, voilà. Il est toujours là le sucre mais qu'est-ce que s'est passé ?
73	Marius	Visiblement il n'est pas là.
74	Prof	Il était invisible à l'œil nu parce ce qu'elle est ?
75	Zahia	Soluble.
76	Prof	Il est soluble, merci Zahia. Le sucre est soluble, il s'est mélangé avec l'eau et s'est dissous dans l'eau comme le sel. Donc on voit plus le sucre. Là je fais juste le niveau de l'eau là il y a rien à part de l'eau. (Voir annexe 33). Donc qu'avait la terre vous réfléchissez, vous trouvez votre expérience. Alors que s'est passé ? (Voir annexe 33).
77	Aron	La terre s'est déposée au fond et l'eau est devenue marron.
78	Prof	La terre s'est déposée au fond et l'eau est devenue marron.
79	Enzo	Il y avait aussi des résidus de cailloux.
80	Prof	Bien il y avait des choses qui restaient sur la surface qui flottaient, l'eau est salie par la terre, elle est trouble. Que peut-on dire de la terre par rapport à l'eau ?
81	Enzo	La terre n'est pas soluble.
82	Prof	Oui la terre n'est pas soluble. Donc parmi les expériences quelle était le solide qui était soluble comme le sel c'est-à-dire qui ne disparaissait pas mais il y avait une dissolution dans l'eau.
83	Louise Marie	Le sucre.
84	Prof	Oui le sucre comme le sel est soluble, il se dissous dans l'eau, il semble avoir disparu à l'œil nu mais il est toujours là. Donc on peut pas dire que le sucre disparaître.
85	Marius	On peut après récupérer le sucre aussi.
86	Prof	Si on peut je ne vais pas vider l'eau, on va voir ce qui se passe. Comme ça on aura aussi.
87	Marius	On peut mettre aussi un petit tiré.
88	Prof	Là on sait il ne reste pas grand-chose, on va le laisser et on verra ce qui se passe. Quand vous avez fini de compléter le tableau vous lisez, en dessous j'ai ajouté quelque chose. Certains solides peuvent se dissoudre dans l'eau comme le sucre et le sel, c'est-à-dire qu'on

		les voit plus après un certain temps, attention ils ne sont pas disparus pour autant. Ce qui veut dire que c'est pas parce que quand vous baladez vous voyez l'eau dans une rivière qui a l'air toute belle toute limpide et qu'on voit pas des éléments elle a l'air propre, c'est pas pour autant qu'elle est propre, qui a pas des éléments qui sont dissous dans l'eau qui pourraient vous rendre malade.
89	Enzo	Dans une piscine c'est parce que on voit rien dedans qui a pas du clore.
90	Prof	Oui quelquefois c'est vrai le clore est mélangé, on a l'odeur là pour nous avertir. Donc une eau limpide claire et transparente peut contenir une substance dissoute qu'on ne voit pas comme le sel et le sucre par exemple. On dit que le sel et le sucre sont solubles dans l'eau, donc voilà la conclusion.

Annexe 15. Productions individuelles des élèves concernant le protocole expérimental mis en place pour distinguer les solides solubles et insolubles dans l'eau.

 Tous les solides (en grains) sont-ils solubles dans l'eau ?	
Note le solide que tu utilises : <i>le café</i>	
PROTOCOLE EXPERIMENTAL	
Mon hypothèse : <i>oui on peut le récupérer comme la machine à café</i>	
Expérience : Explique l'expérience que tu réalises pour vérifier ton hypothèse : <i>je vais mélanger le café et l'eau puis on touille.</i>	
Fais un schéma légendé de l'expérience : 	Matériel nécessaire : <i>la filtres à café</i>
Résultat / Observations <i>l'eau est devenu marron et les grains flottent</i>	
Conclusion : <i>non c'est pas soluble</i>	



Tous les solides (en grains) sont-ils solubles dans l'eau ?

Note le solide que tu utilises : farine

PROTOCOLE EXPERIMENTAL

Mon hypothèse :

Oui, c'est soluble.

Expérience :

Explique l'expérience que tu réalises pour vérifier ton hypothèse :



On met la farine dans l'eau
et on remue.

Fais un schéma légendé de l'expérience :



Matériel nécessaire :

farine
eau
pot

Résultat / Observations

Non, c'est pas soluble. On voit beaucoup
de farine au fond.

Conclusion :

La farine n'est pas soluble.



Tous les solides (en grains) sont-ils solubles dans l'eau ?

Note le solide que tu utilises : *poivre*

PROTOCOLE EXPERIMENTAL

Mon hypothèse :

Je ne crois pas qu'il est soluble.

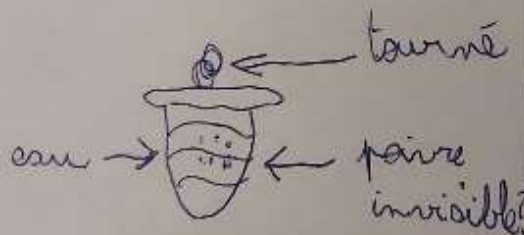
Expérience :

Explique l'expérience que tu réalises pour vérifier ton hypothèse :

Nous allons mettre le poivre dans l'eau puis mélanger et vérifier si il est soluble.



Fais un schéma légendé de l'expérience :



Matériel nécessaire :

*cuillère
pot
eau
poivre*

Résultat / Observations

Le poivre n'est pas soluble.

Conclusion :

ça n'a pas marché.

3

Tous les solides (en grains) sont-ils solubles dans l'eau ?

Note le solide que tu utilises : terre

PROTOCOLE EXPERIMENTAL

Mon hypothèse :

non la terre ne absorber l'eau

Expérience :

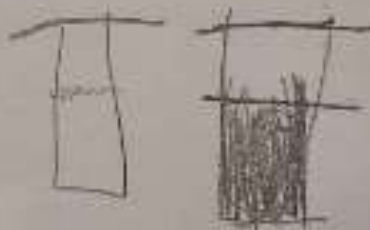
Explique l'expérience que tu réalises pour vérifier ton hypothèse :



on met l'eau dans la terre puis on l'ajoute

Fais un schéma légendé de l'expérience :

Matériel nécessaire :



cuillère
terre
eau
pot

Résultat / Observations

la terre ~~est~~ reste au fond du pot

Conclusion :

la terre n'est pas soluble



Tous les solides (en grains) sont-ils solubles dans l'eau ?

Note le solide que tu utilises : *le sucre*

PROTOCOLE EXPERIMENTAL

Mon hypothèse :

Je pense que le sucre est soluble dans l'eau

Expérience :

Explique l'expérience que tu réalises pour vérifier ton hypothèse :

Nous allons mettre du sucre dans de l'eau pour savoir si le sucre est soluble dans l'eau

Fais un schéma légendé de l'expérience :



Matériel nécessaire :

*Eau
Sucre
Pot*

Résultat / Observations

on ne voit plus le sucre

Conclusion :

Oui, le sucre est dissous à la vue

Annexe 16. Transcription des séances (1 et 2) portant sur le problème de nettoyage de l'eau salie par la terre

Séance 1

Date d'observation : 07/06/2022

1	Prof	Vous terminez vous pliez et vous collez et vous serez prêts pour la prochaine expérience. Allez on plie et on colle. Oui ça serait bien Anatole de mettre la colle pour finir l'école (elle rit). Vous collez à la suite c'est votre fiche bilan de groupe. Donc pour la prochaine expérience on va rester sur notre mélange terre et eau, on a dit que l'eau était salie par la terre, j'ai pas gardé celui du dernier jour, j'ai mélangé de l'eau et de la terre et j'aimerais bien nettoyer l'eau pour quelle redevienne claire et limpide. Vous allez réfléchir à une expérience, je n'ai pas encore donné l'information sur comment vous allez travailler un deux trois quatre ou seul. Donc écoutez d'abord le problème posé, donc vous allez réfléchir à comment nettoyer l'eau salie pas la terre. Donc comme la dernière fois pour l'expérience précédente, vous allez faire des hypothèses c'est-à-dire que vous allez réfléchir à des expériences une expérience déjà, vous allez l'expliquez par des mots puis par un schéma. Un peu comme la fiche protocole de la dernière fois, je n'ai pas refait une parce que vous avez l'exemple lorsque vous avez mélangé un solide avec l'eau, donc il y a la question posée ça va être la même présentation. Mon hypothèse donc vous allez présenter votre expérience par des mots simples, notez le matériel nécessaire et on mettra les expériences en place la semaine prochaine. Aujourd'hui vous allez réfléchir à une expérience à mettre en place pour pouvoir nettoyer l'eau qui a été salie par la terre. Vous allez me faire par deux, vous allez réfléchir par deux sur votre cahier de sciences, vous allez réfléchir par deux mais vous allez à noter pour chacun sur la page qui suit. Vous allez noter la question en haut le problème posé, et ensuite vous allez formuler votre hypothèse je pense que pour nettoyer l'eau il faut d'accord ou nous pensons parce que vous êtes deux, puis vous présentez votre expérience par des phrases par des mots par un schéma et vous notez le matériel dont vous avez besoin parce que on peut pas la faire si on connaît pas le matériel, ça c'est pour la semaine prochaine on ramènera les choses et en fonction de ce que certains vont proposer. Je prendrai pas toutes les expériences on va pas faire 12 expériences, certainement certaines expériences vont se regrouper. Moi par rapport à ce que vous allez proposer j'en retiendrai trois ou quatre qu'on mettra en application la semaine prochaine parce que je pense que la plupart vont se ressembler. Qui n'a pas compris ? qui peut rappeler ce qu'il faut faire ? Alba.
2	Alba	On va écrire la consigne sur le cahier de sciences.
3	Prof	Donc la question comment nettoyer l'eau salie par la terre, ensuite ?
4	Alba	Proposer une hypothèse.
5	Prof	Nous pensons que pour nettoyer l'eau il faut.....
6	Alba	Noter l'expérience que nous voulons faire.

7	Prof	L'expérience que vous voulez faire.
8	Alba	Dire le matériel.
9	Prof	Le matériel et n'oubliez pas un schéma. Donc vous mettez par deux, je vous laisse dix minutes et puis vous venez représenter l'expérience aux autres.
10	Harris	Je peux me mettre avec...
11	Prof	Non ayez la personne à côté que vous êtes sinon ça fait trop de déplacement. Toi tu travailles avec Enzo et Anatole, exceptionnellement il y a un groupe de trois. Elle passe dans les rangs. J'ai oublié de préciser vous proposez des expériences réalisables dans la cadre de la classe des choses dont on dispose, l'acide on va pas la manipuler en classe donc non tu changes d'hypothèses. N'oubliez pas de schématiser votre expérience et de mettre le matériel dont en aura besoin. Encore deux petites minutes et après on met en commun les propositions. Alors, qui veut venir présenter son hypothèse ? Alors un groupe passe et présente la même hypothèse que vous pas la peine de repasser. J'ai lu plusieurs hypothèses mais si c'est la même que la vôtre vous ne repassez pas on va perdre de temps comme ça. Emma et Meriem. Venez là et vous présentez, alors vous attendez que tout le monde écoute. Venez là toutes les deux. (Voir annexe 35).
12	Emma	Nous pensons que pour nettoyer l'eau, il nous faut soit une passoire ou un filtre à café. On a voulu choisir ça parce que en fait on avait vu par exemple que avec le café ça avait fonctionné vu que c'était la terre c'est des gros bouts et c'est quand même un gros matériel ou soit une passoire parce que ça pourrait récupérer les résidus.
13	Prof	D'accord donc vous proposez le filtre à café la passoire puisque qu'on passe l'eau dans la cafetière et dans le filtre à café l'eau passe mais pas le café. Qui a une autre proposition que le filtre à café et la passoire. Zahia et Enzo, alors attendez parce que le groupe là-bas qui n'écoute pas, non et il y a Eliot qui pense qui est dispensé d'écoute. Donc Emma et Meriem ont proposé la passoire et le filtre à café pour merci de ne pas lever la main pour venir proposer votre hypothèse si c'est la même. Mais vous c'est pas la même je sais.
14	Enzo	Alors nous nous pensons que pour nettoyer l'eau il faudrait filtrer l'eau avec un gant de toilette, nous allons renverser plusieurs fois l'eau sur le gant de toilette et le gant de toilette sera au-dessus d'un pot vide pour garder l'eau.
15	Prof	D'accord donc vous, vous proposez un gant de toilette, il y avait un autre groupe qui avait dans la même idée c'était avec du tissu en fait c'est ça ? Donc voilà on a une deuxième proposition le filtre à café passoire et un tissu. Merci. Vous avez une autre chose de plus vous nous expliquerez pourquoi. Qui une autre idée ? Par contre ils ont utilisé un mot important ils vont utiliser le gant de toilette pour filtrer l'eau, donc ils vont utiliser la filtration de l'eau pour nettoyer l'eau, donc on va filtrer soit avec un filtre à café, une passoire, du tissu, un gant de toilette. Est-ce que d'autres personnes, allez-y tous les deux parce vous allez préciser en supplémentaire.

16	Alba	Nous pensons que pour nettoyer l'eau il faut prendre un filtre à café pour enlever au moins la terre puis on rajoute de l'eau dans l'eau.
17	Prof	D'accord pourquoi vous voulez rajouter de l'eau dans l'eau ?
18	Alba	Pour nettoyer.
19	Prof	Dans le pot de départ ou dans le pot à la fin ?
20	Alba	Dans le pot où on a versé, on a mis le filtre à café pour enlever la terre et il y aura quand même la couleur du coup on veut mettre de l'eau.
21	Prof	En plus, d'accord elles veulent elles se disent ça c'est leur hypothèse que le filtre à café va déjà enlever les plus gros morceaux mais que l'eau risque quand même d'être encore marron et un peu sale. Donc elle proposait de rajouter de l'eau, mais si on rajoute est-ce que ça va la nettoyer ? On essaiera la semaine prochaine, on verra. Est-ce si on dit que ça va nettoyer, mais est-ce que vraiment ça va tout la nettoyer ? on verra, on essaiera. Donc la semaine prochaine on essaiera les différentes propositions, donc il y aura des groupes de quatre certainement, donc le but c'est d'obtenir une eau propre déjà à l'œil nue parce que peut être qu'il y a des choses microscopiques qu'on verra pas mais le but c'est d'avoir de l'eau propre après vos expériences d'accord. Anatole tu parlait de la filtration aussi, donc Anatole pense qu'avec la filtration la terre partira donc on verra ça la semaine prochaine. Donc vous pouvez ranger le cahier de sciences, on a fini aujourd'hui. Enzo propose quelque chose de plus qui est intéressant à laquelle il faudra réfléchir vas-y.
22	Enzo	A force de filtrer l'eau, l'eau va reprendre sa couleur.
23	Prof	Donc tu veux dire en faisant plusieurs filtrations successives avec des éléments propres certainement. Oui on pourra faire plusieurs filtrations successives, voilà une petite idée. Donc eux proposaient de filtrer l'eau, donc vous allez tous faire de la filtration mais eux proposaient de filtrer plusieurs fois, d'avoir des filtres à café propres à chaque fois. Donc j'ai ramené une boîte de filtres à café, donc vous allez pouvoir filtrer plusieurs fois.
24	Enzo	Ou avec du tissu.
25		Ou avec du tissu, de toute façon tissu comme filtre à café, j'ai pas ramené de tissu ici mais j'ai ramené les filtres à café donc vous allez faire les expériences avec les filtres à café. J'ai ramené quelques boules à thé mais j'en ai pas pour tout le monde, donc j'ai une boule à thé puis une autre petite chose qui ressemble à une boule à thé. Mais avant de filtrer, avant qu'on fasse l'étape de filtration. Donc là ce que vous avez proposé ce sont des procédés de filtration, à chaque fois on va filtrer l'eau. Quel est l'objectif ? quelle est l'hypothèse en filtrant l'eau ? Vous avez tous décidé de filtrer l'eau plus ou moins soit avec du tissu soit avec une passoire soit avec des filtres à café. Donc vous avez tous choisi la filtration, pourquoi, quelle est l'hypothèse ? Avant cette filtration, qu'est-ce que vous supposez ? Quel va en être le résultat d'après vous ? Vous deviez émettre des hypothèses, vous deviez dire ce que vous envisagez comme expérience, décrire votre expérience, parce que vous pensez qu'après cette expérience qu'est ce qui va se passer ?

26	Enzo	L'eau devient propre.
27	Prof	L'eau devient propre, l'eau sera propre. Donc on suppose l'hypothèse de tous, c'est que l'eau est propre. Comment verra-t-on qu'elle est propre ? Donc ça c'est votre hypothèse l'eau elle est propre après filtration.
28	Rim	L'eau sera transparente.
29	Prof	Donc elle sera propre on la verra transparente. Comment on appelle une eau transparente, une eau où il n'y a rien ? Oui.
30	Enzo	L'eau claire.
31	Prof	L'eau claire ou limpide.
32	Enzo	Et aussi, l'eau est propre, nous on a pensé qu'on a mis le filtre à café, si ça pas marché il va rester les mini résidus.
33	Prof	Vous c'est votre hypothèse, il y en a qui pensent qu'après la filtration ou plusieurs filtrations que proposait Enzo l'eau va être propre et met comme hypothèse qu'elle sera pas complètement propre.
34	Delya	Oui il restera toujours des choses.
35	Prof	D'accord parce qu'il restera toujours des choses. Donc il restera des résidus c'est ça, on l'appelle ça comment ce qui restera ?
36	Marius	Des mini résidus.
37	Prof	Il restera des mini résidus de terre, oui.
38	Mayeul	Moi je pense que l'eau elle sera pas toute blanche, elle sera légèrement mais elle sera potable.
39	Prof	C'est-à-dire que l'eau sera potable, potable ça veut dire quoi ?
40	Marius	Qu'on peut boire.
41	Prof	Est-ce que vous pensez que l'eau sera potable.
42	La classe	Non.
43	Prof	On y reviendra sur ça. Ça sera la prochaine question. Pour l'instant, donc ça c'est vos hypothèses, après la filtration ou les filtrations vous verrez si vous voulez en faire une ou plusieurs l'eau sortira propre, claire et limpide, première hypothèse. Deuxième hypothèse il y en a qui pensent que l'eau sera pas complètement propre il restera des résidus et il y en a par contre qui pensent qu'elle sera potable. Alors ça on va pas s'amuser à voir l'eau après filtration parce que je peux déjà vous dire que c'est pas parce qu'elle va être propre on n'a pas la garantie qu'elle sera potable parce que
44	Aron	Il y a des bactéries.
45	Prof	Et même les bactéries au final, ils ont quoi de particulier ?
46	Aron	On peut pas les voir.
47	Prof	Oui on ne les voit pas, donc on est pas sûr à cent pour cent que vous pouvez la boire parce que ça on reprendra cette histoire pour la prochaine fois. Alors je voulais juste vous montrer quelque chose, c'est le pot de la semaine dernière d'accord. Qu'est-ce que s'est passé ? Je vais passer. Elle passe montrer le pot dans les rangs. C'est mon mélange de la semaine dernière, qu'est ce qu'on voit ? que voit-on ? Oui.
48	Emma	En fait en haut il y a de la terre.

49	Prof	Oui il y a de la terre il y a des choses qui flottent, on constate qu'en surface il y a des choses qui flottent et quoi d'autres ? qu'observe-t-on d'autres ?
50	Sarah	Il y a beaucoup de terre qui est restait au fond.
51	Prof	Beaucoup de terre qui est restait au fond, d'accord. Juste on constate ça, on laissa ça de côté.
52	Nordine	Il y a plus de terre.
53	Prof	Non j'ai pas mis plus de terre, je me suis pas amusée à, j'ai pas changé l'expérience. Donc ce qu'on va faire ici, c'est que vous allez avoir un pot mélange eau + terre d'accord. Vous allez regarder comme il est au départ vous allez le schématiser au départ puis vous allez faire vos expériences de filtration. Alors j'ai pas mis plein de pots, vous allez vous mettre par quatre. Donc que deviez-vous faire en premier pour pouvoir valider l'expérience, pour pouvoir observer des choses. Qu'est-ce que vous faites en premier ? première étape, que fait-on ? on va pouvoir voir si il y a des transformations si il y a des choses qui se sont modifiées pour voir le résultat de cette expérience. Qu'est ce qu'il faut faire en premier ? Oui.
54	Zahia	Il faut schématiser le pot au départ.
55	Prof	Vous devez schématiser et légender c'est-à-dire écrire ce que vous voyez le pot au départ, d'accord. Donc je vous donnerai pas tout le matériel au départ. Vous aurez juste le pot, le mélange eau+ terre. Ensuite qu'est-ce que vous allez faire ? Une fois que vous aurez schématiser et légender le pot au départ, qu'est-ce que vous allez faire ?
56	Alba	On va faire un petit texte pour décrire ce qu'on voit.
57	Prof	Oui c'est schématiser et légender le pot au départ.
58	Iliot	On fait l'expérience.
59	Prof	Oui vous allez mettre en place votre expérience, vous allez faire l'expérience. L'expérience que vous allez également de nouveau schématiser parce que tout le monde n'était pas parti sur les filtres à café, vous allez schématiser votre expérience. Ensuite qu'est-ce que vous allez noter ? donc à chaque fois que vous allez schématiser vous expliquez. Une fois que vous avez fait l'expérience, qu'est-ce que vous devez mettre ? une fois que vous avez fait votre expérience, expliquer votre expérience et schématiser votre expérience, qu'est-ce que vous devez faire ? ce que vous avez fait à chaque fois. Qu'est-ce que vous devez faire une fois que vous avez fait votre expérience ?
60	Alba	On va écrire si par exemple l'eau est devenue propre.
61	Prof	Oui ben vous devez mettre la conclusion, vous devez noter vos observations et la conclusion. Est-ce que votre hypothèse est juste ? vous devez revenir sur votre hypothèse. Est ce que vous avez réussi ce que vous vouliez et si vous n'avez réussi qu'est-ce que vous pourriez faire. C'est ce que font les scientifiques, les scientifiques qu'on ils mettent en place un protocole d'expérience ben ça marche pas à tous les coups, et ben c'est pas grave si ça ne marche pas ils réfléchissent déjà à ce que ils pourraient faire d'autre. Donc c'est ce que vous allez faire là, vous allez vraiment vous mettre dans la peau d'un scientifique en testant vos expériences mais si jamais ça n'a

		pas fonctionné, réfléchir à l'expérience suivante. Donc là vous prenez votre cahier de sciences parce que vous n'allez avoir que pour l'instant le pot mélange eau + terre. Alors dans le cahier de science si vous remarquez bien la semaine dernière vous avez normalement réfléchi à une expérience, prenez une nouvelle double page. On est toujours à comment nettoyer l'eau sale, vous réécrivez la question. Vous allez écrire petit 1 schématiser et légender le pot au départ, pour l'instant vous ne faites que ça, donc vous n'écrivez que ça pour l'instant. Je vais vous distribuer les pots. Donc je vous donne par groupe de quatre ou trois ça dépend. C'est moi qui vous dis comment vous mettez. Vous devez schématiser et légender le pot au départ. Faites le schéma au crayon gris. Allez pour que je puisse vous distribuer les pots propres et les filtres à café. (Elle distribué les pots propres et les filtres à café et elle passe dans les rangs). (Après une première filtration, elle donne d'autres filtres à café pour faire plusieurs filtrations). On dessine et on explique ce qu'on voit. Arrêtez deux secondes écoutez arrêtez, le but des expériences c'est qu'à chaque étape on regarde ce qui se passe. Ils y'en qui ont fait une filtration et qui jettent sans faire des observations. Non vous faites une filtration et vous regardez ce qui s'est passé. Si nous n'observez pas vous ne pouvez pas conclure. Donc normalement à chaque étape, à chaque nouvelle action, vous devez faire un schéma et expliquer ce qui se passe sinon après vous vous appellerez pas parce que là il est déjà bientôt 10 à 15 on fait nos mises en commun de vos résultats d'expériences. Donc c'est pas possible d'aller jeter à la poubelle son filtre sinon on peut pas conclure. Allez continuer. Alors à part qu'un groupe qui a fait qu'une seule filtration parce qu'ils ont eu du mal au démarrage. Vous allez décrire ce que vous avez fait et rapidement faites votre conclusion, c'est le but et je vous rappelle, il y en a qui avaient oublié de revenir sur les hypothèses. Il fallait réfléchir à ce qu'on pourrait faire de plus. Ils y'en a ont qui ont zappé cette étape alors qu'elle était au tableau. Réfléchissez en attendant, ben oui vous n'avez pas réfléchi à ce qu'on devait faire. Alors le groupe là-bas, décrivez ce que vous avez observé ce que vous avez conclu. (Voir annexe 36).
62	Enzo	Au début on a observé l'eau et on a vu qu'il y avait des beaucoup de gros blocs du coup on a refiltré avec du filtre à café et ça donné ça.
63	Prof	L'hypothèse de départ c'était quoi ? avec cette expérience vous vouliez quoi ? avoir l'eau propre ? est-ce que vous avez réussi à avoir l'eau propre ?
64	Enzo	Non.
65	Prof	Elle est plus propre qu'avant mais est déjà complètement propre ?
66	Enzo	Il y a encore quelques morceaux.
67	Prof	Mais on a réussi à un peu la nettoyer. Groupe suivant, ben le groupe là-bas.
68	Alba	On a observé l'eau il y' avait des morceaux, on a filtré avec le filtre à café et on a fait une deuxième filtration.

69	Prof	Alors dans ta première filtration qu'est-ce que tu as observé dans le filtre à café ?
70	Alba	Des gros morceaux.
71	Prof	Il y a avait gros morceaux. Donc vous avez filtré une deuxième fois ?
72	Alba	Il y avait moins de morceaux et au final vous avez obtenez ? c'était quoi votre hypothèse, c'est avoir de l'eau propre ?
73	Alba	Oui.
74	Prof	Est-ce qu'elle est complètement propre ?
75	Alba	Non.
76	Prof	Vous avez réussi à avoir de l'eau propre, elle est plus propre qu'avant.
77	Alba	Plus claire qu'au départ.
78	Prof	Plus claire qu'au départ.
79	Alba	Elle est encore trouble.
80	Prof	Elle est toujours trouble parce que là il y a qui mettaient l'eau sale, oui l'eau est trouble. Elle est trouble, elle est troublée elle reste des petites choses. Ce groupe ?
81	Zahia	Au début l'eau est très sale, il y a des morceaux qui flottaient.
82	Prof	D'accord, il y a des morceaux qui flottent, il y a de la terre au bas du pot.
83	Zahia	Après quand a filtré, quand on a mise l'eau dans le filtre, il y avait les gros bouts qui étaient parti mais il y avait des petits bouts de terre qui restaient avec l'eau.
84	Prof	Donc vous avez fait une deuxième filtration ?
85	Zahia	Quand on a refait une deuxième filtration, ça c'est éclairci mais pas encore propre.
86	Prof	D'accord très bien c'est bien, ce groupe-là ?
87	Marius	A la première filtration, au tout début il y avait de la terre au-dessus, c'était vraiment super sale. Après la première filtration, le filtre a bloqué les gros bouts genre des petits cailloux des bouts de la terre.
88	Prof	C'est ça il y en a qui n'ont pas dit, c'était des bouts de bois des petits cailloux c'est ça qui est filtré en premier.
89	Marius	Mais elle est toujours trouble. A la deuxième filtration l'eau est tout petit peu moins trouble.
90	Prof	D'accord.
91	Marius	Au bout de la troisième filtration on a eu presque le même résultat.
92	Prof	D'accord, la troisième filtration n'a pas donné plusieurs résultats parce que les plus gros morceaux étaient déjà partis. Donc l'eau reste trouble, vas-y Mayeul t'as dit quoi ?
93	Mayeul	Avant c'était moins clair que ça.
94	Prof	Elle s'est éclaircie, elle est moins trouble.
95	Mayeul	Notre hypothèse en fait elle est bonne parce qu'elle reste aussi des mini résidus.
96	Prof	C'est ça donc votre hypothèse c'était l'eau sera pas complètement propre, il restera des mini résidus de terre, donc vous avez la bonne hypothèse. C'est ça donc vous avez conclu ce que vous aviez mis en hypothèse. Ce groupe-là est-ce que vous voulez présenter ce qui a été fait.

97	Meriem	On a filtré l'eau dans le filtre à café, il y a des gros morceaux de terre, l'eau est un peu jaune, il restait encore des bouts. Il y a quelqu'un qui a mis des feuilles.
98	Prof	Il y a pas quelqu'un qui a mis de feuilles, c'est la terre qui est comme ça. Donc vous vous n'avez fait qu'une filtration parce que vous avez du mal à vous mettre en route. Mais vous avez fait au moins une. Ce groupe-là vas-y Delya, vous devez dire ce qui avait au départ et puis les différentes étapes, alors au départ même si on avait déjà dit, ça vous fait parler comme ça, au début ?
99	Delya	Au début il y avait de la terre qui était en dessous et après la filtration ben il y avait la terre elle est resté au fond, l'eau est devenue jaune. Et après à la deuxième c'était la même chose, et à la troisième l'eau était quand même plus claire.
100	Prof	D'accord on avait l'impression qu'elle y'avait plus de terre dans la troisième filtration parce que il y a plus de morceaux vraiment visibles mais le fait qu'elle soit à votre avis le fait que l'eau soit trouble c'est quoi dans ce trouble ? il y en a qui l'ont dit. Alors c'est quoi dans ce trouble ? le trouble de l'eau c'est quoi ? ça peut être quoi ça, tout ce qui est trouble ?
101	Mayeul	C'est comme le thé.
102	Prof	Tu penses que c'est comme le thé, il a appris la couleur, ça veut dire qu'on peut pas le séparer. Est-ce que vous avez une autre proposition là rapidement ? Quelle pourrait être l'hypothèse ? le but c'est quand même de nettoyer l'eau, c'est d'avoir une eau claire, transparente, limpide pas forcément potable.
103	Alba	En fait, c'est un peu comme c'est des microbes qui avaient dans la terre, des microbes colorés.
104	Prof	Je sais pas si c'est des microbes colorés mais, ma question était quelle expérience pourrait-on mettre en place en plus parce qu'on va garder les pots filtrés, quelle expérience en plus vous pouvez mettre en place parce qu'on peut l'avoir c'est possible. Quelle solution ? est-ce que vous voyez une autre solution possible ?
105	Marius	La chaleur.
106	Prof	Alors nos hypothèses avec le sel, si l'eau s'évapore. On a de l'eau sale si l'eau s'évapore on a plus d'eau. Nous on veut de l'eau propre pas de l'eau disparu. C'est vrai que là si l'eau va s'évaporer on aura plus d'eau, on aura que de la terre dans notre hypothèse.
107	Emma	On fait plusieurs fois avec une passoire.
108	Prof	Oui mais il y en a déjà qui ont filtré avec la petite passoire, les filtres à café, donc voilà.
109	Edouard	On prend notre pot on met de l'eau propre dedans.
110	Fille	C'est ce qu'on avait déjà dit nous.
111	Prof	Alors, on verra la semaine prochaine. Un par groupe ramène son pot de trouble mais nettoyé un peu.
112	Anatole	Et nos restes maîtresse ?
113	Prof	Les pouvez aller le mettre alors pas les pots les filtres vous pouvez aller les mettre à la poubelle. Vous allez regroupez les pots sales. Asseyez-vous, faites vos sacs.

Séance 2

Date d'observation : 14/06/2022

1	Prof	Alors on revient sur les expériences de la semaine dernière, vous vous regardez ce qui est écrit sur vos paquets de sucre et on essaye d'y penser la semaine prochaine. Là la semaine dernière qu'avons-nous fait en sciences ? Quelle était la problématique ? alors la semaine dernière et la semaine d'avant parce que ça s'enchaîne sur deux semaines, oui.
2	Zahia	Comment nettoyer l'eau salie par la terre.
3	Prof	Oui comment nettoyer l'eau salie par la terre, et donc vous avez mené des expériences là semaine dernière. Qu'est-ce que vous avez mis en place la semaine dernière ? Quelles expériences aviez-vous mis en place la semaine dernière pour nettoyer l'eau salie par la terre ?
4	Enzo	On avait utilisé des outils, des filtres à café.
5	Nordin	Une boule à thé.
6	Prof	On avait utilisé des outils des accessoires, une boule à thé et des filtres à café, c'est tout. Et donc puisque vous aviez une boule à thé, des filtres à café comment s'appelle l'action que vous avez mené pour nettoyer l'eau sale ?
7	Marius	Une expérience.
8	Prof	Oui d'accord c'est une expérience, mais plus précisément. Puisque vous avez utilisé une boule à thé et filtre à café pour nettoyer l'eau sale vous avez utilisé le mot la semaine dernière, je veux juste que vous utilisiez le mot. Quelle procédé quelle action vous avez mis en place pour commencer à nettoyer cette eau sale ?
9	Aron	La filtration.
10	Prof	La filtration, on avait vu que c'était déjà pas mal ce que vous obtenez par filtration mais c'était pas suffisant. J'ai laissé là les pots, je vais prendre un par exemple, il restait des choses sauf que je vais en faire passer quelques-uns, vous ne les manipulez pas trop, observez juste ce qui se passe. (Elle passe dans les rangs pour montrer les pots).
11	Garçon	L'eau est devenue plus claire.
12	Prof	Voilà c'est pour ça je dis ne les manipulez pas trop parce que vous allez remuer des choses. Donc je vais passer parce que c'est plus ou moins la même chose pour tout le monde. Regardez bien comme vous ne remuez pas trop, c'est ce qui reste de vos expériences de la semaine dernière, j'ai pas touché. Emma j'ai dit pas trop manipulé. Si vous remuez on arrive pas à voir ce que je veux qu'on voie. Alors quand on remue pas trop, qu'est-ce qu'on observe ? donc ça, ça vient d'où ? le pot que j'étais passé ça vient de quoi ? c'est tous les mêmes la même chose si on avait remué vous pouvez constater la même chose. Donc ces pots qui peut me rappeler de quelle expérience ils viennent ? Achille d'où vient ce pot ?
13	Achille	Du placard.
14	Prof	De mon placard, d'où vient ce pot, c'est pas moi qui les inventé qui les fabrique. D'où viennent ces pots ?
15	Nordine	Des expériences avec la terre.

16	Prof	Merci je demande pas d'aller voir l'origine des pots. Des expériences avec la terre. Mais plus précisément ?
17	Rim	Du mélange.
18	Prof	Mais plus précisément ? c'est le résultat de quoi ?
19	Marius	C'est le résultat des expériences qu'on a mené la semaine dernière, on avait la terre et l'eau et ensuite on a filtré.
20	Prof	Répète tout ça plus fort.
21	Marius	C'est l'expérience de la semaine dernière, on avait mélangé de l'eau et de la terre puis nous avons filtré.
22	Prof	C'est ça, ça provient de votre filtration de la semaine dernière. Quand vous avez filtré la semaine dernière qu'avez-vous observé à la fin de votre filtration ? rappelez-vous, c'était quoi vos observations ?
23	Alba	L'eau n'avait plus de gros bouts, mais elle restait quand même sale.
24	Prof	C'est ça, quelle était l'hypothèse qui a avait été émise ? est ce qu'elle était juste ? Mayeul.
25	Mayeul	L'eau n'était pas tellement propre, il restait des mini résidus.
26	Prof	Oui c'est ça, donc il y en avaient l'hypothèse de l'eau propre et qu'il ne restera plus rien, et d'autres l'hypothèse que ben il resteraient quand même des mini résidus. C'est l'hypothèse qui avait été vérifié.
27	Mayeul	Il y en a qui disent qu'elle peut devenir potable.
28	Prof	Oui potable, donc j'avais dit elle sera pas potable quand même on avait dit pourquoi. Et là, est-ce que lorsque le pot est passé, vous avez trouvé la même chose que à la fin de l'expérience de la filtration ?
29	La classe	Non.
30	Prof	Qu'est ce qui a changé par rapport à la filtration ?
31	Zahia	L'eau est devenue propre, les gros bouts ont resté au fond.
32	Prof	Mais les gros on a dit qu'après la filtration on en avait plus, le problème c'était les petits bouts, c'était les mini résidus comme on les avaient appelés. Là que s'est-il passé ?
33	Rim	Ils sont regroupés.
34	Prof	Ils sont regroupés où ?
35	Rim	Au fond.
36	Prof	Si vous avez bien observé ici, vous n'avez pas trop manipulé le pot les mini résidus se sont déposés au fond.
37	Mayeul	L'eau est devenue plus claire.
38	Prof	L'eau est devenue plus claire. Donc quelles pourraient être les méthodes pour vraiment nettoyer l'eau pour qu'elle soit propre ? pas potable, on parle pas d'eau potable, on parle d'eau propre.
39	Marius	On peut refiltrer.
40	Prof	Non, là vous me dites l'eau est plus claire, les résidus sont au fond. Donc là il suffirait de faire quoi pour obtenir l'eau propre, pour laisser les résidus au fond ?
41	Mayeul	On peut le prendre avec une cuillère.
42	Prof	Une cuillère et ça vous aiderez à faire quoi ?
43	Alba	Ben récupérer l'eau propre.

44	Prof	Oui puisque les résidus sont au fond, on peut essayer avec une cuillère de récupérer l'eau. Il y en a qui vont essayer mais pas tout le monde. Il y en a qui vont faire ça et les autres réfléchiraient à autre chose. Donc là il faudrait avec une cuillère essayer de récupérer l'eau mais il faudrait faire attention à quoi Mayeul ? C'est toi qui le proposais, avec quelle cuillère ?
45	Mayeul	Une petite cuillère.
46	Alba	Il faut pas trop remuer l'eau.
47	Prof	Oui il faudra faire attention à ne pas aller trop remuer le fond. C'est comme quand vous allez dans un lac, vous marchez dans le lac et vous remuez la vase, ça fait de l'eau moins claire. Donc là il faudrait l'essayer de la faire à la cuillère. Vous proposez à la cuillère, vous allez chercher des cuillères pour récupérer et puis s'arrêter pour pas aller chercher la terre qui s'émise au fond. Donc ça un autre procédé, donc vous avez fait la filtration et là sans la savoir en laissant posé. On a fait le deuxième procédé qui permet de nettoyer l'eau c'est la décantation. La décantation, c'est quoi alors la décantation ? avec ce que je vous ai dit, ce deuxième procédé, là pendant une semaine on a laissé tranquille on a laissé poser l'eau. Donc la décantation c'est quoi ?
48	Delya	Laisser le temps aux résidus de se poser au fond.
49	Prof	C'est le temps de laisser aux particules aux mini résidus d'aller au fond précipiter au fond d'accord. La décantation c'est on attend que ça décante d'accord. Donc prenez vos cahiers de sciences, Jules tu peux aller chercher une cuillère propre parce que celle-ci elle a été mélangée avec du sucre, c'est pas la peine de salir. Et puis tu prends un verre transparent. Allez cahiers de sciences.
50	Delya	Madame, on peut chauffer l'eau parce l'eau va s'évaporer.
51	Prof	Si on chauffe l'eau on peut pas nettoyer l'eau, après c'est un autre procédé, c'est possible faire chauffer l'eau et la récupérer c'est un autre procédé mais c'était des choses réalisables en classe. Faire chauffer l'eau on aurait dû ramener une plaque électrique pour faire bouillir et récupérer l'eau et c'est encore plus compliqué. Vous collez cette fiche à la suite de vos expériences de filtration. Mets dans ta fiche personnelle parce que la semaine prochaine vous aurez des évaluations. Alors on va lire ensemble. Il faudrait aspirer l'eau. Pour aspirer l'eau ?
52	Rim	Une paille.
53	Prof	Une paille mais risquez d'en boire, en fait une pipette ou une seringue de pharmacie.
54	Rim	Il y en a une ?
55	Prof	Non on a pas.
56	Mayeul	Je peux ramener une.
57	Prof	D'accord tu demandes à maman, sans aiguille seulement la seringue. Vas-y Jules exprime quelle difficulté ? A quelle difficulté tu es confronté ?
58	Jules	C'est dur, ça prend beaucoup de temps.
59	Prof	Oui c'est difficile et puis il a l'impression que il va jamais finir. C'est pour ça que je vous propose, la semaine prochaine Mayeul essaye de

		ne pas oublier la seringue, moi je vais essayer parce là j'en avais pas, à la cuillère c'était bien mais si vous voulez aller au bout, il a déjà commencé il y a des choses qu'on peut voir si vous regardez comme ça on voit qu'elle est propre, il a déjà bien travaillé, si on veut en avoir plus, on essaiera avec une seringue, on aspirera l'eau juste en surface sans aller très fouiller dans le fond. Alors pour aller au bout des expériences, la prochaine étape c'est on fait à la seringue et là on aura récupéré notre eau propre, on fera une inspiration. Donc filtration, décantation, inspiration ça sera trois procédés pour nettoyer l'eau. Ben laisser nos pots, comme ça il y aura peut être plusieurs qui vont faire l'inspiration si on aura plusieurs outils, accessoires. Donc maintenant, je vais juste demander à quelqu'un de lire ce qui va servir de trace écrite, donc asseyez-vous. Vas-y.
60	Marlène	Comment nettoyer l'eau sale.
61	Prof	Pourquoi elle n'est pas potable cette eau ?
62	Emma	Parce qu'il y a des bactéries.
63	Prof	Oui les bactéries sont invisibles, et on y pas à l'abri parce que ça peut donner une belle gastro. Donc on va pas aller goûter pour vérifier. Donc la semaine prochaine il faudra qu'on essaye de terminer ce nettoyage d'eau par inspiration, on vérifiera notre eau salée, et puis c'est tout. Et puis on enchaîne avec la suite. Vous voyez il y a des expériences qui prennent du temps parce qu'il faut laisser le temps faire, là il faut laisser le temps à la terre de tomber et c'est aussi ce qui arrive pour les scientifiques, quelquefois il faut attendre du temps pour des choses réagissent. Là c'est ce qui se passe avec l'eau avec la décantation.

Annexe 17. Productions individuelles des élèves concernant l'émission des hypothèses à propos du nettoyage de l'eau salie par la terre.

Comment nettoyer l'eau salie par la terre?

Hypothèse: Nous pensons que pour nettoyer l'eau, il faut filtrer l'eau car la terre n'est pas soluble donc nous pensons que si on filtre l'eau la terre partira.

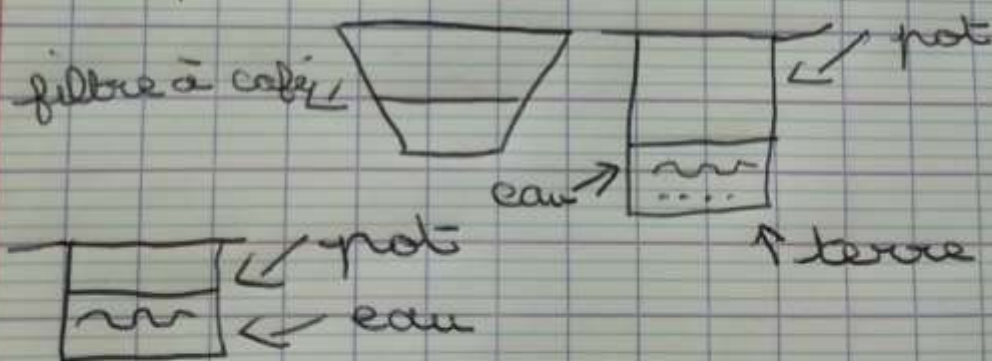
Comment nettoyer l'eau salie par la terre?

Hypothèse: Nous pensons que pour nettoyer l'eau, il faut filtrer l'eau car la terre n'est pas soluble donc nous pensons que si nous filtrons l'eau la terre partira.

Comment nettoyer l'eau
sale par la terre

Hypothèse: Nous pensons
que pour nettoyer l'eau,
il faut qu'on prenne
un filtre à café pour
enlever au moins la
terre puis on rajoute de
l'eau dans le pot.

Expérience:



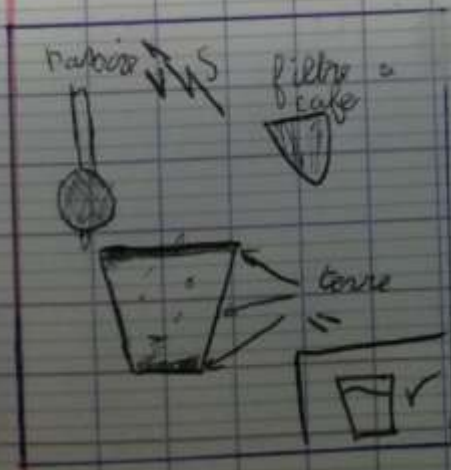
On met le filtre à café
dans le pot vide puis on
verse le pot d'eau dans le
pot de terre.

Comment nettoyer l'eau sale par la terre

Je pense que pour nettoyer l'eau,
il faut faire passer l'eau dans un
filtre.



Mais pensons que pour nettoyer l'eau.
Il nous faut soit une pierre soit
un filtre à café.



Comment nettoyer l'eau salie par la terre ?

Nous pensons que pour nettoyer l'eau, il faudrait filtrer l'eau avec un gant de toilette.

Alors nous allons renverser plusieurs fois l'eau sur le gant de toilette et le gant de toilette sera au dessus d'un pot vide pour garder l'eau.

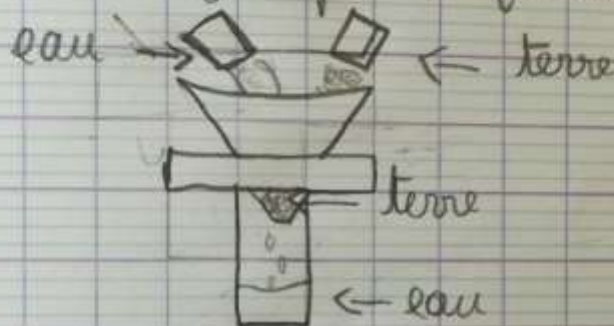


Comment nettoyer l'eau salie par la terre

Hypothèse: Nous pensons que pour nettoyer l'eau il faut récupérer ce qu'il y a dans l'eau avec du tissu ou une boule à thé.

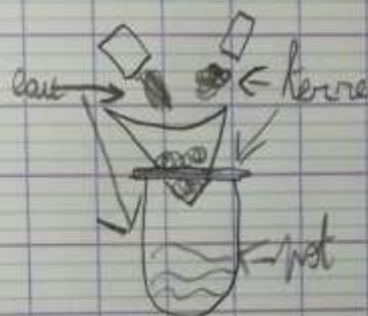
Comment nettoyer l'eau salie par la terre ?

Nous pensons que pour nettoyer l'eau il faut utiliser un filtre à café pour filtrer l'eau.



• Comment nettoyer l'eau salie par la terre ?

Nous pensons que il faudrait utiliser la méthode de la filtration en utilisant un filtre à café.



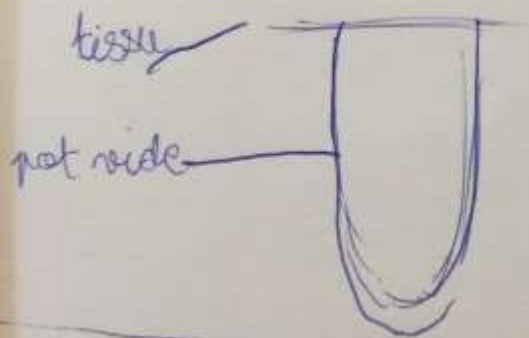
Comment nettoyer l'eau salée par la terre ?

Hypothèse : Nous pensons que pour nettoyer l'eau, on doit utiliser la boue à thé.



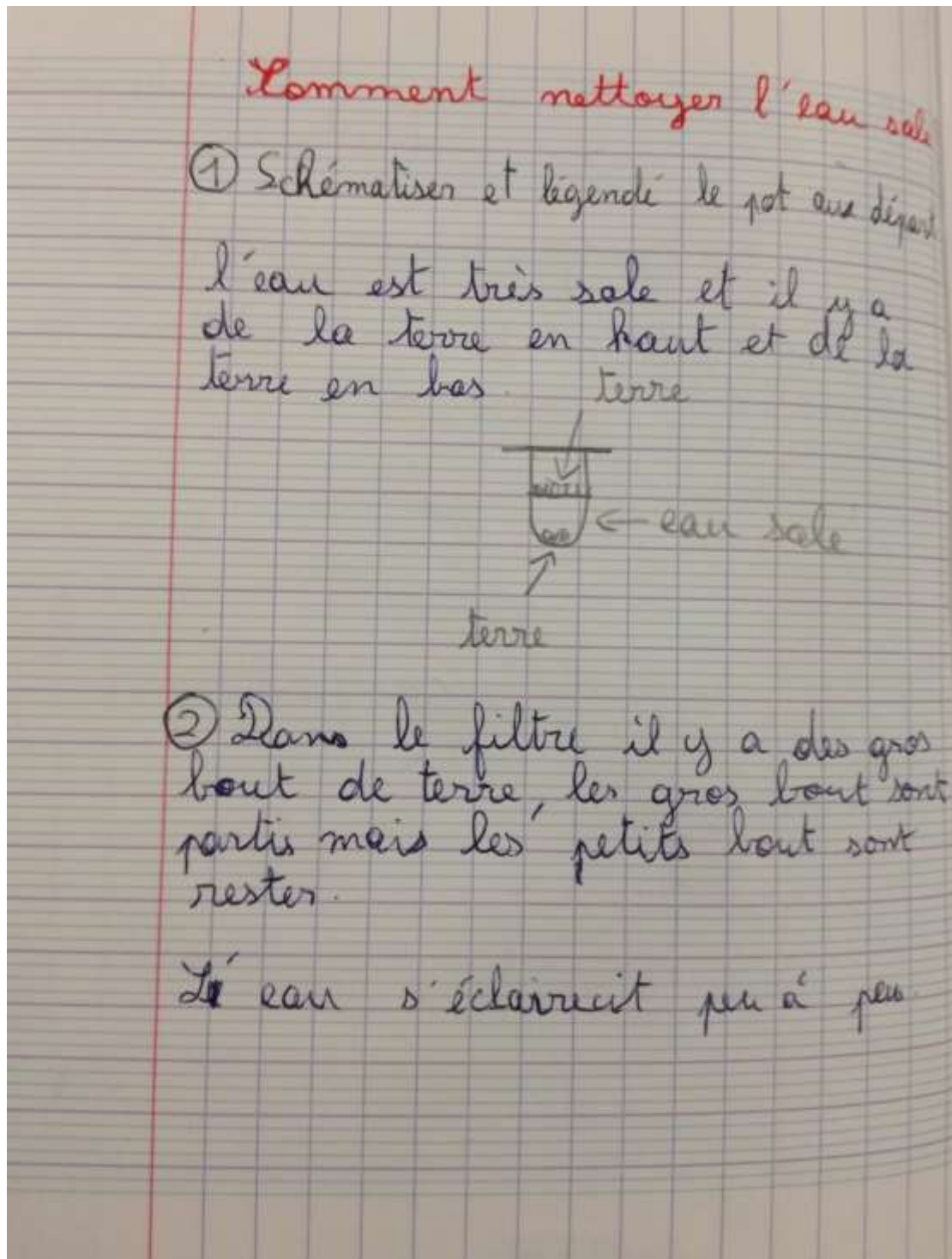
Comment nettoyer l'eau de la terre

Hypothèse : Nous pensons que pour nettoyer l'eau, il faut ~~on~~ ^{un} mettre ~~un~~ pot en dessous du tissu et verser l'eau avec la terre dessus et on espère que l'eau sera propre.



filtrer l'eau car
la terre n'est pas
soluble donc nous
pensons que si nous
filtrons l'eau la
terre partira.

Annexe 18. Productions individuelles des élèves concernant les résultats de filtration de l'eau sale par la terre.



Comment nettoyer l'eau sale?

① Schématiser et légender le processus.

Il y a de la terre au dessus et au dessous et l'eau est trouble

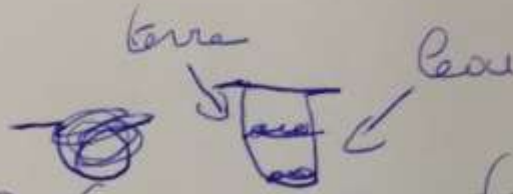
après la 1^{ère} filtration le filtre a bloqué les gros bouts mais l'eau est trouble

après la 2^{ème} filtration l'eau est un tout petit peu moins trouble. C toujours trouble

Comment nettoyer l'eau sale?

① Schématiser et légendiser le pot au départ.

L'eau est très sale et il y a de la terre en haut et en bas.



2) Il y a de gros morceaux de terre qui se sont déposés dans le filtre.

L'eau se clarifie un peu.

Comment nettoyer l'eau sale?

① Schématiser et légendrer le processus au départ.

Il y a de la terre au dessus et au dessous et l'eau est trouble

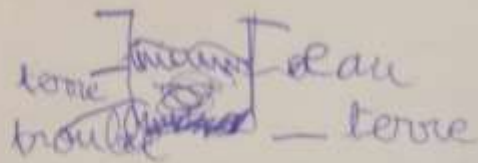
après la 1^{ère} filtration le filtre a bloqué les gros bouts mais l'eau est trouble

après la 2^{ème} filtration l'eau est un tout petit peu moins trouble. C toujours trouble

après la 3^{ème} filtration l'eau est moins trouble. C toujours trouble.)

Comment nettoyer l'eau sale?

1



L'eau est trouble il y a de la terre au fond et au dessus du pot

 après la première filtration il ~~reste~~ a bloqué les gros bou. il reste des minis résidus l'eau est toujours trouble

après la deuxième filtration l'eau est ~~resté~~ trouble de ~~venue~~ main

après la troisième filtration l'eau est de venue main trouble.

Comment nettoyer l'eau sale?

① Schématiser et légendes le schéma

 pot
eau
terre

dépot.

L'eau est sale.

② expérience

③ Observations

conclusions / hypothèse?

L'eau est encore sale
il reste quelque morceau

Annexe 19. Transcription de l'entretien semi-directif (pré-séquence) mené avec l'enseignante B.

Date d'entretien : 3/5/2022

Heure : de 15h00 à 15h25.

A.B : Aicha BARROUDI

Prof : Professeur

1	A. B	Je me présente, je suis Mme Barroudi je prépare une thèse sur les fonctions des expériences dans la construction des savoirs scientifiques à l'école élémentaire. Dans le cadre de cette recherche je pense que ce n'est pas toujours facile de recourir à des expérimentations, ce qui m'intéresse c'est de savoir comment les enseignants essayent de mobiliser des expériences, ce qui choisissent comme expérimentations, quels choix ils font et comment ils font participer les élèves. Je m'intéresse à voir le fonctionnement des élèves. Pour commencer j'ai besoin de savoir des informations à propos de votre formation et vos études ?
2	Prof	Moi j'ai un Bac C donc un Bac scientifique, après j'ai fait une licence d'allemand et après j'ai fait l'IUFM, donc à l'époque c'est l'IUFM en deux ans, un an pour préparation de concours et après un an on était stagiaire avec deux fois un mois dans les classes en responsabilité.
3	A. B	D'accord, donc votre ancienneté en classe c'est combien ?
4	Prof	Je sais jamais exactement mais je dois être à 23 ans.
5	A. B	Ça se voit pas que vous avez cette ancienneté.
6	Prof	J'ai commencé jeune.
7	A. B	Les niveaux d'enseignement que vous avez eu ?
8	Prof	Alors j'ai commencé avec un CE2 une année, après CP une année et après je suis arrivée ici en CM1, mon poste rapidement pour trois ans.
9	A. B	En CM2 depuis combien de temps ?
10	Prof	19 années au moins.
11	A. B	Dans votre formation est-ce que vous avez suivi des formations en sciences ?
12	Prof	Quelques-unes il y a très longtemps, ça fait longtemps. Là comme tout le monde se focalise sur le français et les mathématiques, il y a longtemps que j'ai plus de formation en sciences et je saurai même plus quelle était l'intitulé parce que ça fait au moins une dizaine d'années, dix ans peut être il me semble. Ces dernières années on a fait beaucoup de français et Maths.
13	A. B	La dernière fois vous m'avez dit que vous allez travailler sur les mélanges, c'est ça ?
14	Prof	Là on va travailler, jusqu'à maintenant en sciences on participe en mois de septembre on va nettoyer la ville en ramassant les déchets. On a travaillé sur le tri des déchets en début d'année. Ensuite on a travaillé comme on participe avec la lutte contre le cancer, il y a un défi qui s'appelle le défi collectif, on a travaillé sur l'alimentation sur l'équilibre alimentaire et sur la préservation de l'environnement en utilisant les produits de saison. Après c'est pas moi c'est ma remplaçante elle a travaillé sur la digestion, faire le lien avec l'alimentation. J'ai eu des intervenants des stagiaires en en BTS qui ont fait une intervention sur les mammifères, les élèves font des affiches à partir de ce qu'ils avaient retenus sur les mammifères, on en refait un point et là ils ont

		l'évaluation. Et là normalement on doit travailler sur l'eau et le mélange de l'eau avec les solides et avec le liquide.
15	A. B	D'accord, si je me rappelle vous m'avez dit que vous allez faire cinq ou six séances.
16	Prof	Normalement ça devrait prendre cinq six séances. Là il y aura une petite problématique de poser l'eau ensuite des expériences et des discussions des propositions d'expériences et puis quels sont les solides qu'on peut mélanger à l'eau et puis on va travailler sur comment nettoyer l'eau sale par exemple donc ça va prendre au moins cinq six séances. Parce que après on relie ça avec la géographie quand on va travailler le cycle de l'eau on travaille sur la consommation de l'eau et comment on peut consommer moins pour des gestes écocitoyens, quand on se lave les dents, comment économiser l'eau en fait.
17	A. B	Et là cette séance d'aujourd'hui, comment vous allez l'introduire ?
18	Prof	Je vais demander d'où vient le sel de cuisine en fait, donc je vais les laisser discuter sur d'où vient le sel de cuisine et après je vais leur proposer de créer un mélange d'eau – sel et de voir qu'est ce qu'est se passe quand on mélange l'eau et le sel, ils voient qu'il se dissout dans l'eau. Et après je vais demander comment on peut faire puisque nous on a du sel de cuisine, comment on peut séparer de l'eau, je vais leur demander de proposer des choses pour séparer le sel de l'eau.
19	A. B	D'accord, si j'ai bien compris dans les cinq séances ça sera la même thématique ?
20	Prof	Le mélange de l'eau avec d'autres substances. Comme ça après quand va arriver à comment nettoyer l'eau on va voir les deux procédés de filtration et de décantation.
21	A. B	Qu'est-ce que vous voulez à la fin de cette séquence que les élèves sachent ?
22	Prof	A la fin de cette séquence, j'aimerais bien qu'ils sachent qu'il y a des solubles qui se mélangent à l'eau et donc on dit qu'ils se dissolvent ils sont solubles et d'autres qui ne sont pas solubles. Le but c'est qu'ils me proposent la semaine prochaine on fera peut être d'autres expériences, on va voir comment on avance parce que je fais jamais ce que je prévois. Au final, le but c'est de voir ce qui se passe quand on mélange le sel et l'eau et de me proposer des façons de récupérer le sel, en parallèle on va travailler sur quels sont les autres solides qui peuvent se mélanger à l'eau et donc en apportera la semaine prochaine pour faire les expériences.
23	A. B	Ce thème en quoi il vous apparaît difficile ? facile ?
24	Prof	Ce qui est facile c'est que c'est des choses qu'ils pratiquent au quotidien mais qu'ils ne le font pas dans un ordre des experts, ils ont pas le vocabulaire comme soluble, c'est pour rapporter du vocabulaire supplémentaire sur les choses de la vie quotidienne en fait parce que ça leur arrive tous de mélanger du sucre avec de l'eau, même quand on fait une vinaigrette, là c'est pas de l'eau c'est de l'eau avec du vinaigre. Ben voilà c'est toutes ces choses-là.
25	A. B	Et en quoi il vous apparaît difficile ?
26	Prof	Difficile parce que ils croient savoir des choses et quelque fois elles sont fausses. Leur première conception elle est fausse ou elle est approximative on va dire parce que ils savent bien que le sucre, par

		exemple le sucre qu'on va mélanger il est disparu mais il disparaît pas il est soluble donc il se disperse, c'est comme le sel on le voit pas dans l'eau mais pourtant il est là.
27	A. B	Donc quelles difficultés ils risquent-ils d'avoir ?
28	Prof	Ben de leurs conceptions initiales, de se dire il y a du sel mais il est plus là ou est ce qu'il est encore là.
29	A. B	Comment vous pensez prendre ces difficultés en compte ?
30	Prof	Il faut les écouter et puis justement par l'expérience, ils se rendent compte qu'ils se sont trompés ou pas, c'est l'expérience qui va pouvoir prouver ou pas pour pouvoir avancer.
31	A. B	C'est le rôle que vous donnez à l'expérience ?
32	Prof	Oui mettre en avant leurs erreurs, pour savoir en quoi ils se sont trompés.
33	A. B	En ce qui concerne les ressources, quels documents vous utilisez pour préparer la séquence ?
34	Prof	En fait, c'est des expériences que j'avais donné pendant le confinement pour les faire chez eux. Donc j'avais préparé plein de fiches pour qu'ils fassent les expériences chez eux. Et là j'ai trouvé sur Internet une situation déclenchante sur les mélanges, parce que moi j'avais pas forcément de situation déclenchante quand je leur avais donné les expériences à faire à la maison. Donc c'était pour qu'ils manipulent avec des petites sœurs et petits frères et s'amuse à prendre des photos de leurs mélanges. C'est des expériences qu'ils peuvent faire à la maison parce qu'on a de l'eau avec de choses à la maison.
35	A. B	Donc d'habitude, vous vous appuyez sur quelles ressources ?
36	Prof	J'étais aller sur Internet chercher des expériences et pour trouver des choses et après et former mes petites fiches à faire à la maison.
37	A. B	D'accord donc y'a pas d'autres ressources ?
38	Prof	J'ai pas de manuel, l'année prochaine on en aura un parce qu'on a fait une progression avec ma collègue de CM2, on serait parties pour balayer dans le sens du programme. Donc l'année prochaine on aura un manuel, on va suivre une collection qui s'appelle Retz. Donc et là à partir du manuel c'est réparti les séquences, mais ça sera pour l'année prochaine.
39	A. B	D'accord et pour les programmes, vous êtes autonome vous cherchez vous-même vos ressources ?
40	Prof	Oui je regarde dans les programmes, je le fais en fonction des projets. Moi j'ai eu un travail de projet comme en début de l'année on a participé, je sais que je travaille sur les déchets et après comme tous les ans je participe au défi collectif de la lutte contre le cancer et je m'adapte. Là cette année c'était sur l'alimentation, l'année dernière c'était sur le soleil et les méfaits et les bienfaits du soleil, et l'année d'avant c'était sur les microbes et les virus. Donc je me base aussi souvent sur les défis, et après on fait la de la science, et souvent je me base sur la thématique de la science qui arrive en Septembre, Octobre.
41	A. B	D'accord, donc en quoi les programmes et les circulaires vous inspirent ?

42	Prof	Les circulaires, je m'inspire pas du tout, mais ben les programmes ça me donnent des idées de thématiques et voir comment je vais raccrocher mes projets au programme pour être dans le programme et pas hors programme.
43	A. B	Par rapport aux expériences, quelles expériences vous allez utiliser dans cette séquence ?
44	Prof	Je vais utiliser le mélange de l'eau et du sel, donc ils vont observer et schématiser ce qui se passe. Ensuite au bout de quelque temps, en fait ça va être le avant après, et après en expérience là ils vont proposer des choses possibles pour récupérer le sel qu'il ont mélangé dans l'eau comme ils le font les sauniers dans les marais salants.
45	A. B	Et c'est tout comme expérience ?
46	Prof	Aujourd'hui c'est tout parce que normalement là on devait faire l'évaluation, donc on aura moins de temps.
47	A. B	Non pas seulement pour aujourd'hui, qu'est-ce que vous avez prévu comme expériences dans la séquence ?
48	Prof	A ben non, la semaine prochaine on va essayer de ramener le matériel par rapport à ce qu'ils ont proposé pour récupérer le sel, moi je leur apporterai après un documentaire sur les marais salants pour voir comment laisser l'eau s'évaporer et comment le sel s'apparaît après. Et en parallèle parce que l'évaporation se fera pas en une semaine ou quinze jours. Après on va faire des mélanges, je vais amener plusieurs, je vais amener du sucre, du café, des choses solides qui vont mélanger et observe, de la terre aussi parce que après je veux bien qu'ils voient que le terre se dépose au fond, que ça se mélange pas pour aller vers comment nettoyer l'eau salée. Et après on va mélanger avec du liquide du vinaigre, de l'huile, on va faire des mélanges pour observer le mélange de l'eau avec des différentes substances, ça sera ça les expériences.
49	A. B	D'accord, d'où vient ce choix des expériences ?
50	Prof	Ben, je voulais travailler sur l'eau de toute façon, et ben je sais pas je vais travailler sur les mélanges, et ben parce que je me suis dit que ça c'est des expériences simples et faisables dans la classe et qui nécessitent pas beaucoup de préparation en fait, il suffit de ramener les ingrédients nécessaires sinon des expériences qui sont faisables à tout moment de l'année et qui nécessitent pas beaucoup de préparation.
51	A. B	Au niveau du matériel expérimental, vous tout ce qu'il faut ?
52	Prof	Alors nous quand on fait de l'électricité on a quelques, on a des piles plates, on a des fils, on a des ampoules pour pouvoir travailler sur l'électricité sur les montages simples, on a du mal avec les mesures, on a des thermomètres, on a des balances. Sinon après on peut emprunter des malles thématiques, avant elles étaient à l'inspection et comme il y a plus beaucoup de place à l'inspection ils sont un peu dispersés dans toutes les écoles de Mons. On prend un mi-listing de malles thématiques avec l'école qui a la malle, donc on peut s'adresser à l'école pour récupérer la malle. Il y a beaucoup de malles à l'électricité, l'eau en fait il y a pas mal pour travailler sur les transvasements, il y a des thermomètres très spéciaux aussi pour faire bouillir de l'eau.
53	A. B	En général vous n'avez pas de difficultés pour obtenir le matériel ?

54	Prof	Non on ne peut pas toujours trouver du matériel, si on demande à l'avance parce que après il faut contacter l'école, être sûr de récupérer la malle. En général, il faut toujours se débrouiller en fait.
55	A. B	D'accord, donc pour les choix des expériences vous m'avez dit que vous avez cherché sur Internet, c'est ça ?
56	Prof	Ben c'est des expériences que j'ai faites il y a deux ans, c'est des choses que j'ai fait pendant le confinement, j'ai cherché des expériences faisables à la maison pour les enfants de manière autonome. Je voulais qu'ils fassent des choses où les parents n'étaient pas obligés d'être à côté d'eux, c'est des CM1 donc je sais bien qu'ils allaient boire de l'eau avec la terre, des choses comme ça. Quoique à un moment, sur une des fiches que j'avais donné j'avais marqué qu'ils peuvent goûter l'eau avec le sucre et l'eau avec le sel pour vérifier que ça n'avait pas disparu. Donc c'était des expériences faisables à la maison d'une manière autonome par les élèves pendant le confinement pour pas que les parents soient obligés d'être derrière eux.
57	A. B	Est-ce qu'il y a eu des expériences que vous auriez souhaité utiliser ?
58	Prof	Ben pas forcément, cette expérience là ?
59	A. B	Non dans l'ensemble de la séquence.
60	Prof	Cette séquence là, ben celles que je veux utiliser je vais les faire, voilà c'est toutes des chose faisables en classe et à la maison aussi.
61	A. B	Qu'est-ce que vous pouvez me dire par rapport à la gestion du temps de la séquence ?
62	Prof	En fait, je prévois des choses et puis je fais jamais tout ce que j'ai prévu, je déborde ou je reporte à la semaine prochaine parce les sciences c'est une fois par semaine. Vous verrez moi j'avais prévu une séance de 40, 45 minutes et souvent j'arrive pas au bout de ce que je prévois de faire.
63	A. B	On distingue parfois en sciences entre expérience et manipulation, comment vous voyez ça ?
64	Prof	La manipulation c'est quand ils vont vraiment utiliser le matériel et faire des actes, et l'expérimentation c'est quand ils vont devoir schématiser expliquer d'abord proposer des expériences. Ben ce qui fait le scientifique ben il réfléchit à une problématique puis il essaye de trouver des solutions puis il met en place des expériences, il se trompe aussi et tout ça.
65	A. B	Dans cette séquence, selon vous est ce qu'il s'agit des expériences ou des manipulations ?
66	Prof	Ben il y aura les deux, ils vont me proposer des moyens pour séparer l'eau du sel. Là il y aura une première manipulation faire l'eau salée pour pouvoir après proposer de séparer l'eau du sel. Donc ils vont avoir cette démarche de comment on peut faire proposer des expériences pour séparer l'eau du sel.
67	A. B	Comment vous envisagez la démarche scientifique ?
68	Prof	La démarche scientifique, c'est ce que je leur dis sur l'envisage d'un scientifique, il y a un problème et on essaye de trouver des solutions et les solutions elles passent de l'expérimentation en réfléchissant sur les expériences possibles en les faisant en les observant et puis après en concluant ou pas si l'expérience a réussi en fonction de la problématique, donc là c'est d'où vient le sel de cuisine ?

69	A. B	Pour les séquences où vous pouvez pas faire des expériences ? comment vous faites ?
70	Prof	Ben je les fais pas du coup si je fais pas forcément d'expériences je l'ai fait pas. J'ai oublié on a travaillé aussi sur les fleurs en art plastique, donc on a travaillé sur les fleurs, je leur donnais des fleurs et ils ont fait des schémas d'observations. Donc si on peut pas, aux moins en sciences faire au moins un schéma d'observation ou d'expériences c'est pas de la science. Alors quelque fois ils peuvent travailler sur des documents mais pas trop souvent, sinon c'est pas de la science. Les documents viennent en support, comme là avec les marais salants, ça viendra en support si l'évaporation ne vient pas dans leur proposition d'expériences.

Annexe 20. Transcription de l'entretien semi-directif (post-séquence) mené avec l'enseignante B.

Date d'entretien : 21/6/2022

Heure : 15h40 à 16h05.

A.B : Aicha BARROUDI

Prof : Professeur

1	A. B	Bonjour.
2	Prof	Bonjour.
3	A. B	Après avoir présenté la séquence est-ce que le déroulement de votre séquence était comme prévu ?
4	Prof	Oui, après peut être un peu plus de temps pour l'expérience avec l'eau salée je pensais que ça irait plus vite parce que je pensais qu'il ferait un peu plus chaud mais finalement ça a marché bien parce à la dernière séance de sciences on a pu observer et récupérer notre sel ce qui était la question initiale de la problématique soulevée.
5	A. B	D'accord, où avez-vous vu que cela a bien marché dans votre séquence ?
6	Prof	Ben les élèves ont participé en proposant des expériences qui étaient réalisables en classe avec des objets du quotidien, c'était quand même ce qui est été demandé quand on pouvait le faire. Je pense que ce qui fait que ça marche c'est que les élèves participent ils sont acteurs de leur recherche dans les travaux demandés, ils sont tous entrés dans l'activité de toute façon.
7	A. B	D'accord, où avez-vous vu que cela n'a pas marché comme vous le souhaitez ?
8	Prof	Il me semble je pense à part le fait qu'on a perdu du temps sur certaines choses mais au final je suis allée au bout de ce que je voulais faire sauf que normalement je devais aussi travailler sur le mélange des liquides, je sais que les autres années ça m'arrivait de travailler sur le mélange des liquides pour travailler sur les napes de pétroles les marais noirs pour aller sur la pollution et la protection de l'environnement.
9	A. B	Pourquoi vous avez pas pu le faire ?
10	Prof	C'est parce que c'était pas possible il aurait fallu que je prenne plus de temps il m'aurait fallu au moins quatre séances. Au lieu de faire comment nettoyer l'eau sale j'aurais pu après le mélange de liquide solide j'aurais pu faire liquide mais j'ai choisi de faire comment nettoyer l'eau sale.
11	A. B	Quelles difficultés avez-vous eu dans la réalisation de la démarche que vous avez faite ?
12	Prof	Ben la difficulté c'est la gestion des élèves qui veulent participer, quand tous les élèves voudraient participer quelquefois ils étaient par quatre et certains élèves ont tendance à dominer d'autres et à vouloir faire plus certains, je pense qu'il pose le plus problème mais c'est ça le travail en groupe et le fait d'avoir chacun son rôle dans le groupe et je le remarque dans d'autres disciplines quand on travaille en groupes il y a des élèves qui ont du mal à partager les tâches et à laisser tout le monde toucher, vraiment j'ai constaté il y en a qui sont dominants et il y en a qui sont retraits c'est ça qui plus difficile mais c'est un apprentissage qui se fait dans les autres matières aussi.
13	A. B	Finalement en quoi vous pouvez dire que ce thème est difficile et en quoi il est facile ?

14	Prof	Il est facile parce que c'est faisable en classe avec les moyens du bord avec les choses de quotidien. Ce thème est difficile parce que il y a plein de choses qui pourraient être abordées qui n'ont pas été abordées comme je l'ai dit avec les mélanges eau avec d'autres liquides et je suis pas allée jusqu'au bout j'ai pas assez pris le temps pour certaines notions comme mélanges homogène hétérogène dissolution évaporation, je les avais juste abordées mais je me rends compte que les autres années je l'avais fait parce j'ai dû enlever de l'évaluation parce que avec eux j'ai parlé soluble non soluble mais j'ai pas assez appuyé sur mélange homogène hétérogène comme ça m'aurait permis avec l'eau de travailler sur le miscible et le non miscible, là j'ai pas fixé assez certains notions comme je l'ai fait les autres années et j'ai dû modifier l'évaluation pour ça parce qu'ils connaissaient pas ces mots-là.
15	A. B	D'accord, avez-vous pu atteindre votre objectif prévu pour cette séquence ?
16	Prof	Oui, ben de toute façon mon objectif pour la séquence, j'avais pas pris le temps cette année de partir sur des démarches réellement scientifiques et là ils sont partis dans des démarches scientifiques parce que comme je l'avais déjà en entretien les enseignants de l'élémentaire sont toujours pris par un programme, ils voulaient absolument terminer leur programme et quelquefois c'est vrai c'est la solution facile c'est de montrer aux élèves des petits vidéos quelquefois on veut aller vite et puis on donne des photocopies et des résultats d'expériences d'autres personnes, c'est pas eux qui font les expériences. Donc là ça m'a permis de vraiment les mettre dans une démarche scientifique, ils deviennent acteurs de leur apprentissage. En fait il y a le travail de groupe ensuite il y a la prise de parole, la présentation avec la formulation des hypothèses la formulation des conclusions, voilà donc ça permet de travailler plein de choses c'est transdisciplinaire quand on fait des expériences.
17	A. B	Comment vous avez trouvé l'implication des élèves ?
18	Prof	Dans l'ensemble ils sont tous impliqués dans les expériences, ils s'impliquaient bien quand il fallait réaliser les expériences. Comme c'était la première fois vraiment je leur demandais de créer des expériences à partir d'une problématique, certains ont du mal à démarrer mais après de la deuxième expérience qu'ils devaient faire pour nettoyer l'eau ils ont tous trouvé ils ont vu où on allait en fait mais comme c'était la première fois c'est vrai que la première expérience ils avaient peut-être du mal à reformuler les hypothèses et après ils ont pris comment dire la technique et puis le protocole.
19	A. B	A quoi avez-vous vu que les élèves se sont appropriés les savoirs de la séquence ? et quel savoir ?
20	Prof	Alors quand ils ont commencé à comprendre qu'il fallait formuler des hypothèses imaginer ce qu'on pouvait obtenir à partir d'une expérience et après je pense qu'ils ont rencontré la démarche scientifique telle qu'elle existe même si c'est pas acquis pour tout le monde, ils ont bien compris que comme tous les scientifiques il fallait d'abord être confronté à un problème, essayer de trouver des solutions, formuler des hypothèses et se dire ce qu'on attendait à l'issue de l'expérience et voir que ça marchait ou pas mais ça n'empêche de recommencer. Après quand ils ont nettoyé l'eau ils ont demandé à refiltrer alors ils se sont adaptés au fur et

		à mesure de cette expérience ils ont trouvé d'autres façons de faire en renouvelant avec le filtre ou en demandant la boule à thé et ce genre de choses ils sont adaptés. Ils ont compris qu'une conclusion peut nous amener à une nouvelle proposition d'expérience.
21	A. B	Quelles difficultés avez-vous repérées chez les élèves ?
22	Prof	La difficulté chez élèves c'est justement ça comme ils étaient pas habitués à la démarche scientifique ils ont eu du mal à comprendre que ben après une hypothèse on peut se dire que on attend quelque chose il faut imaginer ce qu'on attend, la schématisation aussi la présentation en fait de l'expérience.
23	A. B	Comment vous avez pris ces difficultés en compte ?
24	Prof	Il y a certains élèves qui sont moteurs et qui conduisent la classe là où je veux les emmener, donc il faut toujours s'appuyer sur des élèves moteurs en essayant de tirer les autres pour qu'ils s'impliquent, mais à partir du moment où ils savaient il les a motivés même c'était avec des choses qu'ils avaient à la maison, ils étaient quand même contents de pouvoir manipuler c'est la manipulation qui les motive en fait.
25	A. B	Par rapport aux expérimentations, avez-vous pu faire toutes les expériences que vous avez prévues ?
26	Prof	Oui, pour les thématiques là oui puisque j'ai vous dit que j'aurais bien voulu faire les mélanges eau pour qu'ils observent l'huile et l'eau qui ne se mélangent pas pour aller sur pollution de l'eau avec les marais noirs mais sur les thématiques est-ce que un solide se mélange avec un liquide et comment nettoyer l'eau sale on était allé au bout des expérimentations
27	A. B	Donc il y avait des expériences que vous avez mises de côté ?
28	Prof	Oui, à un moment j'aurais voulu faire des mélanges des liquides après le mélange solide liquide et j'ai préféré partir sur comment nettoyer l'eau sale au final.
29	A. B	Pourquoi ce choix ?
30	Prof	Ben je me disais le temps presse, j'avais bien vu j'aurais pas assez de temps si j'avais inséré entre les deux et mélanger des liquides, c'est par rapport au temps.
31	A. B	Pensez-vous que le choix des expériences réalisées était pertinent ?
32	Prof	Oui je pense que le choix des expériences étaient correspond à ce que j'attendais à la problématique posée.
33	A. B	On fait parfois la distinction entre manipulation et expérience, qu'en pensez-vous ?
34	Prof	Non à l'école élémentaire je fais pas la différence en sciences, alors après il y a des manipulations en mathématiques on manipule pour travailler par exemple la numération sauf que je parle pas de manipulation quand on passe en sciences je parle d'expériences peut être d'expérimentation plutôt mais pas de manipulation pour moi la manipulation c'est quand on travaille en mathématiques et quand on fait manipuler des petits cubes ou on fait manipuler des objets pour faire comprendre les problèmes de la numération décimale par exemple, pour moi manipulation j'utilise pas le mot c'est peut-être une erreur mais j'utilise pas le mot manipulation en sciences.

35	A. B	Dans les nouveaux programmes on entend parler de la démarche d'investigation, c'était ce type de démarche que vous avez voulu faire ici ? Comment vous avez pensé sa mise en place ?
36	Prof	Ben là, on un problème et puis on réfléchit à un protocole qui permet de mettre en évidence certaines choses et ils font une expérience c'est faire des expériences c'est ça c'est essayer des choses se tromper recommencer. Voilà, le problème, l'hypothèse, l'expérience, l'interprétation et puis il y a la conclusion. Voilà ben je sais que c'est ça, l'expérience englobe tout ça.
37	A. B	Est-ce que vous avez été confronté à des difficultés dans la mise en place des expériences ?
38	Prof	Non parce que comme je l'ai dit c'était toutes des choses que j'avais dans mes armoires sauf peut-être pour les pipettes, si on a été confronté à l'histoire de la cuillère le récipient avec l'eau sale pour aller récupérer de l'eau avec une cuillère et c'est vrai que après en réfléchissant ensemble d'aspirer, d'avoir une pipette au final.
39	A. B	Pour le matériel expérimental, vous avez eu de difficultés pour l'obtenir ?
40	Prof	Non ben non, parce que le but c'était quand même d'utiliser des choses de tous les jours et pas commencer à aller chercher à droite à gauche dans des magasins des choses et dépenser d'argent alors qu'on a pu faire avec des produits de tous les jours.
41	A. B	D'accord, donc en exécutant les expériences, pensez-vous que les élèves gardent toujours le problème de départ la problématique en tête ?
42	Prof	Non c'est pour ça je répète souvent je reprends avec eux régulièrement ce qu'on fait là ce qu'on attend ce qu'on vu les fois précédentes parce que pour certains élèves d'une semaine à l'autre ils ont tout oublié et ça c'est vu dans les interventions on a l'impression que certains élèves n'étaient pas là la semaine précédente parce qu'ils se rappellent plus du tout, et après le fait que d'autres l'expriment ça leur permet de revenir sur les situations et de se remémorer ce qui a été fait les fois précédentes.
43	A. B	D'accord, c'est dans toutes les disciplines ?
44	Prof	Oui c'est fréquent on a besoin de répéter régulièrement les choses de remettre en place alors un manque d'attention ou il se passe plein dans leur vie en une semaine et donc ils ont mis ça de côté mais en les resollicitant par l'intervention d'un autre élève qui repose les choses et comme on peut travailler les notions qui étaient vues les semaines précédentes.
45	A. B	Alors le défi était de pouvoir récupérer le sel de l'eau et de nettoyer l'eau sale par la terre, quelles sont les hypothèses que les élèves ont proposées pour les faire ? comment vous avez trouvé ces hypothèses ?
46	Prof	Le sel, ils avaient proposé de filtrer aussi l'eau, ils se sont rendus compte que ben il y avait rien, il y avait des petites choses qui apparaissaient il y a toujours des élèves qui voient des choses qu'on voit pas vraiment et il faut que d'autres élèves leur disent qu'en fait on voit pas parce que sinon ils croyaient voir le sel dans le filtre et mon expérience était fichu en fait, c'est ça il faut trouver il faut que d'autres élèves témoignent du fait qu'il y a pas de sel dans le filtre. Après l'évaporation c'est pareil l'évaporation c'est des notions sur les états de l'eau qu'on a pas travaillé. Ils ont travaillé ça dans les plus petites classes mais le solide le liquide le gazeux.

		Il y a plein de notions que j'aurais dû aborder que j'ai abordé légèrement mais il y a plein d'erreurs d'interprétation comme la vapeur d'eau ça se voit pas au final, ce qu'on voit il y a déjà la décantation je l'ai quelquefois évoquée mais j'aurais dû aller trop loin. C'est un choix de ma part de pas forcément évoquer dire ben la vapeur l'eau ça se voit pas c'est un gaz j'ai pas été plus dans les détails c'est pareil c'est tout un travail qui aurait pu être fait sur les transformations de l'eau et les états de l'eau et heureusement qu'il y a un qui m'en sorti et dit on laisse comme ça, ça s'évapore parce que sinon j'aurais dû apporter la notion.
47	A. B	D'accord, donc comment vous avez trouvé leurs hypothèses dans les deux problèmes ?
48	Prof	Ben j'ai trouvé que c'était quand même assez judicieuses et puis ils étaient pas à côté parce que il y avait même un pour nettoyer l'eau il y en a qui disaient que avec un filtre il y en a qui ont dit que l'eau il serait propre avec un filtre et d'autres ont dit que l'eau il serait pas propre et donc on avait le pour et contre on avait l'hypothèse et la contre hypothèse et au final ben la contre hypothèse ils se sont rendus compte qu'ils ont un peu raison parce que il restait quand même des choses et les autres disent ben si ils avaient quand même bien nettoyé donc ils ont quand même pu échanger sur le fait que il y avait des choses qui étaient...
49	A. B	Il y avait même un élève qui a proposé de chauffer le pot de l'eau salée.
50	Prof	Oui mais alors c'est pareil c'est plus faisable en classe, j'aurais pu travailler sur l'ébullition de l'eau et le fait que ça disparaisse mais j'avais pas le matériel où il aurait fallu que je trouvais une plaque chauffante pour le faire, en plus c'est un peu dangereux, oui il y en a un qui l'avait proposé donc je l'ai mise de côté j'ai dû mettre de côté ce qui était pas assez pratique c'était faisable c'était pas irréalisable si il y en a qui en ont parlé pour aller plus vite parce que on trouvait que au début l'eau s'évaporait pas assez vite on avait l'impression qu'on retrouvait jamais notre sel de départ. Aussi si il y avait eu les radiateurs ça serait beaucoup plus rapide mais là au final on a laissé faire comme dans la nature quand j'au leur montré ce qui se passe sur les marais salants, on a fait comme dans la nature on a laissé faire le soleil la chaleur on est pas intervenu aucune intervention humaine.
51	A. B	Alors pensez-vous que les élèves ont bien fait le lien entre l'expérimentation et le thème de la séquence ou ils se contentent à faire les expériences ?
52	Prof	Ben pour certains je pense il faut pas se leurrer ils font les expériences mais le fait de reprendre à chaque fois le fil conducteur et à chaque séance de rappeler de rattacher ce qui a été fait et ce qu'on va faire je pense que ça permet de recadrer certains personnes qui veulent faire des expériences pour faire des expériences et pour toucher aux objets. Je pense qu'il en a qui perdent de vue à un moment que tout ça on le fait pour répondre à une question au final.
53	A. B	Est-ce que vous pensez que les expériences ont bien contribué à résoudre votre problème de départ ?
54	Prof	Oui pour nettoyer l'eau on a quand même réussi à bien nettoyer l'eau au départ avec la filtration et à la décantation puis après le pompage au final on a pompé l'eau, donc on a réussi à modélisé quand même, on aurait pu faire une modélisation vraiment qui soit plus conforme ça aussi c'est

		quelque chose qui est faisable aussi de modéliser comme dans une usine de traitement des eaux faire la modélisation avec filtrage décantation et puis pompage ça c'est possible aussi de le faire, faire une maquette il y en a qui aiment bien faire des maquettes donc c'est quelque chose de possible sur une autre année, d'une année à l'autre je change de toute façon donc c'était possible de modéliser par des maquettes une usine de traitement des eaux en fait.
55	A. B	D'accord vous m'avez parlé tout à l'heure que les élèves ont des difficultés pour schématiser, c'est bien ça ?
56	Prof	Oui ils ont de moins en moins mais au départ ils savaient pas trop faire le schéma d'écrire mais j'essaye de leur demander de faire les deux parce que pour certains schématiser c'est quand même quelque chose des dessins d'observation c'est quand même important c'est ce qu'on fait quand on allait travailler l'observation des fleurs en art plastique, on est d'abord parti d'observation des fleurs donc ils ont fait des schémas d'observation, je pense que c'est important de travailler sur l'observation et sur ce qu'on voit réellement puisque après dessiner des fleurs imaginaires mais de toute façon l'imagination porte toujours du réel pour aller sur l'imagination.
57	A. B	A quoi les expériences ont-elles servi ? quelle fonction vous attribuez aux expériences ?
58	Prof	Les expériences permettaient de répondre à la question au final donc ça fait partie d'une étape importante dans le protocole de la démarche scientifique, de toute façon quand on voit, eux dans leurs têtes un scientifique c'est quelqu'un de toute façon qui fait des expériences qui expérimente donc on peut pas se dire une démarche scientifique et d'ailleurs quand on a travaillé sur l'observation des fleurs je leur ai dit ben là on est des scientifiques on va dans le parc cet on dessine des on dessine on fait des dessins d'observation et après j'ai dit et ben là on est des artistes maintenant on imagine une fleur donc je leur fait la différence entre la démarche scientifique où on observe et on dessine ce qu'on voit et la démarche artistique où on imagine et on dessine ce qu'on imagine.
59	A. B	Pensez-vous que les élèves ont compris le processus d'évaporation de filtration de décantation ?
60	Prof	Bon filtration je pense que oui, décantation grosse partie a bien vu après on voit le voir parce que du coup c'est dans l'évaluation donc ça je pourrai le dire qu'après l'évaluation et puis l'évaporation alors ils savent que l'eau disparaisse ça comme on y est pas revenu on a parlé d'évaporation que l'eau n'était plus là je suis pas sûr parce que on a pas travaillé certains ont peut être compris mais pas tout, l'évaporation pour eux ça va être quelque chose de magique qui faudrait reprendre en fait.
61	A. B	Par rapport à la gestion du temps scolaire, est-ce que vous avez eu le temps pour faire tout ? est-ce que vous avez pu faire tout ce que vous avez prévu ?
62	Prof	C'est plus ou moins quand même, si je suis quand même arrivée au bout même si après j'aurais pu aborder d'autres thèmes. Sinon on est quand même aller au bout de ce qui avait été prévu.
63	A. B	Avez-vous déjà fait cette séquence les années précédentes ?
64	Prof	Oui ça c'est des choses que j'avais proposé pendant le confinement aux enfants de faire des mélanges et des observations donc ils s'étaient bien

		amusés j'ai même des photos d'élèves qui avaient fait leurs mélanges avec les parents et les petits frères et les petites sœurs parce que c'était avec des objets de la maison et pas besoin d'aller chercher et là j'avais dirigé en leur demandant de dessiner ce qu'ils voyaient au début au bout de 5 minutes au bout d'une journée ce qui voyaient donc c'était beaucoup plus directif.
65	A. B	Donc qu'avez-vous changé des choses de l'année de confinement à cette année ?
66	Prof	Alors j'ai diminué le nombre de solides mélangés parce que j'avais demandé du riz justement du sable il y avait beaucoup plus de choses parce que il fallait quand même que les parents étaient contents ça les occuper quand même un peu c'était des séances qui les occupait avec trois quatre éléments. Donc j'avais changé donc j'ai diminué le nombre des choses mélangés et puis j'avais apporté plus le vocabulaire là j'attendais plus que ça venait d'eux, et pendant le confinement j'avais apporté le vocabulaire en disant ben alors dans ces expériences là on dit que c'est soluble je pouvais pas attendre que ça vient d'eux parce que je devais donner les termes tandis que là j'ai essayé de l'avoir d'eux.
67	A. B	Et pour le questionnaire initial ça vient de vous ou des élèves ?
68	Prof	C'est moi qui leur ai apporté le sujet c'est pas venu d'eux, donc ça peut être un peu plus comme dans certaines pédagogies comme à l'école Frenet par exemple c'est les élèves qui apportent les questions et recherchent ensemble, là c'est moi qui leur ai apporté les questions en fait. Donc ça pourrait venir plus d'eux mais comme j'ai vous dit on est toujours pris par nos programmes à vouloir finir à tout près, voilà il faut laisser faire les élèves mais on a atteint quand même nos objectifs.
69	A. B	Que modifierez-vous l'année prochaine ? qu'est-ce que vous envisagez l'année prochaine ?
70	Prof	Si je veux aller vraiment au bout de l'expérience j'aurai commencé quand même plutôt pour pouvoir parce que là c'est un gros thème sur l'eau et justement l'année prochaine on va travailler sur l'eau de manière générale je pense qu'on pourrait même travailler les états de l'eau les transformations de l'eau, il faudrait que je commence beaucoup plus tôt dans l'année ça serait un projet presque de l'année sur l'eau. Les états c'est une révision, je l'ai vu quand j'ai récupéré la neige qui était tombée les glaçons qui s'étaient formés, j'aurai travaillé sur l'eau je vais commencer plus tôt, l'année je pense que je vais plus travailler sur l'eau d'une manière générale et le cycle de l'eau dans nature aussi donc tout ça c'est des pleins de choses qui peuvent être abordées.

Annexe 21. Transcription de la séquence 3 (séances 1, 2 et 3) traitant le problème des besoins des plantes vertes pour se développer.

Séance 1

Date d'observation : 15/12/2017

1	Prof	Donc on a étudié les besoins des êtres humains en aliments, qu'est-ce qu'on a dit on a dit que en fonction de l'endroit où l'on vit on a des besoins différents, quand on vit dans un pays chaud on a besoin d'une alimentation différente de quand on vit dans un pays froid ça c'est sûr. Matisse si tu as fini tu peux mettre ton cahier sur mon bureau. Et maintenant est-ce que vous connaissez nous on est des êtres vivants les êtres humains sont des êtres vivants des êtres vivants c'est vrai, est-ce que vous connaissez d'autres êtres vivants sur cette Terre ? connaissez-vous d'autres êtres vivants ?
2	Hugo	Le chat.
3	Prof	Alors le chat etc. C'est quoi se sont les ?
4	La classe	Les animaux.
5	Prof	Les animaux, alors les animaux on sait on l'avait vu, ils ont des besoins alimentaires ça dépend de leur régime, soit les animaux on a des carnivores c'est-à-dire ce sont ceux qui mangent de la viande on a des animaux qui sont ?
6	Elif	Végétariens.
7	Prof	Végétariens c'est-à-dire qu'ils ne mangent que de l'herbe ou des végétaux, on appelle on appelle ces animaux les herbivores comme par exemple ?
8	Romuald	Les vaches.
9	Prof	Les vaches, les vaches qu'est-ce qu'elles font elles mangent ?
10	La classe	De l'herbe.
11	Prof	De l'herbe de brute elles boivent de l'eau les omnivores comme c'est vous un animal omnivore, est-ce que vous connaissez un animal qui mange de tout ? Lola.
12	Lola	Le cochon.
13	Prof	Le cochon est omnivore il mange tout, oui un autre ?
14	Jessy	L'homme.
15	Prof	Alors l'homme c'est pas parmi les animaux ? Juliana.
16	Juliana	Le chien.
17	Prof	Ah non le chien il mange il mange souvent il est nourri avec des croquettes quoi quelque fois des os des trucs comme ça mais normalement c'est pas on peut pas donner tout à un chien, un autre animal qui mange de tout à part le cochon ?
18	Kevin	Le lapin.
19	Prof	Non le lapin il est ?
20	Kevin	Il mange les salades.
21	Prof	Il est plutôt végétarien et herbivore, en fait il mange des petites pommes des carottes des foin. Thao.
22	Thao	Un furet.
23	Prof	Non alors pour une personne après c'est tout. Matisse.
24	Thomas	Le lion.

25	Prof	A non le lion il est carnivore stop, ce sont les poules les poules sont omnivores comme les cochons.
26	Thomas	A oui.
27	Prof	Donc les régimes alimentaires des animaux sont différents de celui de l'homme, soit on a des omnivores soit on a des carnivores soit on a des herbivores ok. Alors les animaux on sait vous l'avez déjà fait, les hommes on sait on doit manger des choses différentes en fonction de où on vit. Est ce qu'il y a encore des êtres vivants qui existent ?
28	Maelys	Ben c'est pareil les poisons.
29	Prof	Alors les poisons c'est dans les animaux poisons animaux, êtres humains, il y a plus d'êtres vivants sur Terre à part ça ?
30	Zorane	Non.
31	Fille	Moi je sais Zoran.
32	Zorane	Les plantes.
33	Prof	Ah ben oui les plantes, alors les plantes est-ce que vous connaissez des plantes ? allez dites-moi connaissez-vous des plantes différentes ?
34	Lola	Tulipe.
35	Prof	Alors la tulipe, c'est une ?
36	Lola	Fleur.
37	Prof	Une fleur.
38	Jérémy	Le maïs.
39	Prof	Le maïs c'est une le maïs le blé l'orge le maïs le sarrasin, c'est quoi ce sont des ?
40	Louaka	Plantes.
41	Juliana	Des céréales.
42	Prof	Des céréales très bien Juliana céréales, alors on a les fleurs on a les fleurs on a les céréales, qu'est-ce qu'on a d'autres comme plantes ?
43	Elif	Les arbres.
44	Prof	Les arbres alors là les arbres, ils y'en existent ?
45	Romuald	Des chaines.
46	Prof	On appelle ça des espèces des espèces d'arbres, oui on a les chaines, il y en a plein, alors ben c'est des fleurs.
47	Romuald	Les plantes carnivores.
48	Prof	Oui.
49	Thao	La rose.
50	Prof	C'est une fleur tout simplement, quand c'est l'hiver on est content pour jouer où ?
51	La classe	Dehors dans le jardin.
52	Prof	Dans le jardin, il y a quoi dans le jardin.
53	La classe	L'herbe.
54	Prof	Ben de l'herbe c'est une plante de l'herbe ben c'est bien l'herbe. Est-ce que tu sais il pousse pas naturellement, c'est nous qui devons le semer donc si on sème et que ça pousse c'est un c'est vivant. Pourquoi on dit que c'est vivant ?
55	Jessy	Il a des racines.
56	Prof	Alors il a des racines, pourquoi on dit que c'est vivant pourquoi on dit que les plantes sont vivantes ?

57	Matys	Parce que après elles meurent.
58	Prof	Elles peuvent mourir déjà premièrement si vous achetez un bouquin des fleur au bout d'un moment ça ?
59	La classe	Ça fane.
60	Prof	Ça fane si vous avez des fleurs qui sont dans la nature, est ce qu'il existent tout le temps ces fleurs ?
61	La classe	Non.
62	Prof	Non on observe des fleurs différentes selon des saisons voilà, alors à partir du moment où une plante meurt tu le tiras pas, à partir du moment où une plante meurt ça veut bien dire qu'avant de mourir elle a vécu donc c'est vivant, si c'est vivant ça veut dire elle a besoin de beaucoup de choses une plante.
63	Juliana	De l'eau.
64	Prof	L'eau.
65	Maxime	Le soleil.
66	Prof	Le soleil.
67	Roxane	La terre.
68	Prof	De la terre.
69	Maelys	De l'eau.
70	Prof	La terre alors parce que dans la terre il y a des sels minéraux qu'on en a besoin il y a des minéraux, l'eau ben c'est comme nous les êtres humains des fois si on arrose pas ben ça fane, le soleil ben avez-vous déjà essayez de faire pousser des plantes dans le noir ?
71	La classe	Oui.
72	Maelys	Oui ça.
73	Jérémy	Non.
74	Prof	Alors il y a des plantes qui poussent dans le noir, lesquelles ?
75	Jérémy	Non c'était Madame.
76	Prof	Avez déjà xxx c'était nature.
77	La classe	Oui.
78	Prof	Il y a une cabine une cabine chut une cabine toute noire dans laquelle pousse un espèce de légumes.
79	Elif	Ah je sais.
80	Prof	Les endives.
81	La classe	A oui.
82	Prof	Pour ceux qui restent en noir pour pousser, ça pousse pas c'est l'exception parce que très souvent il faut du ?
83	La classe	Soleil.
84	Prof	Du soleil.
85	Jérémy	Madame avec Madame et ben on avait fait on avait planté des haricots, et Madame elle avait mis dans le placard et ça pousser et ça était blanc.
86	Prof	D'accord alors voilà elles étaient blanches, oui on peut mettre du coton avec des haricots. Si ça pousse dans le placard est-ce que vous croyez à côté ça pousse de la même façon à la lumière ?
87	La classe	Non.
88	Prof	Non vous avez besoin xxx ça pousse blanc chut et ça fane d'accord. Arrête Matys. Ça pousse plus vite à la lumière bien entendu.
89	Juliana	Madame, ça pousser plus vite en noir.

90	Prof	Et bien donc c'est pas normal, par contre elle a poussé il vient de le dire blanc, donc c'est que il avait pas tous les besoins.
91	Juliana	Elle était verte nous ben c'est que à mon avis, c'est pas possible Jérémy je pense que tu racontes.
92	Jérémy	Nous elle était blanche.
93	Prof	Donc c'est que elle avait pas tout ce qu'il faut de toute façon, à part les endives certaines plantes dans le noir ça ne poussent pas. Je pense que je vais confisquer et je vais mettre des mots à tous ce qui fouillent et tondent, donc je suis en train de parler Matys etc. Alors observez donc cette photo et puis dites ce qui c'est alors on réfléchit on regarde et vous me dites ce que c'est ? Théo.
94	Hugo	Maïs.
95	Prof	Est-ce que vous êtes d'accord ?
96	La classe	Oui.
97	Prof	Alors c'est un champ de maïs en effet, et qu'est-ce que vous observez dans ce champ de maïs ? alors Elif qu'est-ce que tu observes ?
98	Elif	Ben ils sont fanés.
99	Prof	Ah ils sont fanés pourquoi c'est fané ?
100	Roxane	Parce que c'est jaune.
101	Prof	Non, Thao qu'est-ce que tu observes ?
102	Thao	Ben en fait c'est dans un champ de maïs, c'est séché qui est passé.
103	Prof	Ah c'est un joli mot oui, Thao utilise un joli mot pourriez-vous le répéter ?
104	La classe	La sécheresse.
105	Prof	La sécheresse, alors pourtant est-ce qu'il a l'air de faire beau ?
106	La classe	Oui.
107	Prof	Oui donc ça veut dire que la plante a-t-elle l'air de faire beau ?
108	La classe	Oui.
109	Prof	Oui, donc la plante a eu du soleil pour pousser ?
110	La classe	Oui.
111	Prof	Oui elle est plantée dans quoi ?
112	Maxime	Dans un champ.
113	Prof	Oui alors un champ c'est quoi au sol ?
114	La classe	De la terre.
115	Prof	De la terre, donc il y a eu du soleil il y a eu de la terre mais. Vas-y Jérémy.
116	Jérémy	Pas de pluie.
117	Prof	Il n'a pas plu certainement depuis ?
118	Jérémy	Longtemps.
119	Prof	Longtemps quand alors ? ça veut dire que là qu'est-ce qu'il a manqué ? alors la plante pour bien être pour bien pousser et puis être encore bien vivante pas comme là puisqu'on voit que tout est bien fané. Juliana.
120	Juliana	Il fallait de la pluie.
121	Prof	Il fallait de la ?
122	La classe	Pluie.
123	Prof	De la pluie, et quand on parle de sécheresse alors ça veut dire quoi la sécheresse ?

124	Romuald	C'est que il y a il y a de la pluie, et ben toute l'eau a séché.
125	Prof	Voilà si il avait de la pluie toute l'eau a séché non, ça veut dire quoi la sécheresse ?
126	Hugo	C'est une machine c'est une machine.
127	Prof	Non sécheresse ça vient du mot sec, ça veut dire qu'il a fait un temps trop sec.
128	Romuald	Trop de soleil.
129	Prof	Alors il y avait trop de soleil, et il n'y a pas eu de ?
130	La classe	De pluie.
131	Prof	De pluie depuis longtemps d'accord.
132	Juliana	Ben il y a de l'eau et puis et puis ça fait longtemps qu'il y a de l'eau et après ben il y en a plus.
133	Prof	Voilà donc la sécheresse c'est quand il y a plus d'eau, alors résultat si la plante avait de la terre elle avait du soleil mais elle a manqué d'eau, ça veut dire que pour qu'une plante pousse il faut pas seulement du soleil il faut pas seulement de la terre il faut aussi de l'eau, il faut plusieurs éléments pour qu'une plante pousse d'accord parce que après les feuilles deviennent toute molles toutes tombantes fanées après les feuilles jaunissent vite, et c'est-à-dire on le voit comme ça, ça veut dire elles se brisent pour finir finalement qu'elle meurt, on voit que être fané ça veut dire mourir pour une plante d'accord. L'eau est donc indispensable pour la survie des plantes, par exemple voici un arbre alors ça c'est un cerisier et ben regardez comment sont les feuilles regardez.
134	Thao	Tombantes.
135	Prof	Oui légèrement tombantes, on voit bien qu'elles sont pas en forme.
136	Théo	Des feuilles oranges aussi.
137	Prof	On a des feuilles oranges voire marrons.
138	Jessy	Il y a eu trop de soleil.
139	Prof	Il y a eu trop de soleil et pas assez de pluie, donc ce cerisier les feuilles les fleurs les feuilles pardon sont en train de ?
140	La classe	Faner.
141	Prof	Faner de ?
142	La classe	Mourir.
143	Prof	Oui. Alors connaissez-vous des Bon qui à la maison a de la pelouse qui voit ses parents tendent la pelouse ? alors regardez je vous laisse lire le petit texte.
144	Lola	Je peux lire.
145	Prof	Ben tout le monde le lit dans sa tête lisez le tranquillement, alors constat de jardinier tous les jardiniers l'ont constaté il faut tondre la pelouse plus souvent au printemps lorsque le beau temps, il xxx avec de périodes xxx pendant l'été les xxx sont plus rares ça dépend où la tondeuse est moins utilisée. Est-ce que vous voyez des gens en ce moment (en hiver) tondent les pelouses ?
146	La classe	Non.
147	Prof	Non parce que on est en hiver, qu'est ce qui ne va pas comment c'est que la pelouse ne pousse pas en ce moment ?
148	Romuald	Il fait trop froid.

149	Prof	Alors déjà oui qu'est-ce qu'il manque alors que manque-t-il à la pelouse en ce moment pour pousser ?
150	Elif	Du soleil de la chaleur.
151	Prof	Du soleil et de la chaleur parce que là il y a de l'eau il y a de la pluie on est d'accord il y a le terre mais par contre il manque du soleil, donc les pelouses ne poussent plus pourquoi on doit la tondre plus souvent en printemps. Alors c'est écrit comment ça se fait qu'au printemps tout à coup le monde ressort sa tendeuse ?
152	Roxane	Parce que il fait beau.
153	Prof	Pas seulement au printemps oui on a des beaux jours et puis on a des jours mauvais parce que quel temps fait-il ?
154	La classe	La pluie.
155	Prof	Alors on alterne quelques jours de beau temps avec quelques jours de pluie etc., c'est ça c'est le printemps, alors là de ce fait la pelouse et bien elle pousse rapidement donc il faut souvent la tondre et l'été xxx un peu moins ça dépend où. Dans le nord on le sort quand même mais dans certaines régions on ne la sort presque plus une fois de temps en temps car il fait trop ?
156	Océane	De soleil.
157	Prof	Trop chaud, et si vous allez dans des endroits où il fait vraiment très chaud comment devient la pelouse l'été ?
158	Maxime	Ben elle est...
159	Matys	Orange.
160	Prof	Voilà alors certains xxx un peu familièrement la pelouse grille, elle grille pourquoi ?
161	Jessy	Parce qu'il a trop de soleil.
162	Prof	Car il y a trop cette fois cette soleil et pas assez de ?
163	La classe	Pluie.
164	Prof	Pluie, donc que faut-il que doit faire les jardiniers pour que leur pelouse soit encore assez verte ?
165	Jérémy	Le faire xxx.
166	Prof	Bien un peu même beaucoup, qu'est-ce qu'il faut mettre beaucoup ? rajouter beaucoup ?
167	La classe	De l'eau.
168	Prof	De l'eau alors des fois si vous baladez même à xxx l'été avec une voiture tout près du rondpoint, on a des arrosoirs automatiques qui arrosent les pelouses pour que l'été soient toujours belles, voilà dans les champs on les arrose également lorsque c'est l'été car nous pouvons manquer d'eau, alors ça veut dire que les agriculteurs oui c'est vrai les agriculteurs lorsqu'ils font leurs champs quel est leur ennemi ?
169	Elif	Le soleil.
170	Romuald	Les corbeaux.
171	Zorane	Le soleil.
172	Prof	Zorane leur ennemi c'est le soleil alors non, ils en ont besoin mais peut être ennemi si il y a pas assez d'eau donc leur ennemi c'est carrément soit trop de mauvais temps soit trop de beau temps en fait il faut que toutes les conditions soient réunies, il faut du soleil un petit peu d'eau beaucoup de terre pour que toute ayant bien. On

		est d'accord alors en dehors de l'eau du soleil et de la température et en dehors de la terre ou soleil, est-ce que vous savez de quoi ont besoin d'autres les plantes pour pousser ? que mettent les jardiniers quelque fois dans les plantes pour qu'elles poussent plus vite ? Kevin.
173	Kevin	De de l'engrais.
174	Prof	L'engrais alors les engrais c'est pas toujours bon pour l'environnement mais quelque fois ils sont obligés, et que utilisent les agriculteurs justement pour que les légumes soient plus beaux quelque fois, qui est pas très bien ?
175	Jessy	Les pesticides.
176	Prof	Les pesticides c'est pour éviter que les fruits et les légumes ne s'abiment trop pour pouvoir les vendre après sauf que bon c'est pas très bon pour la santé, d'où depuis quelque temps l'émergence de de la vente de fruits et légumes ?
177	Thao	Bio.
178	Prof	Bio bien Thao, c'est pour ça que le bio existe le bio c'est des fruits et légumes qui n'ont pas été traités mais ils tiennent moins longtemps dans la corbeille légumes et fruits, mais ils ont pas été traités d'accord. Voilà alors nous on va également faire des expériences pour faire pousser des plantes à la rentrée.
179	La classe	Oui.
180	Prof	Parce que jeudi prochain l'après-midi on a marché de connaissances et vendredi un spectacle donc nous répondrons ça, nous laissera le temps de ramasser tout le matériel en janvier pour réaliser les expériences. Alors est-ce que vous allez qu'est-ce que vous pouvez ramener pour faire des expériences ? on a besoin de quoi ? alors on va le noter je vais prendre une affiche, qu'est-ce qu'on va ramener pour réaliser nos expériences ?
181	Théo	Je sais.
182	Prof	Alors Théo.
183	Théo	Des graines.
184	Prof	Alors des graines, avez-vous des papi ou des mamies xxx ?
185	La classe	Oui.
186	Prof	Jardiniers.
187	La classe	Oui.
188	Prof	Est-ce que vous croyez que vous pourriez ramener donner des graines en tout genre ?
189	La classe	Oui.
190	Prof	Oui pas beaucoup ah un petit paquet, qu'est-ce que pourrait ramener des graines ?
191	Matys	Moi.
192	Prof	Vous pouvez le demander pour la rentrée ? vous avez un agenda là ?
193	La classe	Oui.
194	Prof	Non bon c'est rien.
195	Jérémy	Les graines de haricot.
196	Prof	Les graines de haricot ça pousse dans des petits gobelets même avec un coton et un petit peu d'eau, donc si vous avez du haricot

		après les lentilles ça pousse, donc si vous pouvez ramener haricot lentilles. Qu'est-ce que vous pourrez pousser encore ?
197	Jessy	Des abricots.
198	Hugo	Carottes.
199	Elif	Des radis ça pousse vite aussi.
200	Prof	Ben vous pouvez alors il y a des saisons.
201	Juliana	Mon père il l'a fait.
202	Prof	Ecoutez on va faire des expériences, vous ramenez tout ce que vous pouvez comme graines.
203	Thao	Madame moi je pourrai.
204	Prof	Est-ce que vous auriez par exemple des graines pour faire pousser ? vous demandez si vous avez des papis ou des mamies jardinières des fleurs ou des choses comme ça.
205	La classe	Oui.
206	Prof	De quoi xxx par des graines.
207	Louaka	De l'eau.
208	Prof	De l'eau alors ça on a ici ça pose pas de problème, qu'est-ce qu'on a besoin encore ?
209	Juliana	De la terre.
210	Prof	De la terre ou alors du ?
211	La classe	Terreau.
212	Prof	De la terre quoi d'autre ?
213	Théo	Du coton.
214	Prof	Bien du un petit peu de coton oui, pour faire une expérience qu'est-ce qu'on a besoin d'autre ? Maxime.
215	Maxime	Du soleil.
216	Prof	Alors du soleil alors c'est bien d'avoir du soleil mais il faut que il peut geler dehors et avoir du soleil, donc il faut qu'il y a du soleil mais quoi avec le soleil ?
217	Jessy	La pluie.
218	Jérémy	On ramène ventilateur.
219	Prof	Qu'est ce qui va avec le soleil pour que la plante pousse ?
220	Romuald	La lumière.
221	Maelys	Non pas du tout.
222	Romuald	La lumière.
223	Prof	Alors la lumière je suis d'accord, le soleil il est là comme même mais qu'est-ce qu'il manque ?
224	Fille	La chaleur.
225	Prof	Ah le soleil avec la chaleur quoi d'autre ? Thao.
226	Thao	Un récipient pour le placer.
227	Prof	Oui un pot et bien j'ai des petits pots en verre et puis on a des jardinières ici qui sont vides, donc on va pouvoir faire pousser des choses et graines de petit rang xxx ça pousse aussi.
228	Juliana	Une abricot.
229	Prof	On peut essayer ah pommes de terre aussi ça pousse alors moi je dirai comme même.
230	Thomas	Des tomates Madame des légumes.
231	Prof	On pourrait prendre je vais essayer de trouver des xxx ou du bière parce que ça pousse aussi, alors ça si vous avez tout ça je serai

		preneuse pour la rentrée d'accord, je vais vous faire un petit mot, donc pour la rentrée on va pouvoir ramener tout ça ah, et est-ce que vous avez de l'engrais à la maison ?
232	Romuald	Oui Madame.
233	Prof	Oui c'est bien, moi j'en ai peut-être parce que on va également chut on va également étudier la composition de l'engrais, on va regarder les étiquettes pour voir ce qui a dedans dans l'engrais, alors j'ai pas encore interrogé j'attends le calme Jessy tu pourra ramener ?
234	Jessy	Je sais pas.
235	Prof	Alors Maxime.
236	Maxime	Ben moi il y a un ami à mon père dans un magasin où il y a des plantes, il pourra nous prêter des...
237	Prof	Ah ben si il a des choses à vous prêter je veux bien Maxime.
238	Maxime	Des graines de ...
239	Prof	Elif.
240	Elif	Ben mon papi il est jardinier il a plein de ...
241	Prof	Ah ben je veux bien tu veux tu pourrai ramener .. , je n'entends pas Jessy.
242	Jessy	Quelques graines xxx.
243	Prof	Oui Thao.
244	Thao	Moi du compost pour...
245	Prof	Ah oui recycler.
246	Kevin	Du compostage en classe.
247	Prof	C'est vrai et pourra en avoir un dehors.
248	Thomas	Il y en a un.
249	Prof	Ah il y en a un mais je sais pas s'il est encore utilisé ou pas.

Séance 2 :

Date d'observation : 11/1/2018

1	Prof	En quoi ont-elles besoin les plantes vertes pour se développer ? donc de quoi on avait parlé ? on avait mis des hypothèses on avait regardé des images avec, je sais pas si vous vous souvenez alors pour ce qui ne souviennent plus, on avait donc vu des photos avec un champ de un champ de ?
2	Jessy	Maïs.
3	Prof	De maïs ou du blé, je ne sais plus c'était ?
4	Thomas	Du blé.
5	Prof	Qui était complètement ?
6	Elif	Fané.
7	Matys	Sec.
8	Prof	Sec fané parce que à cause de quoi à votre avis ?
9	La classe	A cause de soleil.
10	Hugo	Il y avait pas trop de pluie.
11	Kevin	A cause de la chaleur.
12	Prof	A cause du fait qu'il y'est trop de soleil et pas assez de ?
13	La classe	Pluie.

14	Prof	Pas assez de pluie pas assez d'eau, (Elle projette l'image au TBI) donc le voici ce champ voici ce champ on en l'avait déduit, ben qu'est-ce qu'il faut qu'est-ce qu'il faut aux plantes vertes pour qu'elles poussent vos plantes en règle générale ? Thao.
15	Thao	Il faut suffisamment de chaleur.
16	Prof	A oui.
17	Thao	Du soleil, de l'eau, de la terre.
18	Prof	Alors on en avait déduit de quoi avait besoin les plantes ? voilà donc on s'est dit de quoi ont besoin les plantes ? allez lever la main pour dire de quoi avaient besoin les plantes ? Thao.
19	Thao	Suffisamment de soleil.
20	Prof	Suffisamment de soleil de chaleur. Roxane.
21	Roxane	De l'eau.
22	Prof	De l'eau, ensuite Romuald.
23	Romuald	De la bonne terre.
24	Prof	Oui de la bonne terre pas trop sèche, Luka.
25	Louaka	Des graines.
26	Prof	Alors ça c'est pour il faut une graine pour planter quelque chose et pour qu'elle pousse ensuite, Maxime.
27	Maxime	Le il faut que il y a un peu de vent pour...
28	Prof	Du vent.
29	La classe	Non.
30	Prof	Ben peut-être je sais pas on va voir par exemple dans xxx à l'intérieur si il n'y a pas de vent ça pousse comme même, si on lui donne de l'eau il faut assez chaud ça peut pousser on a pas besoin du vent il y a pas de vent à l'intérieur tu comprends après, et si les plantes ont du mal à pousser qu'est-ce qu'on met du quoi ? Thao.
31	Thao	De l'engrais.
32	Prof	De l'engrais de l'engrais alors on avait dit que l'engrais c'était pas nécessairement bon pour les plantes parce que il y a beaucoup de toxines dans l'engrais qui qui xxx, en fait les plantes et qui après pour l'être humain ça peut être dangereux c'est xxx les agriculteurs essayent de ne pas trop en mettre, ils ne empêchent que quelque fois par exemple quand on a un champ de fruits ou légumes comme ça et que tout à coup la plante est attaquée par un insecte. Tu es bien gentil mais il faut pas parler quand je fais le truc aussi vous nous déranger là vous pouvez le faire mais dans le silence pas besoin de parler. Donc lorsque par exemple ben je vais prendre l'exemple d'un fruit parce que c'est pas un légume contrairement à ce que nous pourrions penser la tomate les tomates très souvent elles ont une maladie comment, est-ce que vous savez comment ça s'appelle ? alors c'est le xxx donc c'est une maladie qui attrape les plantes, lorsqu'elles sont attaquées par des insectes et puis ben quelquefois les jardiniers ils ont les plantés et ils les espèrent en avoir en été et tout à coup cette plante est attaquée par ce cette maladie. Donc pour éviter pour éviter que les plantes soient attaquées, très souvent ils utilisent des pesticides ou des insecticides c'est-à-dire des produits qui éloignent les insectes mais malheureusement voilà c'est pas très bon pour la santé. Et alors

		comment s'appellent les fruits et les légumes qui n'utilisent justement pas d'engrais ? quand les agriculteurs n'utilisent pas d'engrais du tout on dit que les fruits et les légumes sont ?
33	Jérémy	Bio.
34	Prof	Bio voilà c'est ça le bio le bio c'est quand les agriculteurs n'utilisent pas d'engrais ou de pesticides pour éloigner les maladies ou les insectes ou les choses comme ça d'accord. On achète des fruits et des légumes bio pour la santé, maintenant le bio c'est beaucoup plus cher parce que c'est plus difficile d'entretenir une culture et très souvent les agriculteurs produisent moins de fruits moins de légumes ok, donc c'est pour ça que les autres les fruits et les légumes sont moins cher on peut en produire beaucoup plus, mais il faut bien les nettoyer avant de les manger etc. parce que les agriculteurs sont parfois amenés à utiliser des engrais ou des insecticides ok. Alors on avait dit ça ensuite on avait dit que finalement regardez la pelouse et ben les jardiniers la pelouse est une plante ah, on avait dit qu'elle avait besoin d'eau de soleil de chaleur pour pousser c'est pour ça qu'on tend la pelouse au printemps et en été alors l'été on peut moins parce qu'il y a moins d'eau ça dépend des régions. Les jardiniers sont même obligés de tondre leur pelouse au mois de juillet et d'août en plein été, ici dans le nord parce qu'il pleut comme même mais il y a des régions dans lesquelles on n'a on est obligé de les arroser parce que l'eau n'est pas assez et pour les avoir bien vertes, par contre on tend pas sa pelouse en plein hiver et en plein automne très souvent. Pourquoi parce que il fait pas assez chaud et de toute façon elle ne pousse pas ok. Bien alors moi ce que je vais vous demander j'avais dit j'ai vous avait dit de ramener des ?
35	Roxane	Graines.
36	Prof	Des graines, maintenant je vais juste vous montrer quelque chose, regardez par exemple j'ai un rosier chez moi et je ne veux pas qu'il soit j'ai un rosier chez moi et je ne veux pas qu'il soit attaqué par les xxx, je veux garder mon rosier très beau dans mon jardin, vous savez des fois les rosiers ça meurt parce que c'est également abimés par les insectes quelque fois. Et bien ça c'est une étiquette d'un engrais très souvent les jardiniers mettent de l'engrais dans leur jardin, qu'est-ce qu'on trouve dans l'engrais ? quand je vous dis que c'est du poison entre guillemets, alors l'engrais on trouve de l'azote de l'azote, donc on trouve de l'anhydride phosphorique de l'oxyde de potassium de l'oxyde de magnésium de l'anhydride sulfurique, on trouve du fer du zinc etc., engrais pauvre en clore engrais contenant des éléments. En cas de besoins reconnus ne pas dépasser ne pas dépasser les doses appropriées. Voilà alors tout ça normalement une terre une plante ça juste besoin d'eau de soleil et de terre c'est tout on est d'accord, c'est la nature et l'homme vient rajouter quelque fois tout ça dans la terre tout, ça tous ces produits pour que le rosier soit beau alors des fois on a pas le choix mais il vaut mieux s'en passer parce que vous avez vu tout ce qui a dedans, il y a rien de naturel pas vrai il y a rien de naturel la dedans, alors imaginez que vous donnez tout ça à votre graine pour qu'elle

		grandisse et puis qu'elle soit en bonne santé, alors imaginez que des fois on met ça dans les fruits et les légumes que nous nous mangeons on se dit ben il faut bien les nettoyer parce que tout ce qu'on met dans nos fruits et légumes voilà c'est pour ça que qu'on achète des fruits et légumes du marché ou supermarché il faut bien les laver à l'eau. Alors nous j'avais demandé aux enfants certains enfants il y a des élèves de ma classe qui ont ramené et des élèves de madame Romly qui n'avait pas demandé à personne, ben maxime c'était pour aujourd'hui donc merci beaucoup ben oui heureusement, mais Ego il est en CM1 donc il va les ramener pour nous oui il est bien gentil. Moi je l'avais mis dans vos cahiers pour que, alors les élèves ont ramené plein de choses. On pourra faire avec ce pot là dans la classe de Madame Romly a dit qu'il nous ramené certainement à la semaine prochaine, donc on va pouvoir faire des petites expériences avec ce que nous avons d'accord. On m'a ramené un beau pot donc on va faire des plantations, un petit coton pour poser également les graines de haricot. On m'a ramené des graines de haricot blancs, des graines de fleurs d'hibiscus. On va planter tout ça et on verra. Oui ici j'ai encore donc des pots pour faire des plantations, ici il y a encore de la terre, alors la terre ça va parce que il y en a plein des jardinières dehors, ici j'ai encore un petit pot avec du coton on va voir à quoi servir du coton, encore du coton des gobelets pour faire des petites plantations, ici j'ai plein de graines de ?
37	Romuald	Œillets d'indes et Haricots.
38	Prof	Œillets d'indes et ?
39	Romuald	Haricot.
40	Prof	Haricot et de la terre donc ça le haricot c'est noir et les œillets d'indes c'est l'autre, donc ça c'est des fleurs.
41	Juliana	Oui c'est des fleurs.
42	Prof	Alors on va voir ce que ça peut donner, si ça pousse. Maintenant à vous d'être bons jardiniers. Alors Juliana nous a ramené des fleurs d'hibiscus pour voir ce que ça va donner si ça pousse. C'est à vous faire les plantations c'est pas moi chut donc si ça pousse ça devient ça (Elle montre la fleur au TBI) tu en as dans ton jardin ?
43	Théo	Oui.
44	Prof	Alors voilà si ça pousse ce que ça donne, donc à vous d'avoir la main verte et puis à vous de faire ce qu'il faut pour que la plante pousse. Donc les fleurs d'hibiscus, ensuite qu'est-ce que tu m'as ramené œillets d'Inde ?
45	Zorane	Œillets d'indes.
46	Prof	C'est ça les œillets d'indes (Il projette une photo des œillets d'Inde au TBI) c'est les fleurs jaunes d'accord, donc on va essayer d'en mettre. Et les haricots en fait les haricots ça fait une grande tige verte on les sème. Alors ce que je vais faire c'est que je vais demander, alors qui a ramené les graines bien qui participe aussi, tiens Elif tu vas venir tu vas prendre par exemple Théo avec toi, faites de la place légèrement au table.
47	La classe	Les élèves se mettent en groupe pour faire les expériences.

48	Prof	Vous bavardez à mon avis je risque de ne rien faire du tout, Thao chut Théo. Alors vous vous mettez tous les trois d'accord, alors ce que vous allez faire c'est préparer les petits pots avec du coton pour que pour que les haricots poussent, il faut donc prendre des graines de haricot vous allez tous faire quelque chose. Qu'est-ce qu'il y a ?
49	Elif	Vous avez dit levez la main ce qui ont ramené du matériel.
50	Prof	Oui je sais, vous oui donc vous laissez la main levée attendez j'arrive vous allez avoir une crampe. (Elle rit). Ah c'est pas du haricot blanc, donc on va essayer les haricots on va en mettre soit dans un coton avec de l'eau, donc vous humidifiez ça veut dire quoi humidifiez ?
51	Matys	De l'eau.
52	Thomas	Mettre de l'eau.
53	Lola	Humide.
54	Prof	Mettre de l'eau être humide humidité, vous mettez du coton mouillé d'accord mettez au fond vous mettez les graines dessus on remet du coton au-dessus d'accord, un deux trois quatre cinq six donc là vous pouvez mettre deux graines et deux graines là-dedans. Baissez votre doigt. Là alors ici vous avez faire les graines de haricot. Thao t'as rien j'ai décidé il a rien à faire il n'arrête pas de retourner. Attendez deux minutes je donne le travail à tout le monde, alors vous savez quoi, attends là je vais vous expliquer quelque chose, assieds deux minutes, je vais donner un truc à faire à tout le monde. Si je passe dans les rangs et que j'ai des enfants qui se retournent qui papotent qui crient qui gigotent et qui font pas ce que je demande, tant pis pour vous j'arrête tout vous ferez le dessin des expériences on imaginera que ça pousse, je rigole pas vraiment c'est pas une heure pour faire le bazar dans la classe on fait ça gentiment ok on le fait gentiment pas de d'enfants qui crient ok. Donc j'étais en train de dire écoutez un petit peu ce que chacun va faire, et ensuite je vous donne une petite étiquette où vous allez écrire votre groupe et ce que vous avez fait pour qu'on puisse sache, on va mettre à côté comme sur le pot on va marquer haricot + terre d'accord. Voilà on va marquer haricot + terre sinon on saura pas ce qu'on a planté on va plus le savoir. Donc là vous avez un pot de terre on va mettre ces graines, alors comment on fait ? on met du terreau jusqu'au où ?
55	Romuald	Ben jusqu'à la moitié la moitié.
56	Prof	Alors on met les graines et on remet juste un peu de terre au-dessus et un peu d'eau pas beaucoup, sinon vous allez mouiller carrément la terre ok, donc c'est vous qui faites. Ça vous les enlève du pot et vous plantez d'accord, ensuite il y en a qui vont faire pareil, ils vont mettre les graines de haricot là-dedans. Tu veux manger la graine d'haricot. Alors toi tu vas avec Luka et vous allez planter ça dans les verres. Vous prendrez un peu de terre à Océane et à Roxane et à Jérémy, vous mettez un peu de terre la graine et de la terre d'accord.

		Les fleurs d'hibiscus donc je vais demander à vos quatre de le faire, chut alors il va falloir gratter un petit peu la terre ok on va gratter, donc tu vas aller vous allez tous les deux chercher des fourchettes en bas dans la salle des maitres parce que il faut gratter planter et remettre xxx, d'un râteau des fourchettes. Non j'ai dit Romuald et Juliana alors Romuald je vais garder aussi un peu de ... Les graines de haricot sont mélangés aux graines d'hibiscus, ça va nous faire une espèce rare. Qu'est ce qui a envie de ne rien faire ? alors ça ressemble à quoi les graines d'hibiscus ?
57	Jérémy	Des bâtons en fait non.
58	Prof	C'est un tout petit sachet comme ça à semer c'est des toutes petites graines, vous voyez toutes les graines sont différentes voilà. Qui mangent les courgettes chez soi, il y a des graines à l'intérieur des courgettes, ben vous pouvez les ramener on peut les planter dans la terre ? Une pomme de terre qui peut ramener une pomme de terre ?
59	Maxime	Moi.
60	Prof	Alors essayez pour demain de regarder, si vous avez pas des choses comme ça des graines des lentilles sèches c'est bien aussi.
61	Théo	On ramène pomme de terre comme ça.
62	Prof	Une pomme de terre oui.
63	Maxime	Moi je peux ramener.
64	Prof	Chut alors j'ai dit chut ? j'attends les fourchettes comme ça vous pourrez ?
65	Jérémy	Gratter.
66	Prof	Attends ? tu peux donner le deuxième la deuxième fourchette à Océane et tout, je suis en train de trier les haricots des œillets d'indes, alors les œillets d'indes donc ça c'est pour faire les œillets d'indes d'accord, vous vous occuperez du. chut allez, vous assoir.
67	Jérémy	Madame on gratte ?
68	Prof	Alors il faut enlever la plante et vous pouvez planter ça d'accord. Jessy viens c'est bon tu peux t'asseoir ici. Ça commence très bien. Ben vous mettez un petit bout de coton.
69	Elif	Mets une goutte d'eau une goutte d'eau.
70	Prof	Mettez-vous dans un groupe s'il vous plait, elles sont où les graines, Qu'est-ce que vous mettez là-dedans ? Alors vous ici c'est terre + quoi, (Elle marque sur les étiquettes). T'as mis beaucoup d'eau et dans un autre un peu d'eau, et on va voir est-ce que ça pousse comme même ? Alors ici vous mettez quoi œillets d'indes c'est ça ? Est-ce que c'est bon Jessy ? qui a fini encore alors qui est ce qu'est planté des œillets d'indes ? regardez terre + œillets d'indes par contre. Vous lavez les mains.
71	Maxime	On les met où Madame ?
72	Elif	Madame on a fini.
73	Prof	Vas te laver les mains.
74	Louaka	Madame j'ai lavé les fourchettes.

75	Prof	Chut allez tout le monde se rasseoit à sa place. Alors pour vous expliquer ici, maintenant ben les prochains qui ne sont pas prêts. Alors tu veux bien mettre tes pots au fond. S'il te plait Thao merci. Cette jardinière c'est des œillets d'Inde plus la terre, alors je vais faire deux, une expérience différente là-bas, il y a déjà une jardinière d'œillets d'Inde plus terre. Je vais les laisser à l'intérieur d'accord, et celle-ci on va la remettre comme ça dehors comme ça on verra on verra dehors, arrive à faire quoi comme température en ce moment ?
76	La classe	Xxx.
77	Prof	Dehors il fait chaud, alors il fait quelle température dehors en ce moment ?
78	Jessy	-2.
79	Romuald	3.
80	Kevin	-3.
81	Prof	Froid donc on est, levez la main parce que là je vais arrêter tout, vous allez croiser les bras cinq minutes pour vous calmer et ensuite on pourra retravailler. Roxane.
82	Roxane	Il y a du ven.
83	Prof	Alors il y a du vent, mais je parle pas du vent il y en est en été c'est super chaud et il fait froid tout simplement. Maylis.
84	Maeylis	Il fait froid.
85	Prof	Il fait froid donc on va voir si les plantes poussent, quelque fois ils font planter des graines et on voit le résultat deux mois plus tard, on peut pas dire que ça va pousser maintenant. Donc là on est en plein mois de janvier je sais pas si c'est la bonne période mais on va voir du coup, il y aura des œillets d'Inde dehors et on va mettre des œillets d'Inde à l'intérieur comme ça on va voir un petit peu qui pousse le plus vite. Pareil je vais prendre un pot d'haricot avec la terre, je vais l'enfermer dans le noir complet dans le placard et on va voir si ça pousse aussi vite qu'une graine de haricot qui est à la lumière du jour. On va mettre aussi des haricots avec suffisamment d'eau et d'autres sans eau et on va voir si ça pousse.
86	Jérémy	Il faut pas ouvrir l'armoire aussi.
87	Prof	Voilà alors on verra bien si ça pousse (elle met la plantation dans le placard), on pourra voir à travers la fenêtre. Donc là vous allez prendre vos cahiers d'expériences, vous prenez une nouvelle page vous prenez ici une, alors vous écrivez ici en haut en rouge en quoi ont-elles besoin les plantes vertes pour pousser, vous soulignez (Elle écrit au tableau) vous soulignez bien et on va marquer ici en dessous hypothèses. On suppose que les plantes ont besoin de ce qu'on va écrire ici, puis on va vérifier du coup si c'est vraiment ça. Alors en quoi ont besoin les plantes ? qu'est-ce qu'on a mis ? qu'est-ce qu'on a fait où ce qu'on va les mettre ? et qu'est-ce qu'on essaye Juliana ?
88	Juliana	Il faut de la terre.
89	Prof	Oui.
90	Juliana	De la chaleur.
91	Prof	Oui.

92	Juliana	De l'eau.
93	Prof	Terre, chaleur, eau, alors terre chaleur eau, ensuite ?
94	Lola	Soleil.
95	Prof	Oui soleil ou alors surtout de la lu ?
96	La classe	Lumière.
97	Prof	Donc on va dire la chaleur, on va écrire soleil lumière et ensuite c'est tout. Alors écrire sur une feuille verte et après tu le mettra dans ton classeur avec tes leçons.
98	Océane	Madame il y avait pas de coton.
99	Prof	Ah oui on avait besoin du coton des graines, ben ça c'est plus le matériel, alors on va faire une deuxième colonne on va mettre le matériel, qu'est-ce qu'on a utilisé en matériel ?
100	Jérémy	Les fourchettes.
101	Prof	Donc là vous pouvez me dire alors xxx c'est du jardinage à l'intérieur, dans un jardin on utilise pas des fourchettes ça s'appelle comment ?
102	La classe	Des Râteaux.
103	Prof	Les râteaux quoi pour ratisser la terre des pots des jardinières, qu'est-ce qu'on a mis dans les pots ou dans les jardinières ?
104	Thomas	Des graines.
105	Juliana	De l'engrais.
106	Prof	Ah bon j'ai pas mis d'engrais moi.
107	Matys	Du coton.
108	Prof	J'ai pas mis d'engrais.
109	Théo	De la terre.
110	Juliana	Il y avait des petits xxx.
111	Prof	C'est de la terre et c'est des anciennes plantes d'accord, c'est pas de l'engrais donc il y avait de la terre, on a aussi mis certains enfants n'ont pas mis de terre qu'est-ce qu'ils ont mis ?
112	La classe	Du coton.
113	Prof	Vous l'avez déjà mis là, ensuite qu'est-ce qu'on a mis des graines de haricot ?
114	Juliana	Des graines d'hibiscus.
115	Prof	D'hibiscus et on a mis des œillets des œillets d'inde. Ben prends une feuille verte et puis à chaque fois qu'on fait quelque chose comme ça tu le mettra dans ton classeur, c'est rien c'est rien ça m'embête mais bon.
116	Roxane	Terre vous l'avez écrit là.
117	Prof	Oui.
118	Maxime	Et coton.
119	Prof	Mais c'est un matériel dont j'ai besoin, coton je l'ai écrit matériel d'accord, alors qu'on arrosera parce que c'est vous qui vous allez arroser, on va prendre les jardinières et les mettre....Est-ce que c'est bon ?
120	La classe	Oui.
121	Prof	Alors ici on sait proprement que la fois dernière quand on avait fait des expériences sur le sel et sur l'eau sur la page blanche vous allez dessinez ce que vous avez fait, donc vous faites le dessin à la règle

		vos crayons de couleur etc. de ce que vous avez fait. Alors vous mettez vous dessinez en même temps par exemple, il y a tous les mots jardinières terre avec des flèches eau graines de ceci de cela, vous me faites le schéma sur la page blanche. Ici tu fais le schéma d'accord. Le lavabo il est plein de terre il faut le nettoyer.
122	Lola	Je peux le faire.
123	Prof	Oui tu pourras le faire après de faire un bon schéma. Ce qui ont fait les expériences vous avez des pochettes plastiques.
124	La classe	Oui.
125	Prof	Ça serait bien c'est de le mettre dans une pochette plastique dans vos classeurs partie science, vous voyez ce que je dis vous les mettez dans les pochettes dans le classeur comme ça au moins... Alors je passe voir vos dessins alors vous les finirez pour la semaine prochaine, on va faire ça en devoir pour demain excusez-moi ben un petit devoir pour ce soir, vous les finissez pour demain parce que demain on aura sciences, alors sortez vos agendas. Alors tu continueras de colorier à la maison, donc vous sortez vos agendas. Matys Rayane on y va on sort tous. (Voir les schémas des semis dans l'annexe 22).

Séance 3 :

Date d'observation : 18/1/2018

1	Prof	Il faudra qu'on arrose également un petit peu donc.
2	Roxane	On a déjà arrosé maîtresse.
3	Prof	Oui mais là aujourd'hui il va falloir arroser encore un petit peu. Bref alors hier j'ai pensé à prendre des lentilles parce que en fait j'en avais pas, alors c'est Madame Fiky qui m'en a ramené, j'ai demandé aux collègues si ils en avaient alors on va les planter parce que ça pousse bien, ça on les met en terre en fait avec de l'eau, et vous allez voir ça va bien pousser assez rapidement vous regardez. Je crois que j'ai encore une jardinière oui.
4	Jessy	On va faire comme la dernière fois, on va se mettre par groupes et on va le faire.
5	Prof	Ben là non je veux faire quelque chose, non on va aller observer ce qui se passe tranquillement chacun son tour.
6	La classe	Oui.
7	Prof	On va faire les plantations et puis à cet instant là je vais faire autre chose qu'on va pas expérimenter, mais que je vais vous montrer une classe qui a expérimenté quelque chose et je vais vous montrer des photos, et puis Aline elle nous ramené quelque chose.
8	Aline	Oui alors hier j'ai fait de la soupe la soupe de butternut.
9	La classe	Ah oui.
10	Prof	Vous savez ce que c'est ?
11	La classe	Oui.
12	Prof	Donc j'avais mis des courges ça ressemble à un petit marron mais si on les allonger si un peu jaune voilà.

13	Elif	C'est un légume.
14	Prof	Oui c'est un légume.
15	Aline	Donc j'ai ramené pleins de graines de butternut et j'ai ramené également pour faire une petite expérience une pomme de terre.
16	Prof	Ben c'est ça Aline donc Aline elle a ramené les graines chut les graines que vous avez à l'intérieur de la courge. (Elle projette une image au TBI pour montrer aux élèves)
17	Aline	Butternut et là donc j'ai ramené une pomme de terre que l'on va mettre comme ça dans le verre, et on va faire tromper la pomme de terre dans l'eau, et pour qu'elle tombe complètement dans l'eau on va mettre trois petits cordons comme ça elle va être posée voilà dans le verre avec moitié dans l'air moitié dans l'eau le derrière dans l'eau, et on va voir si il se passe quelque chose c'est des petites choses qui vont pousser d'accord.
18	Thao	Va seulement ça.
19	Aline	Ben il y aura de l'eau il y aura de la lumière dans la classe il y aura de la chaleur on verra il faut expérimenter.
20	Prof	Aline elle se propose que ça va faire quelque chose vous verrez.
21	Aline	Par contre il va falloir être patients parce que c'est un peu plus long de ce que vous allez voir dans les jardinières où il y a déjà des résultats, et là ça sera un peu plus long que les lentilles par exemple d'accord on arrivera pas à la fin d'année. (Elle rit).
22	Prof	Ben oui.
23	Jessy	Madame nous un groupe on avait fait comme ça là, et il y avait des feuilles mais ils sont plus...
24	Prof	Tu as fait ça où dans la cour ?
25	Jessy	Non ici quand on avait fait les groupes avec tout le monde et ben justement avec Fahim et ..
26	Prof	Oui.
27	Jessy	Et dans notre truc je me rappelle plus comment ça s'appelle dans le truc vert ?
28	Prof	Une jardinière.
29	Jessy	Oui et ben il y a plus rien.
30	Prof	Il y a rien tu veux dire ?
31	Jessy	Oui mais il y avait des trucs.
32	Lola	Quelqu'un les a enlevé.
33	Prof	Alors on a dit qu'il y avait pas. Lola t'as pas vu ?
34	Lola	Oui c'était mort.
35	Prof	J'ai pas compris.
36	Jessy	Il avait dit que c'était mort.
37	Prof	Alors il y a quelqu'un qui a arraché des choses qui ont poussés ou pas ?
38	Jessy	Oui.
39	Prof	Ben c'est rien des fois ils s'accusent par contre moi tous les jours j'ai rien vu là, donc je vois pas pourquoi tout à coup il y aura plein de feuilles.
40	Jessy	Si mardi on a vu.
41	Prof	Ça me paraît étrange, bref alors ici on a des œillets d'Inde alors les œillets d'Inde il se passe pas grand-chose.

42	Jessy	Ben normalement c'était dans ça.
43	Prof	Alors là c'est haricot, je vais vous faire je vais faire passer le pot vous pouvez sortir vos cahiers d'expériences parce que vous allez dessiner ce que vous voyez.
44	La classe	Oui.
45	Prof	Donc vous allez écrire, sortez vos dessins de la fois dernière c'est-à-dire celui que vous avez fait.
46	La classe	Oui.
47	Prof	Alors qu'est-ce que s'est passé comme évolution après une semaine. Je vais vous faire un petit schéma que vous allez pouvoir faire. Regardez, vous allez voir un petit truc qui pousse on dit le haricot quand il y a quelque chose qui sort on dit qu'il ?
48	Elif	Pousse.
49	Prof	Ou alors il gé ?
50	Jérémy	Germe.
51	Prof	Germe c'est la germination il germe d'accord.
52	Jérémy	Germe.
53	Prof	Bon on va écrire germination, on va observer une germe ça veut dire que ça commence à pousser.
54	Maxime	Madame.
55	Océane	Madame je le mets où ?
56	Prof	Ben regardes tu te souviens de ce que j'avais dit j'avais dit de le glisser dans le classeur dans une pochette plastique c'est pas ce que vous avez fait les autres ?
57	La classe	Oui.
58	Prof	Regardes Maylis elle a fait ça et c'est ce que je voulais ok, comme ça au moins regardez là on est en sciences d'accord c'est les feuilles vertes regardez c'est une technique elle a pris une pochette là et dans sa pochette et ben elle a mis son cahier comme ça il est toujours dans son classeur, c'est ce que vous devriez faire. Alors vous allez faire le dessin qui est juste à côté du haricot avec le germe. Il fait très chaud aujourd'hui il fait chaud. En dessous du dessin que vous avez fait la fois dernière d'accord. Alors après Aline elle vous passe le pot pour voir. Il y a qu'un qui germe pour l'instant et après il y a l'hibiscus qui sont en train de germer, donc ça je vais le montrer je vais passer les plantations.
59	Théo	Ça c'est xxx.
60	Prof	Non c'est écrit quoi ?
61	Théo	Germe.
62	Prof	Germe c'est la germination, ça germe regardez.
63	Aline	Vous voyez bien là.
64	La classe	Oui.
65	Matys	C'est quoi ça madame ?
66	Prof	D'hibiscus c'est des fleurs ça germe ça germe en fait c'est germer c'est le bon mot ne cherchez pas un autre ça germe d'accord, donc c'est des hibiscus ça va faire une fleur, donc ça c'est la germination n'oubliez pas.

		L'hibiscus c'est une fleur j'ai vous montré la fleur rouge vous souvenez.
67	La classe	Oui.
68	Prof	Là il est en train de germer la germination. C'est bien t'as un beau cahier Rayane.
69	Lola	Comment je fais je me suis trompée.
70	Prof	Tu peux tourner la page. Ça n'a pas encore germé parce que on l'avait mis dehors.
71	Romuald	Madame et dans le placard on l'a oublié.
72	Prof	Qu'est-ce qu'il a mis dans le placard ?
73	Romuald	Je crois il est là.
74	Prof	Je trouve pas.
75	Elif	Si on l'a mis une...
76	Prof	Qui l'a mis ? vous avez demandé de le faire mais... Non c'est rien hop comme il s'est rien passé on verra si ça évolue d'accord. Alors on va planter les lentilles tout seul tranquillement, ça on peut peut-être le faire alors passe-moi, alors je crois que j'ai encore de la terre chut.
77	Aline	Vous voyez la pomme de terre comme ça hop.
78	Jessy	Vous mettez de l'eau mais pas trop.
79	Prof	Aline elle va mettre de l'eau on va mettre au fond pour... Alors ça c'est sont des lentilles alors normalement on les cuit dans l'eau et on les mange, donc là je vais les planter, on les mange toi t'as jamais mangé de lentilles Maylis ?
80	Maylis	Si.
81	Prof	Ah t'aimes pas oui mais entre j'aime pas et j'ai jamais goûté oui mais non elle a goûté si elle dit qu'elle aime pas. Donc là je mets de la terre vous souvenez on met de la terre hop voilà.
82	Juliana	On met dans le noir.
83	Prof	J'ai pas compris là.
84	Juliana	On va le mettre dans le noir.
85	Prof	Avec la pomme de terre oui vous pouvez essayer chut, alors là je vais mettre l'étiquette dessus que ce sont des lentilles d'accord.
86	Matys	Il faut pas l'arroser du coup la patate.
87	Prof	Non chut les voilà là il y a les lentilles, et là on va mettre les graines de courge que Aline a ramené on va voir qu'est ça que ça fait. Est-ce que vous avez fini vos dessins ?
88	Aline	Je leur fais mettre ou tu le mets Julie.
89	Prof	Regardez, Aline elle est en train de mettre les graines de courge de butternut dans la terre, donc qu'est-ce qu'elle est en train de faire ? on dit elle fait quoi quand met des graines on dit qu'on les ?
90	La classe	Plante.
91	Prof	Planter ou alors plutôt quand c'est des graines on dit on sè ?
92	La classe	Sème.
93	Prof	Semer ah.
94	Océane	On va avoir des courgettes là.
94	Prof	Sème semer.
95	Aline	Donc là je vais les montrer puis je vais les recouvrir.

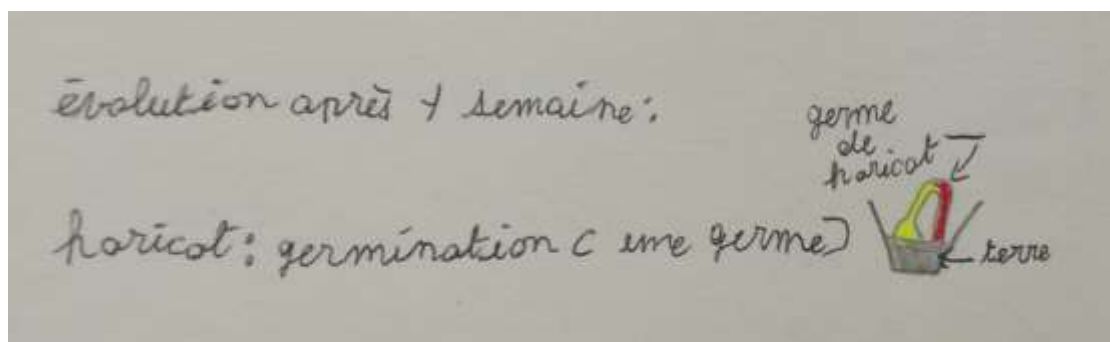
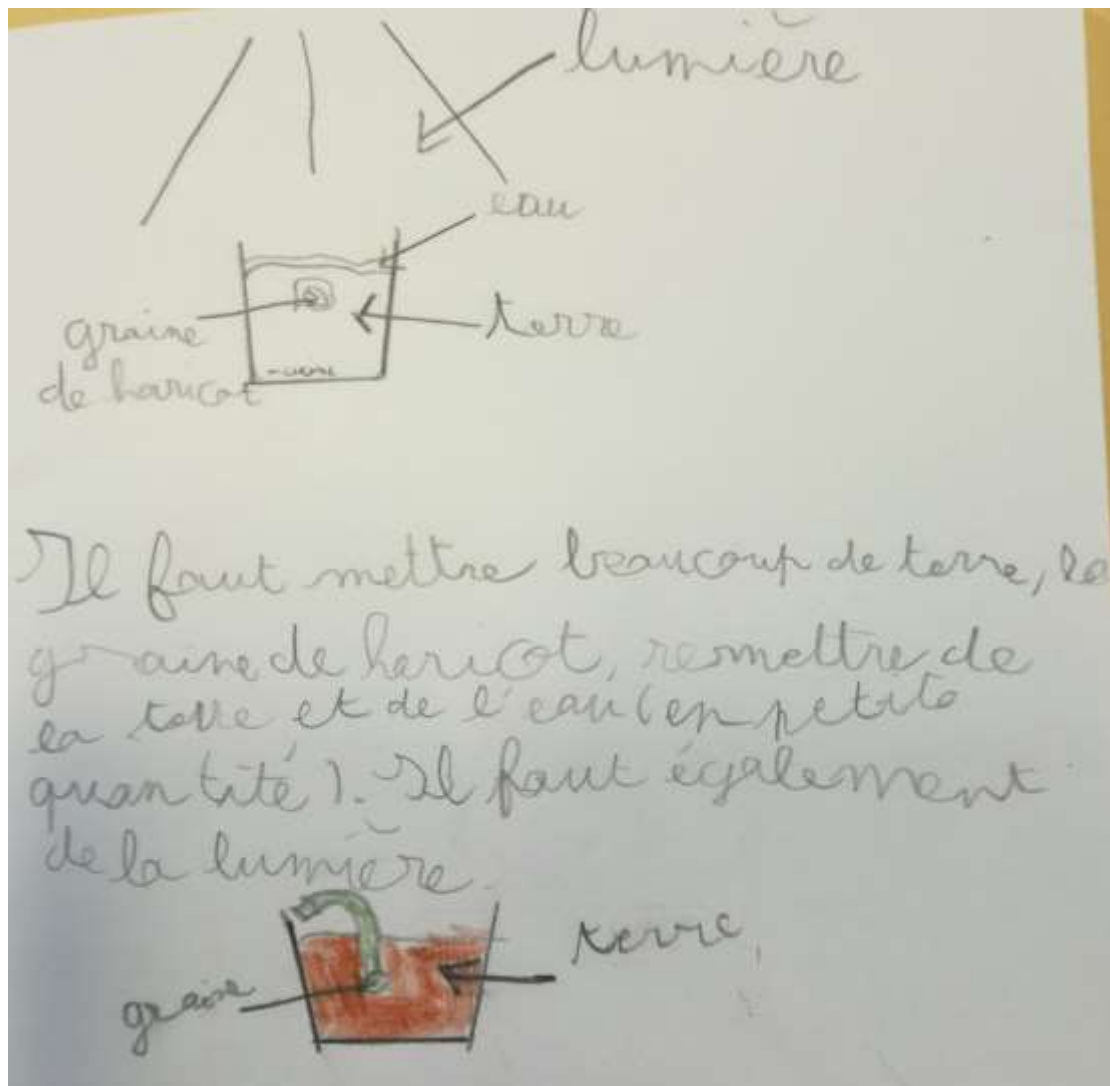
96	Hugo	On va pas les planter en dessous de la terre.
97	Aline	Des graines de butternut.
98	Hugo	Après ça va faire du butternut.
99	Prof	Tu verras Hugo ça va pousser après une plante après on peut replanter pour voir si ça pousse chut.
100	Hugo	Il faut mette de l'eau.
101	Aline	Oui je vais les recouvrir et puis mettre un peu d'eau.
102	Prof	Voilà les graines de courge de butternut. Alors puisqu'on est dans les plantations etc., alors je vais vous montrer quelque chose est-ce que vous... Alors vous allez prendre une feuille verte. Qui est de service dans ma classe ? donc Maylis tu peux aller chercher avec Jessy vous donnez une feuille verte à chacun. L'hibiscus ça ressemble à haricot un petit peu. Ah ben une feuille donc c'est quelqu'un qui l'a tirée alors il y avait une feuille et quelqu'un l'a tiré c'est pas très gentil. (Aline montre ce qui planté au élèves les germinations) Là Aline va vous montrer on voit très bien comment ça germe regardez chut. Vous écrivez la leçon alors vous écrivez en dessous de quoi les plantes vertes ont-elles besoin pour se développer sur la feuille verte chut. Thao t'as pas le dernier à écrire ta leçon. Alors c'est parti alors on dit que les plantes vertes se développent par croissance comme vous par croissance elles grandissent. Chut il est pénible ce Jérémy. Donc on dit que les plantes vertes se développent par croissance, c'est ç dire comme vous vous vous grandissez. Chut Théo et Kevin ils sont bien pénibles aujourd'hui. C'est quoi la croissance Théo ? Il recommence change de couleur et en plus de ça tu vas changer de place viens ici devant tout seul hop je te surveille égard à toi parce que sinon la punition hop tu travailles pas tu viens. Alors j'ai posé une question qu'est-ce que la croissance ? oui Matisse.
103	Matys	C'est quand grandit on dit qu'on grandit .
104	Prof	Oui comme toi par exemple toi tu grandis on dit que c'est la croissance d'un être humain et les plantes c'est pareil elles ont une croissance elles poussent d'accord, ah Fahim (Elle explique à un élève allophone) la croissance c'est tu es petit tu deviens grand on se développe on grandit c'est la croissance d'accord tu grandis, nous on grandit et les plantes tu vois les haricots tout ça ça grandit aussi, la croissance.
105	Lola	Madame croissance on peut l'écrire en rouge ?
106	Prof	Vous pouvez du moment surlignez pour qu'on voit bien le mot, moi j'ai surligné de façon que ça se soit plus visible. Donc les plantes vertes se développent. Vous faites attention parce qu'il y a xxx, on fait pas de fautes on les copie. Se développent par croissance et aussi grâce à l'apparition de nouvelles structures comme là qu'est-ce qu'on voit ? on a dit c'est un germe, mais ça c'est quoi qui va apparaître ? qu'est ce qui va apparaître ? ça va être quoi après on a le début d'une ?
107	Juliana	Tige.

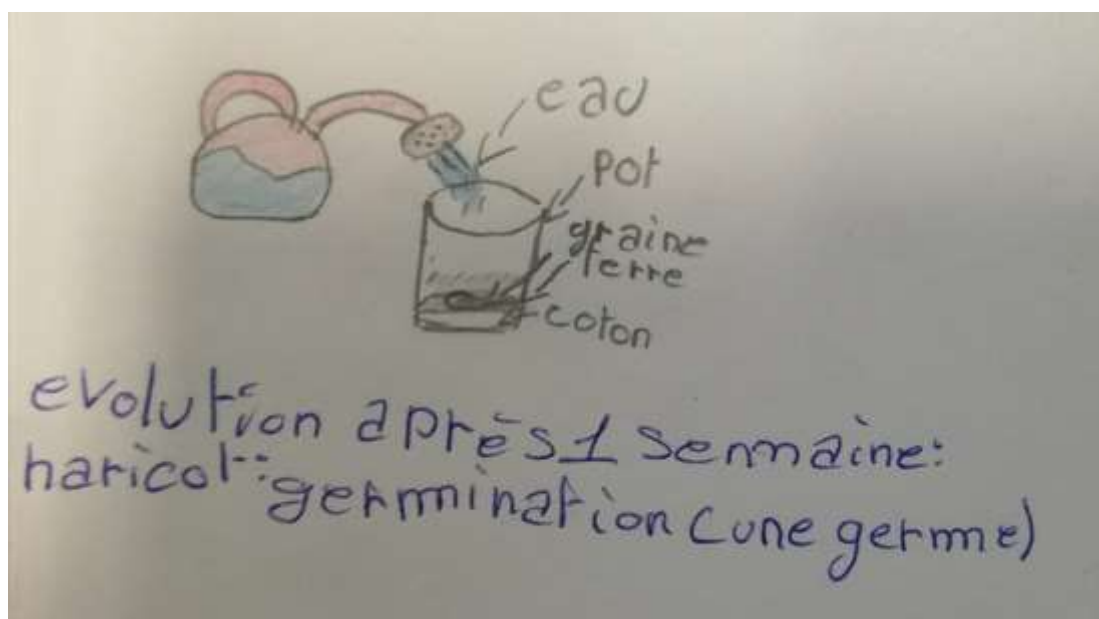
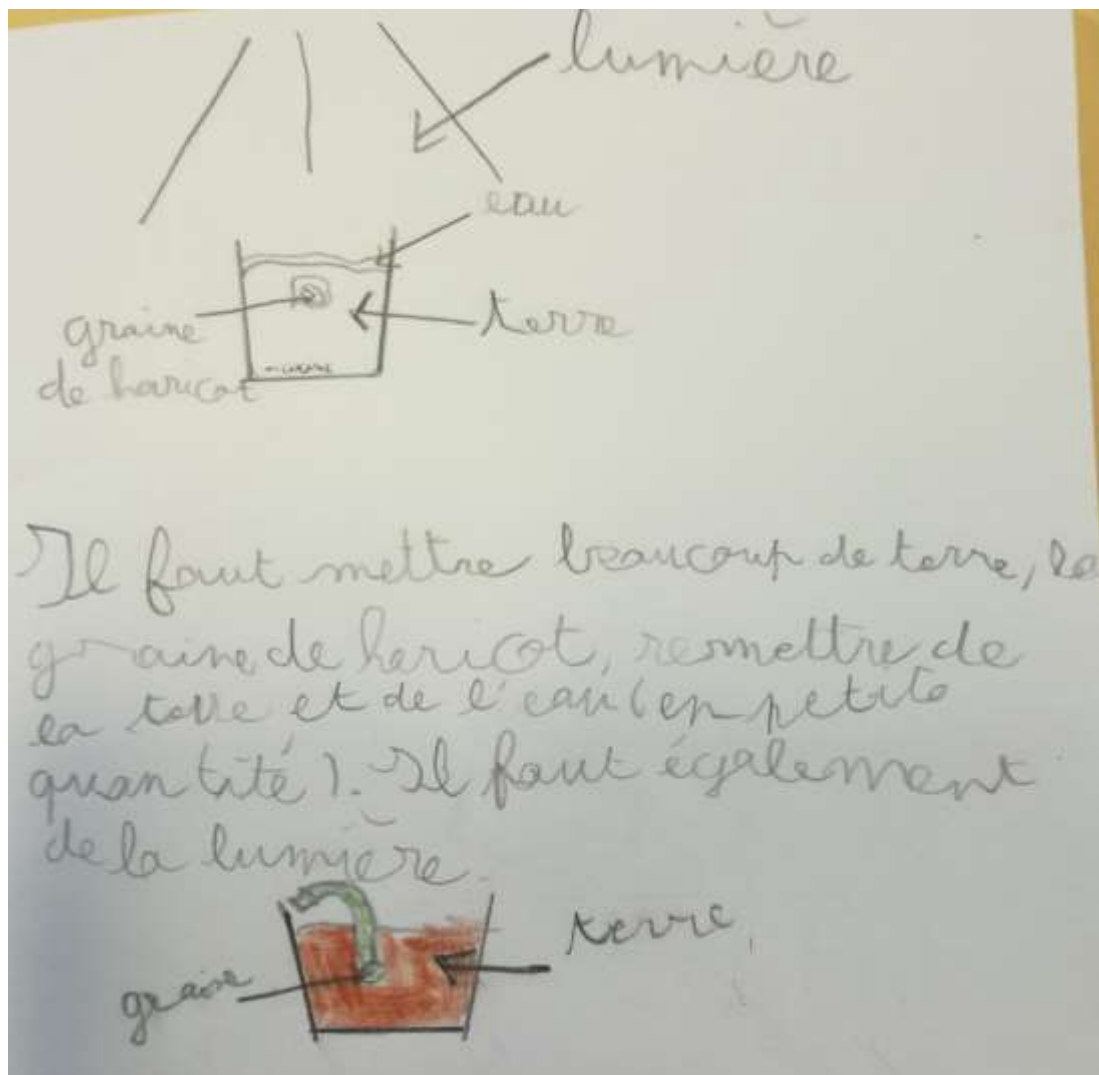
108	Prof	Tige merci Juliana, les haricotes ce que vous a dessiné Aline, ça germe et en fait ça va devenir une tige avec des feuilles.
109	Hugo	On dirait qu'elle est fané.
110	Prof	Non au contraire elle n'est pas fané elle est en train de pousser .
111	Hugo	Elle est en train de faner.
112	Prof	Mais non elle est en train de pousser, faner c'est une fleur qui fane c'est pas une tige ce qui fane ce qui fane c'est les fleurs, pour l'instant on n'a pas encore de fleurs d'accord.
113	Hugo	Sur les xxx ben ma mère les feuilles elles se meurent mais la tige à un moment c'est marron à un moment c'est jaune.
114	Prof	Oui c'est un nouveau peut être en train pour jaunir qui. Moi bon non déjà j'ai pas la main verte non normalement moi j'aime bien les fausses plantes. Alors les plantes...
115	Roxane	Avec monsieur Roch on avait planté des haricots.
116	Prof	Oui.
117	Roxane	Maîtresse nous aussi.
118	Prof	Quand ça pousse en fait généralement les haricots ça va donner une tige d'accord, puis après la tige on aura les feuilles d'accord, si c'est pas une feuille comme la pomme de terre la patate ce qui va pousser en dessous c'est des ?
119	Juliana	Racines.
120	Prof	Des racines ok, et après plus tard on aura soit qu'on a un arbre soit des fleurs soit des fruits ça c'est quand une plante pousse et quand elle c'est l'aboutissement de la croissance d'une plante d'accord. Alors pour permettre ce développement donc cette croissance là la plante a besoin de choses on l'a dit on est en train d'expérimenter pour voir si c'est le cas. Donc pour permettre ce développement les plantes ont besoin d'eau de l'eau, donc il faut de l'eau après on les arrosera légèrement pas trop pour que ça soit pas trop mouillées, alors des sels minéraux c'est ce qui contenu dans la terre comme nous, l'homme a besoin des minéraux.
121	Lola	Dans les légumes ?
122	Prof	Alors non dans les légumes et tout ça il y a des vitamines mais nous notre corps a également besoin des minéraux, on trouve ça dans l'eau on avait étudié les étiquettes.
123	Matys	Calcium.
124	Prof	Calcium.
125	Roxane	Magnésium.
126	Prof	Magnésium.
127	Elif	Potassium.
128	Prof	Potassium. Magnésium calcium Potassium c'est les plus connus qu'on en a besoin, par exemple en ce moment Madame Salomen elle manque de Magnésium. On le sent des fois on a des crampes, quelque fois on a des fourmis dans les bouts de doigts comme moi dans les bouts de pieds ça veut dire qu'on manque d'un minéral.
129	Maxime	Moi souvent.
130	Prof	Donc par exemple moi je bois de l'eau de source normalement et dans l'eau de source regardez magnésium on a pas beaucoup il y

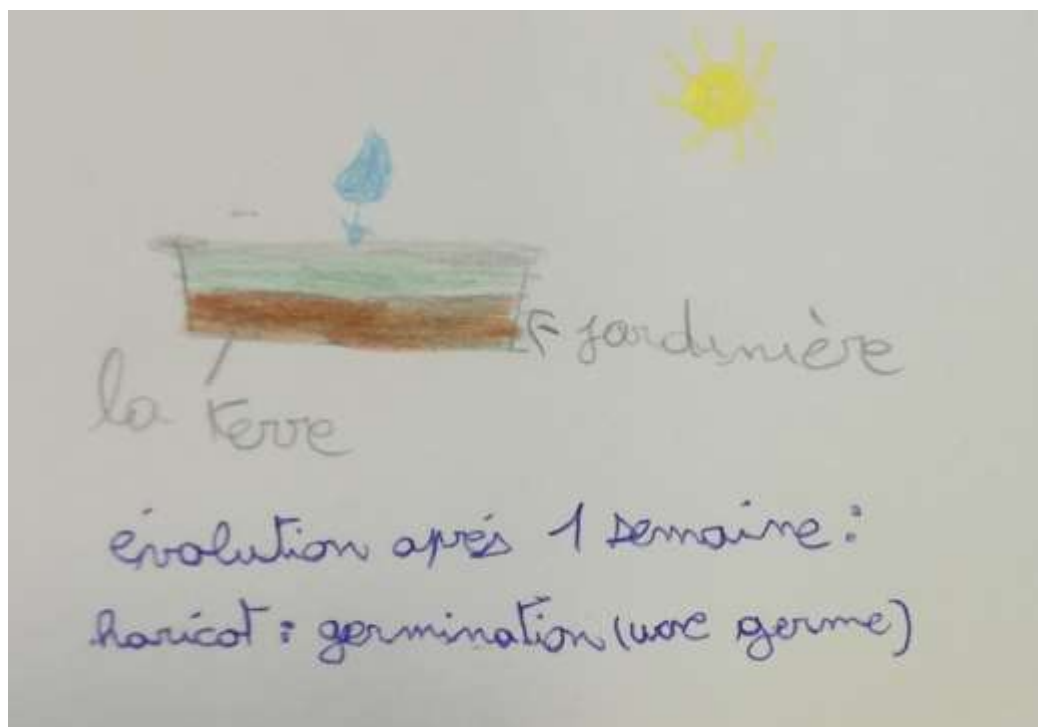
		a dix milligramme par litre, donc je suis allé au magasin et je suis allé m'acheter une eau où il y a du magnésium dedans dans celle-ci il y en a plus, et regardez comme je suis sérieuse comme j'ai beaucoup bu depuis ce matin.
131	La classe	Les élèves rient.
132	Prof	Je n'ai rien bu (elle rit).
133	Louaka	C'est pas bien.
134	Prof	Et en réalité là-dedans il y a c'est une eau riche en sodium et en magnésium, et c'est pour ça que je ne bois pas parce que c'est pas bon en fait elle est plus salée dans la bouche, toi c'est Hépar ? (L'élève avait sa bouteille d'eau sur sa table)
135	Louaka	Oui.
136	Prof	Donc dans ton eau Luka il a beaucoup de magnésium mais moi je peux pas la prendre je suis mal au ventre avec parce que justement trop de magnésium après ça fait mal aux intestins, donc moi j'ai pris celle-là sauf que j'aime pas. Regardez je vais faire ma mission du jour je vais boire.
137	Thomas	Madame il y a cristalline.
138	Prof	Cristalline dedans il y a pas de magnésium parce que c'est une eau de source il y en a un tout petit peu et dans celle-là il y en a plus il faut que ce soit de l'eau minéral. Donc nous les êtres humains nous avons besoin de minéraux et les plantes elles en ont besoin aussi, et où est ce qu'on trouve les minéraux dans la terre d'accord, dans la terre alors les sels minéraux pour la terre on trouve ça où ? on trouve ça où dans les plantes on trouve ça dans ?
139	La classe	La terre.
140	Prof	La terre, donc les plantes ont besoin ont besoin d'eau de sels minéraux de lumière et d'une température satisfaisante, si il faut trop froid ben ça pousse pas à l'inverse il faut trop chaud ça fane.
141	Hugo	Il faut avoir les deux.
142	Prof	Oui est-ce que vous savez que les plantes vertes respirent ?
143	Jérémy	Non.
144	Juliana	Oui.
145	Prof	Donc moi je vous le dis les plantes vertes respirent aussi elles respirent beaucoup, elles consomment de l'oxygène elles consomment de l'oxygène et elles rejettent du dioxyde de carbone comme nous.
146	Roxane	C'est quoi l'oxygène ?
147	Prof	Alors il est dans l'air c'est un gaz sauf qu'il est invisible, là dans la pièce il y a beaucoup d'oxygène, mais on ne le voit pas. Cependant regardez quand je fais ça je fais entrer l'oxygène dans mes poumons et là ce que je rejette c'est du dioxyde de carbone d'accord, donc j'inspire de l'oxygène et je recrache dioxyde de carbone ok. Les plantes c'est pareil il y a leurs feuilles elles absorbent l'oxygène et alors elles rejettent dioxyde du carbone, quelquefois on a des arbres qui sont malades pourquoi parce que lorsqu'elles ont en plein centre ville où il y a beaucoup de pollution et bien elles n'absorbent pas assez d'oxygène et puis on est obligés de les couper par exemple.

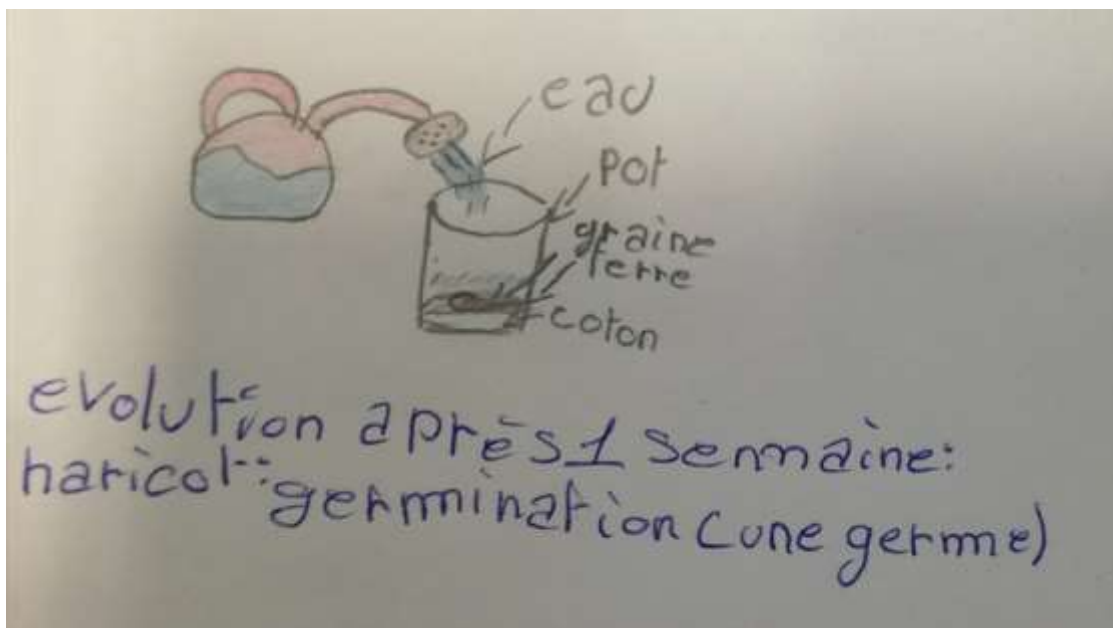
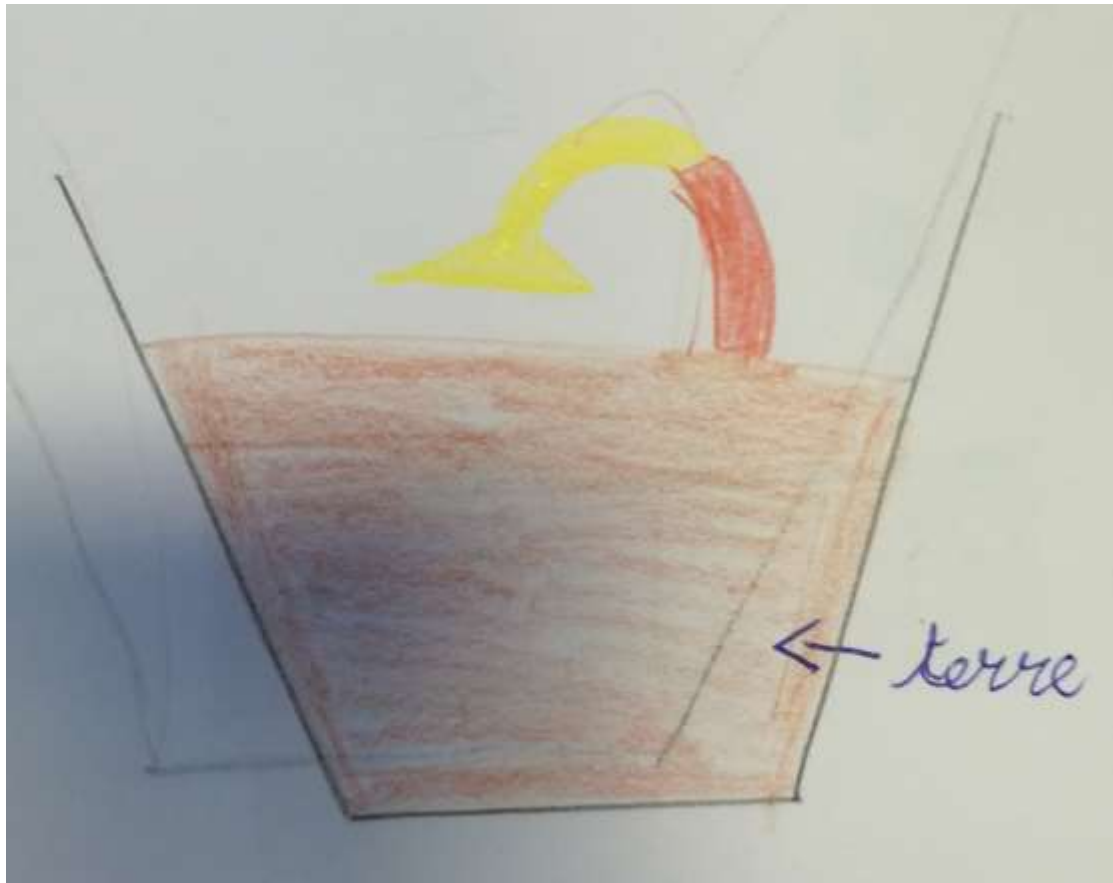
		Complétez au fer et à mesure vous les arrangerez et puis voilà complétez, Tu as terminé tu peux lui donner ce soir. A Roxane il te donnera tout à l'heure. Alors essayez de trouver quelque chose pour arroser les plantes, s'il te plait Fahim tu vas arroser les plantes avec Juliana, je pense pas qu'on aurait le temps.

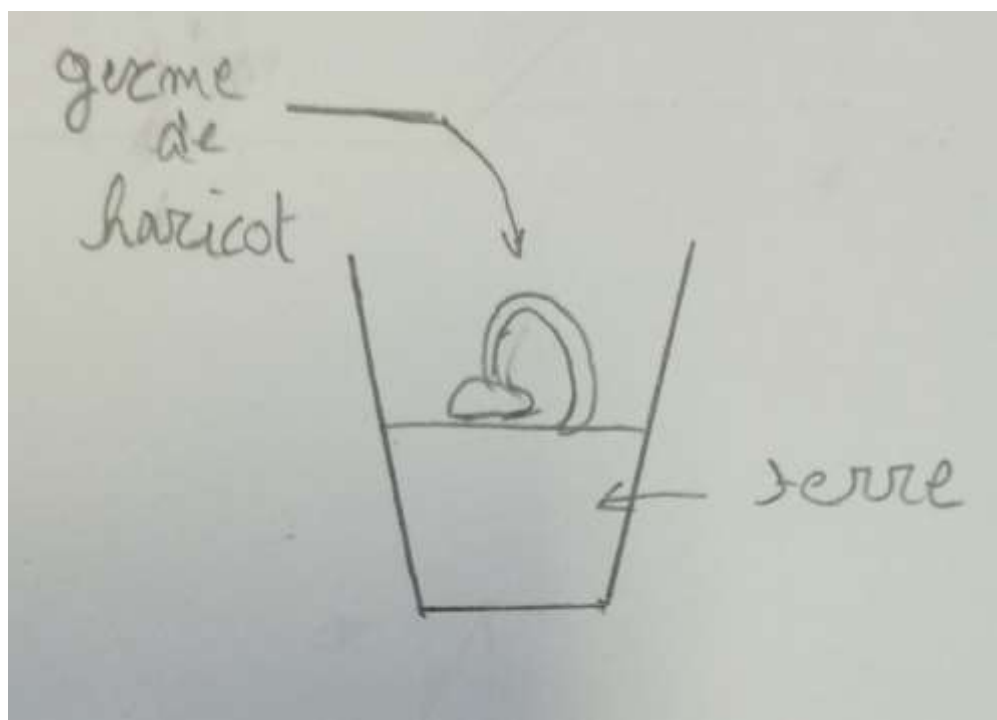
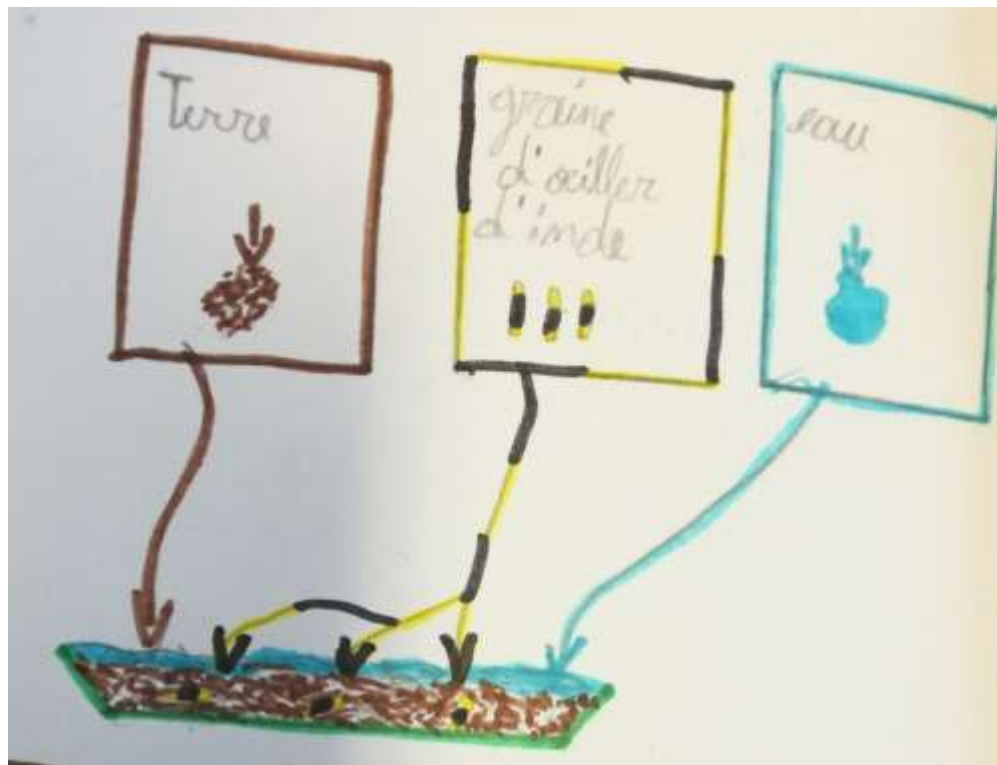
Annexe 22. Schémas des expériences de semis réalisés par les élèves.











Annexe 23. Transcription de l'entretien semi-directif mené avec l'enseignante C.

Date d'entretien : 8/2/2018

Heure : de 14h10 à 14h25.

A.B : Aicha BARROUDI

Prof : Professeur

1	A. B	Merci beaucoup Madame de me consacrer ce temps.
2	Prof	Non c'est rien après que vrai que c'est dur en temps même en temps scolaire. Midi j'ai Fahim toujours (un élève qui des difficultés).
3	A. B	J'ai préparé quelques questions sur la démarche que vous avez fait dans la dernière séquence. Donc, tout d'abord ma question est sur la démarche scientifique que vous avez suivie dans la séquence de nutrition des plantes. Dans les nouveaux programmes on entend parler de la démarche d'investigation. c'est la démarche que vous avez suivie ?
4	Prof	Ben oui là c'était une démarche expérimentale en fait conception initiale. Les conceptions initiales des enfants, ensuite le problème, et après émettre des hypothèses. Ensuite faire les expériences pour vérifier les hypothèses et pour voir ce dont la plante a besoin pour se développer etc. Et puis observer les résultats et en tirer des conclusions.
5	A. B	D'accord, donc vous commencez par une question et après émettre les hypothèses après des expérimentations après des résultats c'est ça ?
6	Prof	Voilà.
7	A. B	C'est ce que vous avez suivi comme étapes de la démarche expérimentale ?
8	Prof	Après entre-deux on peut également apporter des comment dire, on peut également apporter de la théorie en étudiant des documents.
9	A. B	D'accord donc la documentation aussi.
10	Prof	La documentation oui on l'intervient on va dire après quand on a conclu en même temps l'observation de l'expérience, on peut également observer des documents des résultats ou des comptes rendus d'expériences autre que ce qu'on fait nous-même en classe. C'est de la théorie.
11	A. B	D'accord, donc d'après vous qu'est-ce que vous appelez expérience ?
12	Prof	Et ben le fait de manipuler d'observer concrètement ce qui se déroule.
13	A. B	D'accord, à votre avis il y a une différence entre expérience et manipulation ?
14	Prof	Oui.
15	A. B	Comment vous voyez cette différence entre expérience et manipulation ?
16	Prof	Manipulation en plus quand on observait à mon avis la mécanique de quelque chose. Expérience là c'est plutôt observer dans le temps peut être un peu plus long. La manipulation c'est plus spontanément momentané, et l'expérience à mon avis c'est toujours un peu plus long il y a un temps d'observation.
17	A. B	D'accord, donc dans ce que vous avez fait en classe, à votre avis s'agit-il des manipulations ou des expériences ?
18	Prof	C'était des expériences dans le sens où il faut attendre longtemps pour observer.
19	A. B	D'accord donc vous m'avez dit la dernière fois ça prend un mois pour avoir des résultats ?

20	Prof	Oui à peu près sauf les lentilles c'est pour que je l'en ai mis pour que ça pousse vite. Après il y a le problème de la région. Puis là par exemple il faudrait replanter des choses au printemps pour que ça pousse plus vite.
21	A. B	D'accord, concernant le matériel expérimental vous m'avez dit qu'il y a ce problème.
22	Prof	Oui.
23	A. B	Donc pour mettre en place des expériences sur les plantes, vous avez eu un problème de matériel ?
24	Prof	Oui il y a le problème de matériel, après souvent les enfants peuvent ramener, puis on peut pas vraiment tout expérimenter là ça dépend de ce dont on a besoin comme matériel.
25	A. B	D'accord, donc pour la séquence des plantes est-ce que vous avez pu faire ce que vous avez prévu dans les expériences ou bien vous n'avez pas tout le matériel qu'il faut pour faire cela ?
26	Prof	Non, et ben après il nous aurait fallu un jardin par exemple dans l'école. Et ça existe mais un jardin ça serait bien parce que là en jardinière on a quand même pas toujours les résultats escomptés quoi. C'est vrai que mettre un petit jardin avant il y en avait un mais maintenant il y en a plus là c'est plus concret quand même un petit jardin. On aurait plus retourné par exemple au printemps pour montrer qu'on peut planter différentes plantes, les saisons jouent aussi le temps joue sur la croissance des plantes.
27	A. B	D'accord, donc quel est d'après vous l'intérêt de faire travailler les élèves en groupes ? J'ai remarqué que vous avez mis les élèves en groupes.
28	Prof	Oui, ben parce que tout seul ben après c'est plus de matériel c'est chacun devait avoir du matériel, donc en groupes voilà pour favoriser les interactions et pour que chacun donne son idée ses arguments et puis il dit ben c'est mieux comme ça ou c'est plus vivant.
29	A. B	D'accord, bon est-ce que les expériences que les enfants ont faites en classe ont permis à répondre à votre question de départ ?
30	Prof	Oui.
31	A. B	Oui, c'était quoi déjà le problème ?
32	Prof	De quoi ont besoin les plantes pour se développer.
33	A. B	Donc vous avez dit que ça prend du temps ça prend un mois pour observer les résultats des plantations, à votre avis est-ce que les élèves lorsqu'ils observent les résultats chaque semaine gardent toujours cette question de départ en tête ?
34	Prof	A non la problématique non à mon avis pas souvent non. Ils peuvent pas forcément garder le questionnement de départ dans leur tête. Après une semaine, ils sont contents de voir que ça pousse ou non. Pour vérifier les hypothèses, et ben là pourquoi à votre avis ça pousse plus et tout ça et il y en a qui poussent pas, on va pouvoir dire que certainement y'a pas assez de lumière pas assez d'eau pas assez de chaleur parce que c'est pas à l'extérieur. Là on n'a pas encore conclu parce que il faut laisser le temps, un mois à peu près. A mon avis il faudra réinduire quand on observe à nouveau.
35	A. B	Bon, est-ce que l'expérience amène à résoudre le problème de départ ?
36	Prof	Ah non pas forcément (Elle rit), si l'expérience ne fonctionne pas comme là par exemple, il y a des il y a des plantes qui ne poussent pas alors

		qu'elles pourraient très bien pousser ailleurs en externe, donc on pourra toujours essayer d'émettre des hypothèses de voir pourquoi ça va pas fonctionner mais pas sûr d'avoir des réponses quoi.
37	A. B	Il faut à chaque fois leur rappeler le problème de départ ?
38	Prof	Oui toujours le problématique.
39	A. B	D'accord, vous avez demandé aux élèves de faire des schémas des expériences, ils servent à quoi selon vous ?
40	Prof	Là ça permet de de comment je pourrai dire de fixer à un moment donné, de de mettre les choses à plat et de dire voilà qu'est-ce qu'on a fait alors je vais le dessiner.
41	A. B	Concrétiser.
42	Prof	Oui concrétiser leurs actes on pourrait dire ça comme ça, et puis également de pouvoir avoir une trace quand même de ce qu'ils ont fait quoi dans les cahiers. Pour observer l'évolution, on dit voilà donc quand on ira voir voilà ça poussait comment c'était comment, finalement de quoi on a eu besoin oui pour laisser une trace quoi.
43	A. B	D'accord, la dernière question, selon vous quelle est la fonction de l'expérience dans cette séquence ? elle a servi à quoi ?
44	Prof	Ah ben parce que à mon avis je pense qu'on apprend mieux en faisant quand on fait. Quand on voit on apprend mieux plutôt que projeter une image, après malheureusement en sciences on peut pas tout expérimenter c'est ce qui est dommage.
45	A. B	Merci beaucoup Madame pour le temps que vous m'avez consacré merci.
46	Prof	C'est rien.

Annexe 24. Transcription de la séquence 4 (séance 1 et 2) portant sur les conditions de développement des plantes.

Séance 1

Date d'observation : 09/06/2022

1	Prof	Alors qu'est ce qu'on a fait la semaine dernière en sciences ? Maryam.
2	Maryam	On a vu on a fait maîtresse c'était sur la pollution de l'air.
3	Prof	Je sais pas ce que tu me racontes, ça c'était un autre projet.
4	Maissa	Alors on avait fait sur les graines sur des graines et sur des plantes.
5	Prof	Sur les graines et sur les plantes très bien, première séance c'était sur ?
6	Nolan	Sur les plantes.
7	Prof	Sur les plantes et sur les graines, deuxième séance c'était sur quoi ?
8	Aya	Les fruits et les fleurs.
9	Prof	Les fruits et les fleurs très bien et là on passe à la troisième séance les conditions de développement. La question est la suivante pour vous qu'est-ce que c'est que les conditions de développement à partir de ce qu'on a vu sur les graines et puis les plantes. Iliona.
10	Iliona	D'eau.
11	Prof	Elles ont besoin de quoi ? tu m'as dit d'eau. (Elle écrit au tableau).
12	Iliona	Du soleil.
13	Prof	Et d'humidité, ok qui veut ajouter autre chose ? oui Elyacine.
14	Elyacine	Quelqu'un ou quelque chose.
15	Prof	Quelqu'un ou quelque chose on va dire ici quelque chose qui grandit qui évolue d'accord je reprends tes mots. Est-ce que quelqu'un veut dire autre chose ? Iliona.
16	Iliona	Aussi il y a des plantes qui sont besoin soit de vivre dans un pot ou alors dans l'eau.
17	Prof	Comment ?
18	Iliona	Ou alors dans l'eau.
19	Prof	Ou alors dans l'eau ok, Nolan tu veux dire quelque chose.
20	Soraya	Certaines plantes ont besoin d'une certaine température.
21	Prof	La température ok température différente, Inaya tu voulais dire quelque chose ? Aya.
22	Aya	Il y a des plantes qui donnent des fleurs, des fleurs qui donnent des fruits.
23	Prof	En fait c'est ce qu'on a vu la semaine dernière, certaines plantes donnent des fleurs qui des fruits c'est ça ok donc pour toi ça fait partie des conditions de développement ? Pourquoi t'a dit certaines c'est pas toutes c'est ça ? tu peux me dire non mon je suis en train de traduire ce que tu viens de me dire. Tu m'as dit certaines plantes donnent des fleurs puis des fruits c'est ça ?
24	Aya	Oui.
25	Prof	Je vais écrire ce tu m'as dit ok, est ce qu'il y a autre chose ou pas ? Iliona.
26	Iliona	Les plantes ont besoin de calme.

27	Prof	De calme, Inaya.
28	Inaya	Les plantes ont besoin d'eau et d'ombre.
29	Prof	D'eau et d'ombre, pour toi à quel moment elle a besoin d'ombre ?
30	Inaya	Au tout début.
31	Prof	Au tout début besoin d'ombre au début ok, au tout début quand la graine elle veut naître avant c'est quoi l'action le mot ? c'est la ?
32	Inaya	La croissance.
33	Prof	Pas la croissance, oui c'est la croissance mais en sciences il y a un mot un terme c'est la ?
34	Anissa	La plantation.
35	Prof	Ça c'est le fait de planter.
36	Rabat	Le développement.
37	Prof	Développement moi je veux un autre mot qui commence par un g on l'avait vu.
38	Inaya	La germination.
39	Prof	La germination, donc toi Inaya tu parles de l'action de germination. Au début de la germination la graine aurait besoin d'ombre d'accord c'est ce que Inaya nous donne comme hypothèse. On s'arrête là, on a un autre ou pas.
40	Soraya	Les plantes ne se fanent pas.
41	Prof	Les plantes ne se fanent jamais.
42	Soraya	Non certaines plantes ne se fanent jamais comme le Cactus.
43	Prof	Le Cactus ne se fane pas, certaines plantes ne.
44	La classe	Non
45	Prof	Ecoutez vous parler pourquoi vous êtes pas d'accord avec et expliquez il faut savoir expliquer pourquoi vous êtes pas d'accord mais pas dire non si oui c'est ça qu'on cherche à comprendre. Alors qu'est-ce que c'est que faner déjà ? on va expliquer déjà ce mot-là. Qu'est-ce que ça veut dire faner ?
46	Wajih	En fait c'est comme nous si on boit pas d'eau on va mourir ben pour la fleur si on arrose pas trop d'eau elle va mourir mais nous on dit faner.
47	Prof	Oui pour une fleur on dit qu'elle fane qu'elle est en train de perdre son énergie, c'est bien expliqué.
48	Soraya	Il y a de la hiérarchie pour la plante.
49	Prof	De la hiérarchie ?
50	Soraya	Oui la graine puis après ben
51	Prof	Il y a des étapes tu veux dire.
52	Soraya	Et après ça donne la fleur et après ça donne des fruits. Je le mets parce que tu m'as dit les étapes un petit peu comme Aya nous a fait. Oui Inaya.
53	Inaya	En fait je suis pas d'accord avec Soraya parce que un jour elles vont tous mourir parce que par exemple tu vas en vacances et qu'y'a personne qui est disponible pour t'occuper de ta plante et ben elle est obligée de faner.
54	Prof	Donc là tu parles des plantes qui sont où ? elles sont où ces plantes dont tu me parles toi là ?
55	Inaya	Elles sont dans un balcon dans un jardin.

56	Prof	Elles sont plutôt à la maison on va dire, est ce qu'on peut trouver d'autres plantes ? est ce qu'on peut trouver des plantes que à la maison ?
57	Inaya	Non on peut trouver des plantes dans le désert comme le cactus mais maîtresse le cactus à l'intérieur de cactus il y a de l'eau et quand tu es dans le désert et que t'as plus d'eau tu peux utiliser le cactus pour avoir de l'eau.
58	Prof	Pardon j'ai pas entendu la fin de la phrase, tu fais quoi au cactus ?
59	Inaya	Maîtresse on prend son eau.
60	Prof	Qui prend son eau ?
61	Inaya	Et ben les gens.
62	Prof	Les gens les habitants.
63	Inaya	Parce que maîtresse j'ai vu un reportage j'ai vu quelque chose je sais plus comment il s'appelle mais ben c'était des gens ils étaient assoiffés ils ont pris l'eau du cactus ils sont pas morts.
64	Prof	C'est vrai que dans le cactus il y a de l'eau à l'intérieur mais ça dépend de quel type de cactus d'accord.
65	Isatys	Maîtresse il est toxique.
66	Prof	Il peut l'être, c'est pour ça il faut connaître les plantes, c'est comme certaines plantes elles peuvent être toxiques ou non. Certaines plantes elles peuvent être à la maison d'autres non.
67	Inaya	Les champignons.
68	Prof	Certains champignons sont toxiques, d'autres sont comestibles.
69	Imane	Certaines plantes ont besoin de plus de temps que d'autres.
70	Prof	Le temps on va marquer le temps d'accord, Safia.
71	Safia	Maîtresse Inaya a dit les plantes ne Si il y a de la pluie et ben il y a de l'eau.
72	Prof	Quand elle est à l'extérieur alors peut être.
73	Inaya	Mais non maîtresse si elle est sur un balcon et que tu as un autre balcon et ben elle va faner.
74	Prof	Elle parle des plantes intérieures, donc c'est pas forcément vrai et c'est pas forcément faut ce que vous dites d'accord il peut y avoir du bon et du faux. On va s'arrêter là, on va visionner la vidéo parce que là le temps passe vite et je veux qu'on passe aussi à autre chose, on observe la vidéo. Avant de commencer la vidéo on lit les questions ensemble. Qui me lit la première question ? On va faire comme ça (annexe 25).
75	Oumayma	Anémone ne peut pas vivre dans le désert car il y fait trop chaud. Pourquoi le cactus, lui, peut vivre dans le désert ?
76	Iliona	Explique pourquoi Anémone ne peut pas vivre à la montagne.
77	Inaya	Cite les conditions qui ne sont pas favorables au développement d'Anémone dans le milieu de la jungle.
78	Fille	Pour quelle raison le milieu aquatique ne convient-il pas à Anémone ?
79	Maryam	Relie chaque milieu à sa photo ainsi qu'à un végétal adapté.
80	Safia	Complète le texte avec les mots suivants.
81	Prof	Très bien, on va essayer de faire aujourd'hui les quatre premières questions (annexe 25). Vous êtes prêts. (Elle projette la vidéo au TBI).

		https://lesfondamentaux.reseau-canope.fr/discipline/sciences/sciences/les-vegetaux/le-developpement-des-vegetaux-les-conditions-de-developpement.html
82	Inaya	Maîtresse j'ai répondu à toutes les questions.
83	Prof	Super, alors vous regardez les questions, on a lu les questions on a regardé la vidéo. Là je vais la remettre je fais des pauses comme d'habitude ok. On va faire la première question, Anémone ne peut pas vivre dans le désert car il y fait trop chaud. Pourquoi le cactus, lui, peut vivre dans le désert ? Oumayma.
84	Oumayma	Parce que le cactus a une réserve d'eau.
85	Prof	Parce que le cactus a une réserve d'eau, oui très bien.
86	Inaya	Maîtresse moi j'ai écrit il est rempli d'eau.
87	Prof	Il est rempli d'eau, il a des réserves oui c'est très bien. Qui nous a dit ça tout à l'heure ? Inaya elle nous a pas dit que le cactus a des réserves d'eau ?
88	Safya	Oui elle l'avait dit.
89	Prof	Voilà.
90	Meriam	Moi j'ai écrit maîtresse car le cactus a des réserves d'eau qui peuvent l'aider à tenir pendant des sécheresses.
91	Prof	Très bien. Toutes vos réponses sont correctes, je veux une belle phrase.
92	Tasnime	Parce que le cactus a des réserves d'eau.
93	Fille	Moi j'ai écrit maîtresse le cactus est rempli d'eau alors que l'Anémone non et il fait trop chaud.
94	Soraya	Il fait trop chaud pour l'Anémone. Anémone est une fleur. On va répondre à la deuxième question : Explique pourquoi Anémone ne peut pas vivre à la montagne. Vas-y Inaya.
95	Anissa	Parce que il fait trop froid.
96	Iliona	Parce qu'il fait trop froid oui, qui peut vivre à la montagne ?
97	Inaya	Le sapin.
98	Prof	Qui peut vivre à la montagne ? Rabat.
99	Rabat	Le sapin.
100	Prof	Vous avez fini de recopier la deuxième réponse.
101	La classe	Oui.
102	Prof	Question numéro 3 : Cite les conditions qui ne sont pas favorables au développement d'Anémone dans le milieu de la jungle.
103	Maissa	Y 'a trop d'eau y'a pas assez de soleil.
104	Aya	Il y a trop d'eau il peut se noyer.
105	Oumayma	Anémone ne peut pas vivre dans la jungle parce que il y a trop d'ombre.
106	Inaya	Maîtresse ça veut dire quoi humide ?
107	Prof	Ça veut dire quoi humide ? Mohamed.
108	Mohamed	Mouillé.
109	Prof	Mouillé humide ça veut dire mouillé.

110	Imane	Lorsqu'on plante on met la racine dans la terre, et que la terre soit humide soit mouillée.
111	Prof	(Elle remet la vidéo) La terre est humide ça veut pas dire que à l'extérieur il fait froid. Alors normalement on a trois arguments de citer les conditions qui n'ont pas favorables au développement d'Anémone dans le milieu de la jungle ?
112	Mohamed	Trop humide.
113	Prof	Trop humide.
114	Anissa	Trop chaud.
114	Meriam	Trop chaud.
115	Soraya	Pas assez de lumière et de soleil.
116	Prof	Trop chaud très humide et y'a pas assez de lumière.
117	Iliona	Là elle a trop froid.
118	Prof	Non trop froid c'est tout à l'heure quand elle était dans la montagne.
119	Inaya	Trop d'ombre.
120	Prof	Trop d'ombre donc pas assez de lumière très bien.
121	Inaya	Maîtresse j'ai réussi la dernière question.
122	Tasnime	Est-ce que si on aura fini on pourra faire la page au dos.
123	Prof	Non je pense pas. (Elle remet la vidéo) je vous laisse faire la question 3 et 4.
124	Wajih	Le soleil n'est pas assez.
125	Meriam	Parce que la terre est dans l'eau.
126	Prof	La terre n'est pas dans l'eau elle est toute en bas, il y a de l'eau. Quelles est la plante ici qui est aquatique dans la vidéo ? Nolan.
127	Nolan	Le nénuphar, est-ce que le est une plante aquatique ou pas ?
128	Inaya	Non.
129	Prof	Non donc il va pas se noyer.
130	Aya	Maîtresse moi j'ai marqué car Anémone n'a pas de longues tiges comme le nénuphar et ses racines ne sont pas dans la terre pour se nourrir.
131	Oumayma	Le soleil n'est pas assez mais trop d'eau elle peut même se noyer.
132	Prof	Car Anémone est trop petite pour atteindre la terre, c'est ça ce qu'il faut écrire principalement pourquoi parce qu'elle a besoin de quoi ? Donc les conditions de développement là c'était nos hypothèses en tout ça vos hypothèses à vous. En fonction de la vidéo que nous avons vu quelles sont les similitudes et les différences que nous voyons sur les questions auxquelles nous avons répondu et à nos hypothèses ? qui ce qui se ressemble ? qu'est ce qui est différent ? dans la conclusion là Anémone c'est une plante, elle était mise dans différents milieux d'accord.
133	Inaya	D'endroits.
134	Prof	D'endroits très bien pour trouver quoi ? Maryam.
135	Maryam	Un endroit où elle peut être adaptée.
136	Prof	Un endroit où elle peut être adaptée, exactement. Quelles sont les conditions pour bien se sentir pour une plante ? en fonction de ce que vous m'avez dit vos hypothèses à vous et ce qu'on a regardé

		sur la vidéo et aux questions auxquelles on a répondu. La plante elle a besoin de quoi alors ?
137	Nolan	Elle a besoin d'eau.
138	Prof	D'eau.
139	Nolan	De lumière.
140	Prof	Alors attends on va interroger quelqu'un d'autre.
141	Omayma	De soleil.
142	Inaya	De soleil mais pas trop.
143	Prof	De lumière mais pas trop, on va marquer mais pas trop.
144	Rabat	Les fleurs maîtresse c'est comme les humains si elles boivent beaucoup d'eau elles peuvent mourir.
145	Prof	De quoi d'autre a-t-elle besoin ?
146	Soraya	De température différente.
147	Prof	De température différente, est-ce que nous on a mis une température différente.
148	La classe	Oui.
149	Aya	Ben oui elle est partie en montagne dans la jungle.
150	Prof	Et on a dit que c'était pas son milieu.
151	Aya	Oui il y a avait beaucoup de différentes températures, ensuite Inaya.
152	Inaya	Ben maîtresse en fait elle a besoin d'un lieu.
153	Prof	D'un lieu, dons un lieu dis-moi ça rejoint quoi comme hypothèse ? est ce qu'on la met ou pas ?
154	Inaya	Oui, besoin de vivre dans un pot un champ ou dans l'eau.
155	Prof	Donc ici ça veut dire un milieu adapté, attention milieu hostile ne veut pas dire la même chose.
156	Inaya	Ça veut dire quoi hostile maîtresse ?
157	Prof	Alors avant que je vous donne la réponse c'est toi qui vas le chercher. (Soraya cherche le mot dans le dictionnaire).
158	Safya	Maîtresse est-ce que pour les plantes aquatiques on peut les appeler plantes aquaplantes ?
159	Prof	Non elles s'appellent plantes aquatiques. Aqua veut dire eau.
160	Safya	Ben aquaplantes.
161	Prof	Qu'est-ce qu'un milieu hostile ? on dit que c'est hostile pour la plante. Maryam.
162	Maryam	C'est un milieu qui n'est pas adapté à la plante.
163	Prof	Ok est ce qu'il y a autre chose ?
164	Inaya	Non.
165	Prof	Anissa.
166	Anissa	Elle a besoin du temps pour pousser.
167	Prof	Oui elle a besoin du temps pour pousser, elle pousse pas du jour au lendemain d'accord et elle a aussi besoin du temps pour s'adapter ok. Iliona.
168	Iliona	Elle besoin d'ombre au début de la germination, il y a des légumes et des fruits qui poussent à l'ombre.
169	Prof	Il y a des légumes et des fruits qui poussent à l'ombre, donc on valide ou on valide pas ?
170	La classe	Oui.
171	Prof	Pourquoi on valide ?

172	Inaya	Parce que la plante carnivore vit à l'ombre ok.
173	Prof	Iliona nous a aussi dit que certaines plantes et certains végétaux grandissent à l'ombre. Soraya.
174	Imane	Parce ce que à la fin de la vidéo Anémone avait trouvé un endroit avec de l'ombre.
175	Prof	Un endroit avec de l'ombre ?
176	Inaya	Non du soleil.
177	Prof	Tu es sûre ? Elle a besoin d'eau de lumière.
178	Inaya	Mais pas trop.
179	Soraya	Anémone avait pas besoin d'ombre elle avait besoin que de terre de soleil et un peu de température chaude.
180	Prof	Et un peu de température chaude.
181	Anissa	Et de l'eau.
182	Prof	Exactement, le besoin d'ombre c'est principalement pour la graine, après la majorité des plantes ont besoin aussi de lumière même ce qu'elles sont comme carnivore d'accord. Quelque chose qui évolue quelqu'un a dit ça, est-ce que la plante c'est quelque chose qui évolue ? et grandit ?
183	Inaya	Ben oui.
184	Prof	Oui, Certaines plantes ne meurent pas.
185	Isatys	Ben si.
186	Prof	Il y a certaines plantes qui meurent si. Quelqu'un a dit certaines plantes donnent des fleurs et des fruits.
187	Meriam	Oui.
188	Prof	Je vous laisse ranger vos feuilles dans une pochette. Donc j'ai fait plusieurs petits pots d'accord c'est des boites en plastique pour le moment d'accord vous allez venir vous servir chacun à votre tour quand je l'aurai dit. Donc vous viendrez un pot une barquette par personne d'accord dedans vous avez deux cotons et je vous ai mis des graines de fleurs d'accord. Il y a des barquettes blanches et des barquettes noires.
189	Inaya	Maîtresse y'a pas de terre ?
190	Prof	Pour l'instant pas de terre d'accord la terre j'ai pas encore ramené je veux juste qu'on écoute. Les fleurs normalement qui devraient sortir est celles-ci.
191	Tasnime	Des coquelicots.
192	Prof	Non ce sont pas des coquelicots ce sont des capucines. Vous allez avoir trois graines chacun d'accord, là la seule condition que je vous donne c'est vous prenez votre pot et vous en occupez. Qu'est-ce que à votre avis à partir de tout ce qu'on a vu déjà, qu'est-ce qu'on doit faire et comment on peut faire ? comment prendre soin de nos graines ? Qu'est-ce qu'on peut faire ? D'accord. Chacun s'occupe seul, par contre sur vos barquettes vous allez me donner votre barquette je vais passer mettre votre prénom ou au moins vos lettres initiales pour ne pas les confondre. Quelle est la première étape qu'on a vue ?
192	Inaya	Ben on l'a mis sur un coton-tige à l'aise.

193	Prof	On l'a mis sur un coton-tige à l'aise, sur la première vidéo qu'est ce qu'on avait vu ? vous me dites pas, voyez ce que vous pouvez faire.
194	Anissa	Je me souviens pas.
195	Prof	Tu vas voir avec ton coton et ta graine qu'est-ce que tu peux faire ? ok. C'est vous qui voyez, là vous êtes chacun des petits scientifiques vous vous occupez chacun de votre petite graine. J'ai ramené de l'eau aussi.
196	Imane	On va mettre de l'eau sur le coton-tige ?
197	Prof	Je ne sais pas. Vous avez trois graines vous faites comme vous voulez.
198	Maryam	Maîtresse j'ai une question, est ce qu'on peut les prendre à la maison ?
199	Prof	Pour vous en occupez tu veux les prendre à la maison, alors moi je pensais qu'on le gardera à l'école jusqu'à ce qu'on voie la première étape ensemble.
200	Mathys	On peut mettre de la terre après ?
201	Prof	Oui j'en ai de la terre aussi je veux la ramener jeudi prochain. Si votre graine, donc qu'est ce qu'est doit apparaître dans vos graines ?
202	La classe	Des racines.
203	Wajih	La germination.
204	Prof	Alors je vous laisse observer vos petites graines, je vous laisse voir ce que vous pouvez faire avec tout ce qu'on a pu voir précédemment et aujourd'hui, dont la graine a besoin pour grandir. Vous avez le droit d'ajouter de l'eau. (Les élèves prennent leurs barquettes : chaque barquette contient deux cotons et trois graines). (L'enseignante passe dans les rangs pour marquer les prénoms sur les barquettes). Alors vous allez tous à vos places, normalement vous avez le temps de faire ce que vous avez à faire avec vos petites graines. Donc Elyacine va nous expliquer ce qu'il a fait avec ces graines, chacun d'entre vous certains je vais prendre différentes personnes qui ont fait des choses différentes ok pas tout le monde, donc Elyacine tu va pouvoir te présenter, tu nous montre ce que tu as fait. Il a mis un coton sous ses graines et un coton par-dessus avec de l'eau je précise.
205	Elyacine	Maîtresse j'ai fait comme Elyacine.
206	Prof	On n'a pas dit que c'est une bonne réponse on n'a pas dit que c'est une mauvaise réponse on montre ce que Elyacine et certains camarades ont fait c'est la même chose que Elyacine oui. Ensuite Soraya tu as fait quoi toi Soraya ?
207	Soraya	J'ai mouillé le coton et après j'ai mis les graines par-dessus.
208	Prof	Donc Soraya elle a posé le coton et elle a mis des graines par-dessus, qui a fait ça levez la main. Alors on va faire deux tableaux, un tableau avec deux colonnes. Il y a deux colonnes on a ce qui ont posé les graines sur le coton, qui n'a pas mis tu tout l'eau dans toute l'expérience là ? Vous avez tous au moins utilisé de l'eau ok. Donc on va mettre graines sur le coton et ensuite il y a graines

		entre les cotons. Levez la main qui ont mis les graines sur le coton, on a pas dit qu'ils avaient raison on a pas dit qu'ils avaient tort pareil pour l'autre côté. (Elle marque les noms des élèves au tableau.
209	Iliona	Maîtresse moi j'ai fait les deux.
210	Prof	T'as fait les deux ?
211	Iliona	Oui.
212	Prof	Il reste 5 minutes on doit finir donc là on a terminé à faire la liste, les graines sur le coton et les graines en dessous du coton. Maintenant ce que vous allez faire vous allez choisir où vous allez les mettre dans la classe.
213	Inaya	Dans la fenêtre.
214	Prof	Vous ne me donner pas de réponses, vous vous déplacez j'ai mis si vous voulez une étagère ici (elle montre dans le placard) d'accord ou bien vous mettez ici au bord ou bien sur la porte ou bien sous le tableau. Par contre vous ne poussez pas les affaires de vos camarades. Donc ce qui ont mis là-dedans je ferme ou je laisse ouvert.
215	La classe	Vous fermez.
216	Iliona	Vous laissez ouvert.
217	Prof	Qui a dit de laisser ouvert.
218	La classe	Iliona.

Séance 2

Date d'observation : 16/06/2022

1	Prof	On sort les classeurs de sciences, on était à là vous vous souvenez pour quelle raison le milieu aquatique ne convient pas à Anémone on avait vu le vidéo.
2	Inaya	Elle va se noyer.
3	Prof	Vous avez tous la même chose, parfait donc il y en avait qui ont déjà avancé là-dessus très bien on va prendre la correction et en discutait ensuite on fait la trace écrite d'accord. On est prêt ?
4	La classe	On est prêt.
5	Prof	Vous vous souvenez on avait fait un petit nuage avec les conditions de développement, je vous distribue des copies. Alors on va relire les hypothèses on va essayer de les valider ensemble pour que vous vous souvenez de qu'on avait dit. Qui veut lire ? Inaya.
6	Inaya	Hypothèses les conditions de développement : Quelque chose qui évolue Besoin d'eau au début de la germination Besoin de calme Besoin d'eau lumière et humidité Température différente Certaines plantes donnent des fleurs et des fruits Besoin de vivre dans un pot un champ ou dans Certaines plantes ne meurent pas

7	Prof	Merci alors nous allons validé certaines on a marqué pas toutes les plantes meurent et pas aucune plante meurt, l'hypothèse c'était certaines plantes, c'est vos hypothèses d'accord donc qui peut me dire celle que nous avons validé la dernière fois ? et comme ça on va pouvoir faire une couleur autour d'accord, alors quelles hypothèses nous pouvons valider après observation de vos petites graines ? vous allez tous observer vos graines là ça nous appris dix jours on a dû patienter dix jours c'est quand même long. il y en a qui ont poussé, pour d'autres ç'est pas encore poussé.
8	Safia	Moi c'est poussé, je l'avais mis à l'ombre en premier.
9	Inaya	C'est pas assez vite.
10	Prof	On va voir pourquoi c'est pas encore poussé, on va essayer de comprendre on va trouver une solution, c'est pas grave si c'est n'a encore poussé. Est-ce que vous pouvez me dire pourquoi la graine de Safia a poussé ? il y a pas que Safia c'est juste parce que Safia c'est la seule qui est la plus grande, il y a plein où on voit le début de la germination d'accord, est ce qu'on peut expliquer comme ça tout en validant nos hypothèses. Vas-y Aya.
11	Aya	Moi ça a pas encore poussé parce que en fait je l'ai mis direct dans la lumière et après je l'ai mis à l'ombre alors que Safia elle a fait l'inverse. Aussi parce que moi j'ai mis la graine sur le coton, Safia elle a mis entre les cotons.
12	Prof	Donc toi t'a mis la plante sur le coton et pas entre les cotons. Donc est-ce que parmi tous les élèves-là qui ont mis leurs graines sur le coton vous avez eu un début de germination, levez la main ce qui ont eu un début de germination alors qu'ils ont mis leurs graines sur le coton.
13	Les élèves concernés	Non.
14	Prof	Nolan et Imane, vous avez mis où ? Où est-ce que vous avez mis votre pot ? Nolan.
15	Nolan	Moi je l'avais mis à la lumière mais après à l'ombre.
16	Prof	D'accord donc ça veut dire que tu as mis ta graine au-dessus du coton au début tu l'as mis à la lumière, est-ce que quand tu l'as mis à la lumière t'as eu de la germination ?
17	Imane	Non.
18	Prof	Non pas de germination.
19	Imane	Lorsque je l'avais mise dans l'ombre et ben la graine a commencé.
20	Prof	Donc c'est à partir du moment où tu l'as mise à l'ombre ça a commencé.
21	Imane	Je l'avais mise à l'autre côté du tableau et après il y avait trop de soleil et du coup je l'ai mis de l'autre côté.
22	Prof	Tu l'as mis de l'autre côté.
23	Imane	Où il y a de l'ombre.
24	Prof	Où il y a de l'ombre.
25	Imane	Où il y a le radiateur où il y a de l'ombre.
26	Prof	D'accord où il y a le radiateur où il y a de l'ombre et pas de lumière. Est-ce que vous voulez dire quelque chose ? on l'a mis

		au-dessus à l'ombre et ça n'a pas germé. Omayma ça n'a pas germé toi d'accord, combien de petites graines ?
27	Omayma	Trois.
28	Prof	Trois, il y en a aucune d'elles qui a germé ok, est-ce que on peut comprendre pourquoi ça n'a pas germé, j'ai vous donné trois graines, Tasnime.
29	Tasnime	Ben c'est parce que elles sont au soleil.
30	Prof	Elle a dit qu'elle a mis, tu les as mis où tes graines ?
31	Omayma	Dans l'armoire.
32	Prof	Elle a mis dans l'armoire sur le coton avec de l'eau mais ça n'a pas germé.
33	Wajih	Elle a mis beaucoup d'eau.
34	Prof	Alors peut être qu'elle a trop mis d'eau.
35	Inaya	Peut-être qu'elle a pas mis assez.
36	Prof	Peut-être qu'elle a pas mis assez. Iliona.
37	Iliona	Elle a pas mis les graines entre le coton.
38	Prof	Peut-être qu'il fallait mettre les graines entre les cotons, quelle est l'autre possibilité aussi ? Vous avez trois graines deux petits cotons. Iliona.
39	Iliona	Elle a mis peu d'eau.
40	Prof	On pouvait peut-être réduire le nombre des graines d'accord parce que c'est pas parce que vous avez trois graines vous pouvez utiliser toutes les graines, là par exemple sur la plante de Safia il y a qu'une seule graine il y en a une qui s'est poussé, il y en avait trois au début. Donc ça veut dire quoi aussi, qu'elle a besoin de ? Aya.
41	Aya	D'espace.
42	Prof	D'espace.
43	Aya	Elle en avait mis trois et j'ai trouvé une qui a poussé, une seule.
44	Prof	Du coup, il y a une qui est partie et l'autre s'est poussé elle l'a enlevé d'accord parce qu'il a noircit elle a pas gardé, elle a gardé qu'une seule graine.
45	Inaya	Une fois qu'elle a noircit on doit la jeter.
46	Prof	Non pas forcément, il y a des graines qui noircissent qu'on peut garder et qui poussent, tu commences à avoir un début de germination, si c'est bien parti.
47	Inaya	Maîtresse moi mes quatre sont en train de germer.
48	Prof	Les quatre elles germent ?
49	Inaya	Oui et ben c'est parfait, on a besoin peut être j'ai vous dit c'est pas en cinq jours que ça pousse, des fois c'est dix des fois c'est trente des fois c'est vingt des fois c'est trente jours d'accord. Là c'est le début mais ça veut pas dire que c'est bien parti.
50	Fille	Maitresse Rabat.....
51	Prof	Rabat il a fait quoi ?
52	Rabat	J'ai mis mes trois graines entre les cotons, en fait j'ai pas fait comme Safia, il y a qu'une seule qui a commencé à germer.
53	Prof	Il y a qu'une seule qui a dominé sur les autres d'accord. Alors Aya ça a germé ou pas ?
54	Aya	Non.

55	Prof	Soraya, ça a germé ou pas ?
56	Soraya	Oui, moi c'est toujours le même début de germination, j'ai mis la graine entre les cotons dans l'armoire.
57	Prof	Quand je mets une croix et un G ça veut dire que ça n'a pas germé d'accord pour l'instant. Nolan ça a germé ou pas ?
58	Nolan	Il y a une petite racine.
59	Prof	Quand on voit une petite racine, une toute petite racine en train de sortir. Là elle commence à sourire mais elle est sèche donc elle va pas pouvoir germer il vous faut quoi de l'eau. Mohamed, ça a germé ou pas ?
60	Mohamed	Non.
61	Prof	Imane, ça a germé ou pas ?
62	Imane	Non.
63	Prof	Jésus, ça a germé ou pas ?
64	Jésus	Un petit peu.
65	Prof	Comment un petit peu, tu vois un petit bout blanc ?
66	Jésus	Non.
67	Prof	Il y a quoi qui s'est passé ? il fait une petite racine qui commence à sortir.
68	Jésus	Elle est sortie.
69	Prof	Elle est sortie, donc ça commence à germer, donc ça veut dire que tu l'as mis au-dessus du coton, tu l'as mis dans l'ombre ou dans la lumière ?
70	Jésus	Dans l'ombre.
71	Prof	Dans l'ombre, donc vous voyez l'ombre c'est en premier, on a tous observé que vous avez mis au début dans la lumière et ensuite vous êtes tous partis sur l'ombre et là ça va germer. Anissa, ça a germé ou pas ?
72	Anissa	Non.
73	Prof	Omayma, ça a germé ou pas ?
74	Omayma	Non.
75	Prof	Wajih ?
76	Wajih	Non.
77	Prof	Maintenant les graines entre les cotons, Rabat ça a germé ?
78	Rabat	Oui, Inaya ?
79	Inaya	C'est en train de germer.
80	Prof	C'est en train de germer, donc là on est sûr donc on va mettre les deux, c'est pareil pour Jésus. C'est un début, Elyacine ?
81	Elyacine	Non.
82	Prof	Isatys ?
83	Isatys	Un peu.
84	Prof	Un peu, il y a le début.
85	Inaya	Maitresse elle commence à s'ouvrir, Maissa.
86	Maissa	Oui.
87	Prof	Safya ?
88	Safya	Oui.
89	Prof	Oui, Iliona.
90	Iliona	Je sais pas.
91	Prof	Tu sais pas du tout, point d'interrogation. Maryam A.

92	Maryam	Elles ont tous germé.
93	Prof	Oui Meriam ?
94	Meriam	Oui.
95	Prof	Mathys.
96	Mathys	Un peu.
97	Prof	Un peu, Tasnime ?
98	Tasnime	En train de
99	Prof	C'est en train oui ou non ?
100	Tasnime	Ben.
101	Prof	Tu rejoins Inaya et Isatys et Mathys c'est ça ?
102	Tasnime	Oui.
103	Prof	Mohamed ?
104	Mohamed	Non.
105	Prof	J'ai vous dit donc que lorsqu'il s'agit d'un début de germination c'est des petites racines blanches D'accord, si c'est ouvert c'est que ça commence si vos petites graines sont ouvertes légèrement c'est que ça commence à germer d'accord. Donc nous avons constaté qu'il fallait quoi ? L'ombre quoi d'autre ? Donc on a dit on a besoin d'ombre quoi d'autre ? Aya.
106	Aya	De place.
107	Prof	De place.
108	Inaya	Non pas toujours.
109	Prof	Il y en a qui germent, toutes les graines sont là et il y en qu'une seule graine ça pousse quand même bien. Maryam.
110	Maryam	Moi j'ai mis une graine en fait, les racines sont collées.
111	Prof	Les racines sont collées et ben les graines vont être ensemble, c'est pour ça qu'on dit que peut être elles ont besoin de l'espace parce que sinon les racines elles sont mélangées et donc tu vas devoir les planter ensemble, après ça va faire plein de fleurs ok il faut patienter. Donc quelles hypothèses que nous pouvons valider dans votre feuille ? lesquelles on valide ? est-ce que quelque chose qui évolue on valide ou pas ? est-ce que une graine c'est quelque chose qui évolue ? Tasnime.
112	Tasnime	Oui.
113	Prof	On valide.
114	Anissa	Maîtresse, on entoure ?
115	Prof	Vous pouvez entourer d'un nuage, trait, souligner. Vous ne soulignez que ce qu'on valide les autres on les valide pas. Ensuite Inaya nous a dit besoin d'ombre au début, entre parenthèses (germination) on valide ou pas ?
116	La classe	Oui.
117	Prof	On valide. Ensuite le suivant c'était besoin de calme, est-ce que vous pensez que la plante a besoin de calme ?
118	La classe	Oui, non.
119	Prof	Levez la main ce qui pensent que la plante ou la graine a besoin de calme. Ok, ce qui pensent que la graine n'a pas besoin calme levez la main d'accord. Ce qui pensent que la plante a besoin de calme vous pouvez l'entourer, ce qui pensent que la graine n'a pas besoin de calme vous n'êtes pas obligés de l'entourer.

120	Inaya	Maîtresse la bonne réponse ?
121	Prof	La bonne réponse une plante c'est vivant d'accord, une plante a besoin autant de calme et de sérénité possible pour bien pousser, ça était prouvé scientifiquement c'est pas moi qui le dit d'accord j'invente pas.
122	Inaya	Maîtresse si il y a pas de calme elle continue à pousser ?
123	Prof	Elle pousse par exemple quand nous on quitte la classe le soir et le samedi et le dimanche et le mercredi la classe est calme il y a personne.
124	Aya	Elle pousse encore plus.
125	Prof	Même la plante si elle est stressée elle pousse moins je dis pas qu'elle pousse pas je dis seulement qu'elle est moins épanouie d'accord. C'est comme vous en fait elle ressent les choses. Ça était prouvé vraiment il y a beaucoup de personnes qui parlent à leurs plantes pour qu'elles bien d'accord, il faut leur parler.
126	Inaya	Voilà on va leur dire bonjour chaque matin.
127	Prof	Ensuite on passe à besoin d'eau.
128	Safya	Besoin d'eau lumière et humidité.
129	Prof	Besoin d'eau lumière et humidité.
130	Inaya	Lumière c'est après la germination.
131	Prof	Après la germination, mais est ce qu'elle a besoin d'eau et d'humidité ?
132	La classe	Oui.
133	Prof	Donc on valide, hypothèse suivante Nolan.
134	Nolan	Température différente.
135	Prof	Température différente, donc dans le froid elle peut pousser ?
136	La classe	Non.
137	Soraya	Si parce que les sapins oui.
138	Oumayma	Ça dépend lesquelles.
139	Prof	Très bien, donc température différente on l'a vu en plus avec la vidéo précédente l'Anémone ne pouvait pas pousser en montagne ni dans le désert, il faisait soit trop chaud soit trop froid, du coup il faut une température différente en fonction de chaque plante.
140	Isatys	Du coup maîtresse on valide ou pas ?
141	Prof	Oui, hypothèse suivante ? Aya.
142	Aya	Certaines plantes donnent des fleurs et des fruits.
143	Prof	Certaines plantes donnent des fleurs et des fruits, oui mais c'était partie des conditions de germination qu'on voulait observer ?
144	La classe	Non.
145	Prof	Donc on est pas obligé de la valider celle-ci, elle correcte d'accord entièrement correcte mais là pour l'instant on a pas de fruits d'accord sur notre petite plante. On est tous d'accord que la graine donnent des fleurs puis elle peut donner des fruits d'accord donc cette hypothèse n'est pas fausse. Ensuite.
146	Tasnime	Besoin de vivre dans un endroit un pot un champ ou dans le
147	Prof	Est-ce qu'elle a besoin de vivre dans un pot un champ ou dans le ...?
148	La classe	Oui, non.
149	Inaya	C'est pas obligé, ça dépend.

150	Prof	Alors qu'est-ce que je vais après avec cette graine avec cette petite plante-là qui a poussé ? je fais quoi de celle-ci ? je vais quoi avec toutes celles qui vont sortir ? Iliona.
151	Iliona	Je la mets dans la terre.
152	Prof	Je le mets dans la terre d'accord, elle a besoin la plante de terre, elle a certainement besoin d'eau c'est sûr mais besoin de terre. Donc on valide, hypothèse suivante ? Soraya vas-y.
153	Soraya	Besoin de temps.
154	Prof	Le temps, pourquoi le temps ?
155	Soraya	Parce que elle a beaucoup de temps pour germer.
156	Prof	Elle a mis beaucoup de temps pour germer
157	Soraya	Oui moi la mienne elle est toujours fermée.
158	Prof	Elle est toujours fermée d'accord donc elle a besoin de temps pour germer, est-ce que vous validez tous ?
159	La classe	Oui.
160	Prof	Oui on est d'accord il faut être patient. On finit par certaines plantes ne meurent pas.
161	La classe	Faux.
162	Prof	On valide pas ?
163	La classe	Non.
164	Prof	On valide pas.
165	Inaya	Toutes les plantes maîtresse meurent un jour.
166	Prof	Oui la majorité des plantes meurent un jour. Donc cette fiche-là vous la mettez dans une pochette à la suite de la leçon. Alors vous prenez la fiche, relie chaque milieu ainsi qu'un végétal adapté (annexe 25). Nous avons milieu humide milieu aquatique et milieu aride cactus roseau algues et là vous avez différents milieux, il faut donc relier l'image au bon endroit au bon milieu, reliez la plante au bon milieu. Première question c'est quoi milieu humide ? Vas-y Omayma.
167	Omayma	Quand il y a un peu d'eau.
168	Prof	Quand il y a un peu d'eau milieu aquatique, milieu aride ?
169	Meriam	C'est un milieu où il y a pas d'eau.
170	Prof	Un milieu où il y a pas d'eau. La photo 1 ça va présenter un milieu très sec.
171	Inaya	Aride.
172	Prof	(Elle montre au TBI). Ici ça va présenter un endroit très sec, c'est un peu le désert d'accord. Donc cette image à quel milieu nous pouvons l'associer ? Nolan.
173	Nolan	On peut l'associer au milieu aride.
174	Prof	Oui milieu aride, je mets la correction après d'accord. Le milieu on a dit c'était un endroit très sec d'accord, qu'est-ce que peut pousser dans le milieu aride ? Soraya.
175	Soraya	Le cactus.
176	Prof	Le cactus pousse dans un milieu aride, il n'a pas besoin de beaucoup d'eau parce que ?
177	Jesus	Il a des réserves d'eau, on avait déjà dit la dernière fois. Ensuite cette image-là ? l'océan à quel milieu ça fait référence ? Maissa ?

178	Maissa	Milieu aquatique.
179	Prof	Milieu aquatique très bien, qu'est ce qu'est pousser dans les milieux aquatiques nous avons les roseaux et les ails. Donc nous avons relié cette image là au milieu aquatique, il nous reste et algues, Elyacine.
180	Elyacine	Milieu aquatique.
181	Prof	Ça représente le milieu aquatique et donc quelles plantes ?
182	Elyacine	Les ails le corail.
183	Prof	Très bien le corail par exemple, enfin cette image là qu'est ce qu'elle représente ? Wajih.
184	Wajih	C'est un milieu humide.
185	Prof	C'est un milieu humide très bien et ça représente quelle plante ?
186	Wajih	Le roseau.
187	Prof	Le roseau parce qu'il a besoin d'humidité constamment.
188	Wajih	Et d'eau et d'herbe.
189	Prof	Et d'eau et d'herbe très bien.
190	Inaya	Comme le nénuphar.
191	Prof	Je vous mets la correction. (Elle projette au TBI). Alors trace écrite complète le texte avec les mots suivants : <i>favorable – besoins vitaux – lumière – hostile – milieu – eau</i> Un milieu qui n'est pas adapté à un végétal est un milieu pour ce végétal. Un qui est adapté à un végétal est un milieu pour ce végétal. Toutes les plantes ont des mais en quantités différentes : terre+ chaleur + ... (annexe 25). Maryam T.
192	Inaya	Maîtresse c'est quoi hostile ?
193	Prof	Tu peux aller le chercher dans le dictionnaire.
194	Maryam	Un milieu qui n'est pas adapté à un végétal est un milieu favorable.
195	Prof	Un milieu qui n'est pas adapté à un végétal est un milieu qui n'est pas adapté, Maryam.
196	Maryam	Un milieu qui n'est pas adapté à un végétal est un milieu hostile pour ce végétale.
197	Prof	Oui est-ce que du coup on peut comprendre la définition de hostile, qui peut définir le mot hostile ?
198	Inaya	Maîtresse j'ai trouvé.
199	Prof	Alors on va d'abord lire la définition de la classe après tu ne donnes la définition du dictionnaire, Nolan.
200	Nolan	Un milieu hostile ça veut dire un endroit dangereux pour l'être vivant
201	Prof	D'accord hostile un endroit dangereux ou mauvais pour l'être vivant. La définition du dictionnaire nous dit quoi ?
202	Inaya	Hostile adjectif qui manifeste des intentions agressives, ayant entouré des voisins hostiles qui manifestent des oppositions défavorables.

203	Prof	Donc un milieu hostile ça veut dire un endroit dangereux et non adapté pour un végétal, dans notre leçon pour un végétal, donc ici c'est un milieu hostile merci Inaya très bien. Phrase suivante : Un qui est adapté à un végétal est un milieu pour ce végétal.
204	Oumayma	Un milieu qui est adapté.
205	Prof	Merci, un milieu qui est adapté à un végétal est un milieu pour ce végétal. Soraya.
206	Soraya	Favorable pour ce végétal très bien.
207	Prof	Phrase suivante : Toutes les plantes ont des mais en quantités différentes : terre + ... + chaleur + ... Nolan tu me donnes que le premier mot.
208	Nolan	Toutes les plantes ont des besoins vitaux.
209	Prof	Merci, Inaya.
210	Inaya	Mais en quantités différentes : terre +eau.
211	Prof	Merci chaleur + Rabat ?
212	Rabat	Lumière.
213	Prof	Lumière, très bien
214	Aya	Maîtresse j'ai inversé eau et lumière.

Séance 3

Date d'observation : 23/06/2022

1	Prof	Alors qui ont leurs plantes, vous allez juste me dire qu'il est arrivé à vos plantes.
2	Inaya	Chacun son tour.
3	Prof	Chacun son tour d'accord, alors on fait ce petit résumé, Mohamed.
4	Mohamed	Ben déjà la plante elle a poussé après au départ elle était noire.
5	Prof	Qu'est ce qui était noir ?
6	Mohamed	Ben la plante.
7	Prof	La plante ou la graine ?
8	Mohamed	La graine.
9	Prof	La graine était noire d'accord.
10	Mohamed	Et après il avait même pas dix jours elle avait la tige et après elle a commencé à pousser.
11	Prof	C'est pas la tige, au début qu'est ce qui sort ? Iliona.
12	Iliona	La racine.
13	Prof	La racine d'accord et donc qu'est-ce que tu as pu faire ? est-ce que t'as pu planter ta graine ?
14	Mohamed	Pas encore.
15	Prof	Pas encore elle est trop petite ok merci. A toi Safia, c'est ceux qui lèvent la main on va pas faire tout le monde on fait ce qui veulent participer et expliquer ce qui s'est passé pour leurs plantes d'accord.
16	Safya	Moi au début il y avait une petite graine après je l'ai arrosé et je l'ai mis dans l'ombre puis j'ai vu des racines qui poussent et je l'ai planté.

17	Prof	Ok donc tu as mis d'abord ta graine dans l'eau et dans l'ombre puis tu as vu des racines commençaient à pousser, et enfin tu as pu la planter parce que ta racine et ta tige commençaient à apparaitre c'est ça.
18	Safya	Oui et je l'ai mis au soleil.
19	Prof	Ok et elle a mis au soleil d'accord, et ensuite qu'est ce qui s'est passé quand tu as mis ta graine qui est devenue plante au soleil, qu'est ce qui s'est passé ?
20	Safya	Ben ça fait des fleurs.
21	Prof	Des feuilles d'abord et donc normalement ça devrait donner des fleurs donc des capucines très bien. Par contre tu m'as pas parlé de son entretie. Qui a fait comme Safya ?
22	Inaya	Ben maîtresse moi j'ai mis à la lumière puis j'ai mis à l'ombre.
23	Prof	Tu l'as mis d'abord à ?
24	Inaya	à la lumière.
25	Prof	Lumière pourquoi ?
26	Inaya	Un jour à la lumière puis à l'ombre.
27	Prof	Tu as mis directement à l'ombre tu as décidé de la mettre directement à l'ombre ta graine et c'est là que ça a commencé à pousser et t'as pu la planter ?
28	Inaya	Oui, et après ça a commencé à germer puis après j'ai pu la planter dans un pot.
29	Prof	Ok très bien, Maryam.
30	Maryam	Alors moi au début c'était des mini graines j'ai mis entre deux cotons et j'ai arrosé et après ça a commencé à germer ensuite il y a une mini tige qui a commencé à sortir après je l'ai encore arrosé, au tout début je l'ai mis dans l'ombre elle est encore dans l'ombre et après le lendemain je l'ai encore arrosé elle avait encore grandi un petit peu je l'ai remise dans l'ombre elle a encore grandi et après ben comme elle était assez grande et ben je l'ai planté et maintenant je l'ai mis dans un pot avec un peu la terre elle a une et il y a une feuilles qui ont commencé à devenir et je l'ai mis dans la lumière.
31	Prof	D'accord donc tu as fait comme Safia. Et donc qu'est-ce que vous avez dû faire ce qui ont planté leurs graines et donc leurs plantes dans le pot ? les feuilles elles sont apparues comme ça, vous n'avez rien fait ? vous avez juste mis votre pot à la lumière et c'est tout ? Maissa.
32	Maissa	Quand on les a plantés on les a arrosés.
33	Prof	Combien de fois ?
34	Maissa	Tous les jours.
35	Prof	Tous les jours un peu d'accord.
36	Maissa	Et après les feuilles sont sorti.
37	Prof	Très bien et donc la plante elle a besoin de ? Dites-moi ce dont la plante a besoin ?
38	Inaya	De terre.
39	Prof	De terre et de ?
40	Aya	D'eau.
41	Prof	D'eau.

42	Rabat	De chaleur.
43	Prof	Et de chaleur et donc de ?
44	La classe	Lumière.
45	Prof	Lumière ok, la plante c'est différent de la graine vous avez bien compris, la graine elle a besoin d'ombre mais la plante une fois sa racine apparait elle a besoin de lumière, on est bien d'accord.
46	Inaya	Maîtresse est-ce que la capucine donne des fruits ?
47	Prof	La capucine ne donne pas de fruits c'est une plante qui ne produit pas de fruits mais tu peux arroser tu peux planter d'autres graines et d'autres graines donnent des fruits mais après ça dépend du lieu d'habitation.

Annexe 25. Document distribué aux élèves (séquence 4).

Le développement des végétaux

Séance 3 : les conditions de développement

Objectif : connaître les conditions de développement des végétaux

Visionne la vidéo suivante :

<https://lesfondamentaux.reseau-canope.fr/discipline/sciences/sciences/les-vegetaux/le-developpement-des-vegetaux-les-conditions-de-developpement.html>

Réponds aux questions suivantes. Si besoin, regarde à nouveau la vidéo.

1/ Anémone ne peut pas vivre dans le désert car il y fait trop chaud. Pourquoi le cactus, lui, peut vivre dans le désert ?

Le cactus peut vivre dans le désert car il a des réserves d'eau.

2/ Explique pourquoi Anémone ne peut pas vivre à la montagne.

Anémone ne peut pas vivre à la montagne car il y fait trop froid. Le sapin, en revanche, est adapté pour résister au

froid, alors il peut vivre à la montagne.

3/ Cite les conditions qui ne sont pas favorables au développement d'Anémone dans le milieu de la jungle.

Le milieu de la jungle n'est pas adapté à Anémone car il y fait trop chaud, trop humide et qu'il n'y a pas assez de

lumière.

4/ Pour quelle raison le milieu aquatique ne convient-il pas à Anémone ?

Le milieu aquatique ne convient pas à Anémone car ses racines ne sont pas assez longues pour atteindre la terre.

5/ Relie chaque milieu à sa photo ainsi qu'à un végétal adapté.

			milieu humide				cactus
			milieu aquatique				roseau
			milieu aride				algues

Lexique :

aride (adjectif) : sec, desséché

6/ Complète le texte avec les mots suivants :

favorable – besoins vitaux – lumière – hostile – milieu – eau

Un milieu qui n'est pas adapté à un végétal est un milieu hostile pour ce végétal.

Un milieu qui est adapté à un végétal est un milieu favorable pour ce végétal.

Toutes les plantes ont des besoins vitaux mais en quantités différentes : terre + eau + chaleur + lumière.

Annexe 26. Transcription de l'entretien semi-directif (pré-séquence) mené avec l'enseignante D.

Jour d'entretien : 9/6/2022

Heure : de 12h45 à 13h15.

A.B : Aicha BARROUDI

Prof : Professeur

1	A. B	Je me présente, je suis Mme Barroudi je prépare une thèse sur les fonctions des expériences dans la construction des savoirs scientifiques à l'école élémentaire. Dans le cadre de cette recherche je pense que ce n'est pas toujours facile de recourir à des expérimentations, ce qui m'intéresse c'est de savoir comment les enseignants essayent de mobiliser des expériences, ce qui choisissent comme expérimentations, et comment ils font participer les élèves. Alors avant de commencer je vous demande quelques indications sur votre cursus vos formations initiales votre baccalauréat vos études après ?
2	Prof	Est-ce que je donne mon nom aussi mon prénom ?
3	A. B	Tout sera traité en anonyme, c'est comme vous voulez.
4	Prof	Ben moi c'est Oum-Kelthoum Abou Massini j'enseigne actuellement dans la classe de CM1 à l'école Turgot en tant que remplaçante de Mme Souanef. Je suis arrivée en Janvier j'étais à mener mes études l'année passée en Master et cette année je voulais faire du contractuel et non pas à repasser le concours parce que je ne l'ai pas obtenu, donc je repasse le concours l'année prochaine, pendant ce temps j'avais envie de faire une pause et être justement enseignante dans une classe voir cela se passer. Là pour cette période début de période 5 j'ai prévu de faire une séquence complète sur les végétaux donc qu'est ce qu'un végétal donc la séance que vous allez voir aujourd'hui sera la séance numéro 3 sur les conditions de développement d'un végétal et plus particulièrement d'une graine.
5	A. B	D'accord, depuis combien de temps enseignez-vous, vous avez dit que c'est votre première année.
6	Prof	Depuis janvier 2022 officiellement précédemment je faisais que des stages.
7	A. B	D'accord, donc vous avez enseigné cette année les CM1.
8	Prof	Oui CM1 cycle 3 c'est ça.
9	A. B	D'accord est-ce que vous avez suivi dans votre formation des formations en sciences ?
10	Prof	Oui effectivement et les formations en sciences de temps en temps nous avons des expériences à effectuer comme si nous étions professeurs pour les mettre en pratique donc on avait également l'observation de vidéo d'enseignants qui eux faisaient des expériences avec leurs élèves et on était nous les critique de ces vidéos là pour voir ce qui était à améliorer ce qu'il fallait faire etc.
11	A. B	D'accord, donc c'était quoi comme formation c'est par rapport à ?
12	Prof	C'était par rapport à mon Master MEEF donc métiers de l'éducation de l'enseignement et de la formation qui nous proposait ce type de cours c'était vraiment inclus dans mon Master.
13	A. B	C'était donc dans le cadre de votre formation ?
14	Prof	Oui, c'était dans le cadre de ma formation.

15	A. B	D'accord, par rapport à ce que vous allez présenter aujourd'hui, vous allez présenter une séquence sur les conditions de développement des végétaux. J'ai besoin des explications, selon vous quelles sont les conditions de développement des végétaux ? de quoi ont-ils besoin les végétaux pour se développer ?
16	Prof	Alors du coup c'est comprendre ma séance c'est ça. Alors la séquence a été créée avec mes collègues et ils ont orienté cette séquence-là c'est comprendre comment un végétal se développe dans différentes terres dans différents milieux, et donc voir justement si chaque graine chaque noyau réussit à se développer de la même façon dans différents milieux. Voilà parce que précédemment avec les élèves on a vu qu'une graine pouvait se développer comment elle se développait mais maintenant il faut savoir si elle réussit à se développer un peu partout donc voilà c'est principalement la question qui va être exposée aujourd'hui dans la séance numéro 3 et en fin de séance numéro 3 je reprends la séance numéro 1 avec l'expérience de faire aux élèves de recouvrir une graine et la faire se développer voilà comme ça pour qu'ils puissent voir l'enveloppe d'une graine son aiglement sa germe et sa plantule, voilà voir tous ces éléments-là donc j'espère que ça va fonctionner ça va marcher aujourd'hui tout de suite il faudra patienter il faut que les élèves patientent mais au moins ils verront si ou non les graines réussissent à se développer dans une classe dans un endroit sombre et si on respecte toutes les conditions qu'il faut voilà.
17	A. B	Quelles conditions ?
18	Prof	Les conditions alors les graines que j'ai pris de toute façon la majorité des graines c'est avoir de l'obscurité de l'eau il faut que la graine soit toujours humide et il faut également qu'il y est une température alors pas trop chaude et pas trop froide non plus il faut un peu retrouver les éléments que l'on retrouve dans la terre. Etant donné qu'une graine elle se développe sous la terre il faut qu'elle retrouve ces mêmes conditions là voilà.
19	A. B	D'accord donc là vous êtes sur la germination c'est des expériences sur la germination des graines, par sur les besoins des plantes pour pousser.
20	Prof	Tout à fait, on fera ça justement quand la plante sera épanouie.
21	A. B	Pourquoi vous avez choisi de travailler sur la nutrition des végétaux ?
22	Prof	Sur la nutrition des végétaux alors franchement tout simplement c'est parce que c'est dans les programmes, comme je suis contractuelle mes collègues m'ont dit que c'était un point essentiel à voir cette année étant donné que l'année prochaine les élèves ne le reverront pas donc il faut qu'ils soient capables de connaître ces éléments là puisque ensuite au collège on part plus loin que uniquement le développement des végétaux, donc il est essentiel pour eux qu'ils connaissent ça en CM1.
23	A. B	D'accord, donc comment vous allez introduire cette thématique ?
24	Prof	Ben déjà je vais leur demander ce que nous avons fait dans la séance précédente pour faire un petit rappel puis ensuite on va commencer par une vidéo et en fait à partir de la vidéo on a créé un questionnaire et donc il faut répondre au questionnaire à partir de la vidéo et en même temps on échange parce que certains élèves des fois ne comprennent pas forcément on apprend la même façon ce qui est dit dans la vidéo et les questions, donc déjà on va lire tous ensemble les questions on va regarder

		la vidéo d'entrée je pas l'arrêter puis ensuite je la remets mais quand je le remets je fais des pauses et quand je fais des pauses ensuite j'explique aussi quand même je développe chaque question et je vois si chaque élève a compris on échange un petit peu j'essaie de leur faire ressortir d'eux-mêmes aussi le vocabulaire, j'évite ce quand ça devient difficile pour eux de leur donner le vocabulaire, faire que ce soit eux qui me le donnent voilà.
25	A. B	D'accord, dans les nouveaux programmes on entend parler souvent de la démarche d'investigation, c'était ce type de démarche que vous avez voulu faire ici ? comment vous voyez vous une démarche scientifique ?
26	Prof	Je dirai la démarche démarre par les hypothèses que les élèves mettent par rapport à ma question, donc je les écris, c'est comme une carte mentale et ensuite donc justement à partir de ces hypothèses-là nos vidéos nos questionnaires vont nous mener à répondre justement à la question c'est ça, ce n'est pas ça, on valide l'hypothèse ou on la valide pas et aussi par rapport à l'expérience que l'on va voir justement.
27	A. B	C'est à la base de ces hypothèses que vous allez faire des expérimentations ?
28	Prof	Alors là on va pas faire des expérimentations aujourd'hui sur les conditions de développement parce que donc la germination elle sera en cours mais les conditions de développement on va faire les hypothèses et ensuite on va revenir plus tard sur ces hypothèses-là effectivement, donc oui là par exemple sur le tableau je vais leur demander est-ce que vous connaissez les conditions de développement d'un végétal et ensuite on fait encore la petite carte mentale ils vont me donner les hypothèses que eux ils pensent et puis ensuite on part sur le vidéo et les questions c'est vrai que j'ai oublié la première phase je l'ai pas cité il faudra faire attention. Et à chaque séance en début de séance on fait justement la question les hypothèses et ensuite on visionne.
29	A. B	Pour les conditions de développement des plantes, après vous allez faire des expériences c'est ça ?
30	Prof	Pour les conditions de développement ?
31	A. B	Oui.
32	Prof	Est-ce qu'on va faire des expériences pour l'instant j'en ai pas prévu pour l'instant je suis sur la germination j'attends que ça se développe et puis ensuite on verra justement je vais en mettre certaines plantes à la lumière certaines plantes dans le sombre certaines plantes alors les chauffages sont éteints donc je pourrai le faire mais au moins j'aurai deux conditions à la lumière dans le sombre et peut être je rajouterai pourquoi pas sans eau.
33	A. B	Avec ces expériences je pense vous pouvez travailler les deux en même temps non ?
34	Prof	Oui voilà.
35	A. B	Comment vous voyez l'implication de élèves ?
36	Prof	Alors la question elle est un peu compliqué, comment je les vois impliqués dans les expériences dans la séance ?
37	A. B	Oui dans la séance.

38	Prof	Ben par leur participation leur écoute j'attends à ce qu'ils soient capables aussi de répondre et de comprendre ce que je suis en train de leur transmettre.
39	A. B	Quelles difficultés risquent-ils d'avoir ?
40	Prof	Certains élèves vont je pense penser que la graine n'a pas besoin par exemple d'être dans un endroit sombre et ils vont penser qu'elle doit être exposée tout de suite à la lumière au lieu de lui laisser un temps pour se développer. Donc là là-dessus ils vont avoir un petit peu de mal sur la germination et pour eux ben tout pousse dans n'importe quel endroit ou bien ils vont se dire ben non telle plante dans telle endroit comment est-ce que je sais que cette plante pousse ici et ben dans l'autre milieu pourquoi elle pousse dans ce milieu-là et pas dans l'autre milieu donc ils vont être un peu peut être déstabilisés par le développement des végétaux dans chaque milieu.
41	A. B	D'accord, et là ces difficultés comment vous les prenez en compte ?
42	Prof	Ben j'essaye de leur montrer des exemples la vidéo je trouve que mes collègues ont choisie elle est très explicite après là maintenant on va les orienter les autres camarades aussi parce que du coup forcément des fois l'enseignant il explique et les élèves ne comprennent pas l'explication de l'enseignant c'est pas grave mais il y a aussi les élèves qui peuvent qui ont compris réexpliquer avec leurs mots pour que leurs camarades comprennent également donc c'est aussi une confrontation des idées entre chaque élève il faut aussi qu'ils puissent échanger et affronter leurs idées je pense que c'est aussi intéressant surtout en sciences.
43	A. B	Pour les documents ou les ressources vous vous appuyez sur quoi ?
44	Prof	C'est sur une vidéo alors c'est principalement vous savez sur le site Canopé qui est un site officiel donc qui est vraiment pas mal fait.
45	A. B	Pour la séquence en entier ?
46	Prof	La séquence en entier oui c'est ça c'est exactement ça ce sont toutes les vidéos dans le même site Canopé.
47	A. B	Donc les programmes les circulaires est ce qu'ils vous inspirent et vous aident ?
48	Prof	Le bulletin officiel et les programmes de l'école oui heureusement grâce aux objectifs qui nous imposent, il nous oriente par exemple l'objectif aujourd'hui c'est connaître les conditions de développement des végétaux et on doit justement dans les programmes il est indiqué qu'il faut connaître qu'il faut connaître son environnement la terre le ciel donc oui je pense que c'est intéressant et enrichissant.
49	A. B	Par rapport aux expériences, quelles expériences pensez-vous utiliser dans cette séance ?
50	Prof	L'expérience que je vais utiliser aujourd'hui.
51	A. B	Oui.
52	Prof	Alors toutes les graines qu'on va prendre ce seront les mêmes aujourd'hui et les expériences qu'on va faire c'est justement mettre donc chaque élève aura son petit pot à lui et ensuite je vais leur donner de l'eau ils peuvent la prendre ou pas je vais pas leur imposer on a vu ensemble ce dont la graine avait besoin et ce sont les élèves qui vont décider où ils mettront je leur donnerai la condition ils peuvent la mettre soit dans la lumière ils peuvent la mettre soit dans un endroit sombre vous pouvez ne pas lui

		mettre de l'eau si vous pensez qu'il n'en a pas besoin vous pouvez lui mettre de l'eau un peu ou beaucoup c'est vous qui voyez. Donc ça va être vraiment une première expérience on va dire à l'aveugle et puis ensuite ils reviendront sur leurs graines donc forcément tous les jours tous les deux jours je leur dirai ben allez vérifier votre graine comment elle se porte voilà et forcément peut être qu'ils vont devoir réajuster mais là je fais avec des graines de plantes j'espère que ça marchera si ça ne marche pas je leur apporterai des graines des graines de haricot généralement c'est le plus simple parce que ça pousse très vite, je voulais faire avec des fleurs parce que comme ça en même temps ça peut leur faire une petite décoration à la maison j'avais pensé à un projet d'art après en parallèle mais ça peut pas toujours marché donc les haricots sont la roue de secours au cas où. Donc je vais quand même aussi laisser les élèves chacun avec leur petits pots pour ne pas leur dire complètement c'est ça qu'il faut faire et pour qu'ils comprennent aussi leur échec et ce qui est à remédier voilà.
53	A. B	Alors d'où vient ce choix des expériences ?
54	Prof	Alors c'était un petit conseil dans la séance numéro 1 à partir de qu'est-ce qu'une graine qu'est ce qui est un végétal. Ça m'a bien tenté parce que les expériences captivent les élèves et ça les fait aussi réfléchir de façon différente je pense qu'en sciences c'est très important pour mieux comprendre voilà.
55	A. B	D'accord, y'a-t-il d'autres expériences que vous auriez souhaité utiliser ?
56	Prof	J'aurais bien aimé oui qu'on parte à l'extérieur de la classe et qu'on aille peut être dans un parc ou en forêt voir justement réellement ce que sont les végétaux qu'est-ce que c'est qu'un végétal c'est bien de la savoir après voir une vidéo mais je pense qu'il est aussi important que les élèves le voit de leurs propres yeux qu'ils le touchent qu'ils le sentent voilà je pense que pour moi c'est essentiel c'est plus vivant et les sciences c'est du vivant.
57	A. B	Alors comment vous avez fait pour avoir le matériel pour ces expériences ?
58	Prof	Pour le matériel, je l'ai acheté tout simplement j'ai acheté les graines j'ai acheté le coton l'eau ça va c'est l'eau du robinet et après j'ai des petites boîtes en plastique qui m'ont été données.
59	A. B	Est-ce que d'habitude vous avez des difficultés pour avoir le matériel expérimental pour faire d'autres expériences en général en sciences ?
60	Prof	Je dirais que oui il faut quand même avoir l'esprit inventif, de moi-même non je n'ai pas le matériel dans ma classe.
61	A. B	Par rapport au temps de la séance est-ce que vous pensez qu'il va être suffisant pour faire tout ce que vous avez prévu ?
62	Prof	Non, on a jamais le temps pas parce qu'on est trop long c'est parce que il y a aussi les élèves qui sont très optimistes qui sont emballés par la séance il y a des choses qui sont à expliquer à réexpliquer voilà donc des fois on a pas toujours non plus sur ce que les élèves vont comprendre ce qui ne vont pas comprendre des fois on se dit que ça ça être simple et finalement c'est là-dessus qui bloque des fois on se dit que c'est ça qui va être compliqué et là-dessus qui est réussie mieux donc oui.
63	A. B	Alors on distingue parfois entre expérience et manipulation, qu'en pensez-vous ?

64	Prof	Expérience et manipulation, alors expérience comme j'ai vous dit je pense que c'est aux élèves de rentrer et de mettre leurs objets alors que manipulation c'est moi plutôt qui leur dictera quoi faire et ils le font comme un automatisme quoi c'est comme ça que je vois la différence.
65	A. B	Donc pour vous l'expérience c'est lorsqu'on donne à l'élève la possibilité d'expliquer de faire lui-même des hypothèses et réfléchir.
66	Prof	Exactement tout à fait et de pouvoir se tromper parce que se tromper c'est aussi très bien de faire des erreurs pour revenir là-dessus, en plus c'est argumenter de pourquoi il a fait comme ça et pourquoi est-ce qu'il change maintenant.
67	A. B	Voilà, donc c'est ça la démarche dont on en parlé tout à l'heure, c'est les étapes que vous allez suivre ils vont faire les expériences et après avoir les résultats et revenir sur les hypothèses pour voir ce qu'ils valident ce qu'ils ne valident pas. Est-ce que ce que vous allez faire s'agit plutôt d'expérience ou de manipulation ?
68	Prof	Je pense qu'il y a un peu des deux la séance d'aujourd'hui ça va être plutôt basée que de l'expérience et puis après je pense que au travers de leurs expériences ils vont pouvoir mieux manipuler ce qu'ils ont fait c'est comme ça que je vois les choses.
69	A. B	Alors pouvez-vous donner des exemples d'expériences ou de manipulations que vous auriez mis en place dans les séances de sciences que vous avez faites ?
70	Prof	Ben comme je vous ai dit je pense qu'on serait parti à l'extérieur pour pouvoir voir un petit peu l'environnement qui nous entoure là-dessus je sais pas si je pourrais le faire parce que ça prend aussi du temps et puis il faut l'autorisation il faut aussi une préparation en amont. Et puis j'aurais fait aussi ramener moi des plantes vivantes et on les aurait exposées dans différents endroits dans la lumière pas de l'eau sans la lumière etc., mais les plantes seraient déjà vivantes sans que ce soit l'élève qui le fait.

Annexe 27. Transcription de l'entretien semi-directif (post-séquence) mené avec l'enseignante D.

Date d'entretien : 23/6/2022

Heure : de 12h00 à 12h35.

A.B : Aicha BARROUDI

Prof : Professeur

1	A. B	Après avoir présenté la séquence sur les conditions de développement des végétaux aux élèves, est-ce que le déroulement de votre séance était comme prévu ?
2	Prof	Globalement oui elle était comme prévu sauf le temps on a eu beaucoup moins de temps que prévu mais ça je pense que c'est aussi par la curiosité des élèves par les informations à apporter aux élèves et puis les échanges sur les hypothèses parce les élèves aiment discuter parler et développer leurs idées.
3	A. B	Où avez-vous vu que cela a marché ? sur quoi vous vous basez pour le dire ?
4	Prof	Dans l'ensemble de la séance je dirais que ça a été concluant lorsque j'ai observé après avoir donné chaque petit pot et chaque graine aux élèves et que les élèves ont compris qu'une graine pour qu'elle se développe a besoin d'ombre et d'eau et d'une température assez ambiante.
5	A. B	D'accord, quelles sont les difficultés dans la réalisation de la démarche scientifique que vous avez suivie ? quelles difficultés que vous avez rencontrées ?
6	Prof	Moi ou les élèves ?
7	A. B	Vous.
8	Prof	Moi, ben certains les élèves n'ont pas compris qu'une graine avait besoin de certaines conditions donc ombre lumière et qu'elle soit placée entre les cotons pour avoir de l'humidité pour qu'elle puisse se développer et être en étape de germination. Donc j'ai préféré laisser les élèves on va dire leurs erreurs pour qu'ensuite eux reviennent sur leurs observations et comprennent que les conditions de développement ont certains critères à respecter donc c'était l'obstacle je pourrai pas me dire que tous les élèves réussiraient d'un coup je me suis dit c'est pas grave au moins on pourra comparer et comprendrons sur la prochaine séance. Ce qui a été le cas alors on n'a même pas eu besoin d'attendre la prochaine séance certaines graines ont germé au bout de cinq six jours donc tous les élèves ont voulu copier l'élève qui avait réussi à faire germer sa graine ce qui veut dire que les conditions étaient ombre lumière chaleur eau voilà.
9	A. B	Finalement en quoi pouvez vous dire que ce thème est difficile ? et en quoi il est facile ?
10	Prof	Il est difficile sûrement dans le vocabulaire à utiliser pour les élèves certains mots ne sont pas compréhensibles pour eux, difficile aussi parce qu'ils ont besoin de patience et les élèves veulent que se soit que le résultat soit immédiat. Facile je dirai parce qu'ils connaissent ce qui est une plante donc dans sa globalité par contre ils connaissent pas comment elle devient plante donc ça c'est l'étape d'avant, ils savent qu'il y aura une fleur etc. que ça va apparaître mais l'étape d'avant ils le savent pas et aussi donc maintenant comment prendre soin de sa plante c'est aussi important.
11	A. B	Avez-vous pu atteindre l'objectif prévu pour cette séquence ?

12	Prof	Pour les conditions de développement on a pu répondre à toutes les hypothèses les valider ou ne pas les valider donc oui, après on n'est pas à l'objectif dans le sens on a terminé la trace écrite le jour même de la séance mais c'est pas grave on l'a repris la séance suivante et au moins j'ai pu voir si les élèves se souvenaient de ce qu'on a fait la séance précédente, donc c'était une bonne possibilité de partir sur un rappel et une remédiation, donc c'était bien.
13	A. B	Comment avez-vous trouvé l'implication de vos élèves ?
14	Prof	Pour ils me semblaient concentrés investis dans la séance donc je trouve qu'ils ont bien joué le jeu malgré qu'il y ait du bavardage qu'ils veulent échanger sans lever la main etc., au-delà de ça et justement c'est parce qu'ils sont trop curieux et qu'ils veulent échanger trop les uns entre les autres que ils oublient qu'on doit concentrer sur le cœur de la séance et les conditions de développement.
15	A. B	A quel moment vous trouvez qu'ils s'impliquent pas ?
16	Prof	Le moment où ils s'impliquent pas j'ai pas eu cette impression de ils ne sont pas impliqués ben lorsqu'on écrit ils ont pas envie d'écrire mais pour moi toute la séance quand je l'ai observé à l'étape des hypothèses ils étaient dedans à l'étape de la vidéo ils étaient dedans donc ils regardaient la vidéo on mettait de pause on discutait ce qu'on observait de ce qui était bien à faire de ce qui n'était pas bien à faire donc je dirai que non ça était à la fin de la séance après 40 minutes de séance les élèves commencent à être fatigués là-dessus ça peut être c'est là qu'on les sent moins investis mais moins investis par le temps et pas par le thème voilà.
17	A. B	A quoi avez-vous vu que les élèves se sont appropriés les savoirs de cette séance ?
18	Prof	Ben à la toute dernière partie de la séance lorsque j'ai donné à chaque élève leur petit pot leur coton leur graine leur eau et ensuite ils devaient mettre en pratique ce qu'on venu de voir juste sur la vidéo précédente ainsi que les hypothèses que nous avons validé ou non.
19	A. B	Maintenant par rapport aux expérimentations, avez-vous pu faire toutes les expériences que vous avez prévu ?
20	Prof	Oui heureusement et j'en suis contente.
21	A. B	Est-ce qu'il y avait des expériences que vous avez mis à côté des expériences que vous avez préparé ou vous avez voulu faire et après vous les avez mis à côté.
22	Prof	Pour la séance 3 on a fait une première expérience et puis l'autre expérience on l'a fait à la séance 4 et pas à la séance 3 donc on a eu pas suffisamment le temps de faire les deux expériences mais j'en ai fait une sur deux c'est pour ça que je suis contente.
25	A. B	Pensez-vous que le choix des expériences réalisées était pertinent pour ce sujet ?
26	Prof	Je pense que oui et après je sais que les expériences que j'ai proposé font plutôt référence à la séance numéro 1 mais au moins ça leur fait travailler le vocabulaire qu'on a vu depuis le début, ce qui c'est que la germination ce que c'est que le tégument ce que c'est qu'une graine aussi etc. et puis ensuite comme ça la séance 2 et 3 et 4 on peut partir un peu plus loin sur comment une plante se développe et puis on va pouvoir aborder comment une plante se reproduit voilà, au moins ils connaissent déjà la base pour comprendre comment elle se développe.

27	A. B	Y'a-t-il d'autres expériences que vous auriez souhaité utiliser pour identifier les conditions de développement.
28	Prof	Non j'en ai pas en tête je sais pas comment j'aurai pu faire autrement à part par l'observation de vidéo pour voir comment une graine elle se développe mais ça je l'ai déjà mis en lumière à mes élèves, je pense que c'est pour moi la façon la plus simple, il montre aux élèves en classe les conditions de développement.
29	A. B	On fait parfois la distinction entre la manipulation et l'expérience qu'en pensez-vous ? comment vous faite la distinction ? dans votre séance vous avez fait des expériences ou des manipulations ?
30	Prof	Je pense que là on est sur de l'expérience parce que on va observer quelque chose, y'a pas juste des étapes à suivre comme une recette de cuisine certainement il y a des étapes mais il y a une hypothèse y'a de je ne sais pas ce qui va se passer je vais observer je vais faire et puis je verrai j'ai un résultat. Donc il y a introduction sur dont je vais faire ça je mets mon coton je mets mon haricot je remets mon coton je mets encore de l'eau donc là j'ai suivi ma recette de cuisine et puis je vais supposer qu'il va se passer ça et puis ensuite je vais en conclure au bout de quelques jours voilà.
31	A. B	Et manipulation à votre avis c'est suivre une recette de cuisine c'est des étapes ?
32	Prof	Manipulation en fait manipuler c'est suivre ma première étape de recette de cuisine après moi je leur ai pas dit quoi faire aux élèves je leur avais donné tout le matériel et ils ont manipulé leur matériel comme les voulaient mais arrivés à la fin de leur manipulation ils rentrent dans une étape d'expérience parce qu'ils en train de se demander qu'est ce qui va se passer donc il y a une interrogation qui en ressort de leur manipulation je leur ai pas dit vous faites ça vous faites ça vous faites ça puis il y aura ça j'ai pas conclu c'est les élèves qui concluent eux-mêmes voilà.
33	A. B	Alors les conditions de la germination des graines ou les besoins de germination de graines et les conditions de développement des plantes ne sont pas les mêmes comment vous voyez ça ?
34	Prof	C'est pour moi l'étape la plus délicate parce que là mes graines certaines commencent à germer donc ça va je suis contente mais maintenant c'est comment je les entretenir ma graine qui a germé, donc là on va utiliser de la terre on va mettre les graines dans la terre qui ont germé et qui ont sorti une petite tige puis ensuite là maintenant il va falloir être délicat avec l'eau l'exposition à la lumière l'exposition à la température aussi chaleur ou lumière ça dépendra donc là oui c'est comment le gérer on appelle ça la main verte mais je pense qu'il y a aussi des étapes bien précises qu'il faudra qu'on observe avec les élèves.
35	A. B	D'accord quelles différences faites-vous entre les conditions de germination et les conditions de développement des plantes ? Lorsque vous avez la graine qui a germé, comment vous faites la différence entre les besoins de la graine pour se germer et la plante pour se développer ?
36	Prof	J'arrive pas à comprendre la question, parce que là j'ai une graine qui a bien germé sa tige est sortie il y a quelques feuilles qui sont sorties maintenant mon étape ça va être de la planter, une fois que je l'ai planté il y aura des éléments de la germination qu'il faut que je supprime donc des conditions par exemple je ne peux plus mettre ma plante dans l'ombre

		je ne peux plus trop arroser ma graine, ma plante si je l'arrose trop elle se noie ensuite il y a aussi la chaleur est-ce que je l'expose vraiment face à la chaleur ou est-ce que je l'expose à un peu de chaleur et peu de lumière. Mais normalement les conditions pour une plante pour qu'elle se développe bien c'est un petit peu d'eau de temps en temps de la lumière mais pas exposée directement au soleil et puis un petit peu de chaleur aussi la plante a besoin de chaleur, donc là après ça sera les étapes ça sera dans la suite je le ferai après l'évaluation mais les élèves vont devoir comprendre qu'une plante a différentes phases une graine a différentes phases on s'occupait de la graine on sait comment elle se développe on sait ce qu'il faut faire comment en prendre soin maintenant qu'elle devenue plante qu'est-ce que je fais et cette étape il y a une différence parce qu'il faudra de la lumière un peu d'eau de la chaleur voilà.
37	A. B	Pour la germination c'est les mêmes conditions ?
38	Prof	C'est pas les mêmes conditions, il y a deux conditions qui diffèrent.
39	A. B	Est-ce que vous avez été confronté à des difficultés de la mise en place des expériences ?
40	Prof	Non ça va parce que j'ai réussi à obtenir le matériel que je voulais mon entourage a pu m'apporter le matériel qui était nécessaire, globalement ça était j'avais préparé en amont le matériel pour chacun des élèves pour ne pas perdre de temps et puis ensuite je les appelle un par un ils récupèrent leurs pots et s'en occupent ils s'en sont vraiment responsables, le matin par exemple quand ils arrivent ils vont arroser leurs petits pots de graines et puis ensuite ils le rangent là où ils souhaitent c'est eux qui ont décidé du début à la fin ce qu'ils faisaient de leurs plantes, parfois ils me demandent des conseils et je les guide en fonction des hypothèses qu'on avait validé ou invalidé dans les séances voilà.
41	A. B	Est-ce que vous avez eu de difficultés pour obtenir le matériel ?
42	Prof	Ça va parce que mon entourage m'a apporté ce que je voulais je vais répondre ça va, globalement j'ai pas trop de difficultés.
43	A. B	Est-ce que en exécutant les expériences vous pensez que les élèves gardent toujours le problème de départ en tête ou pas forcément ?
44	Prof	Ça dépend quel type de problème c'était au départ mais là par exemple certains élèves pensaient vraiment que la graine devait être exposée obligatoirement à la lumière dès le début et puis ensuite on est attendu quelques jours ils ont vu qu'il se passait rien pourtant ils arrosaient leurs graines. Ils l'observaient tous les jours etc., et ils ont observé que ça finalement ça donné rien du tout alors que d'autres qui avaient mis leurs graines dans l'ombre avec de l'eau avec un peu de chaleur la graine commençait à germer et donc ils ont fini par conclure qu'il doit y avoir une étape qu'ils ont loupée, donc l'étape qu'ils ont loupée c'est que la graine ne doit pas être exposée à la lumière mais dans l'ombre et voilà parce que donc les seules choses à comparer par exemple deux élèves qui ont comparé leurs pots l'élève qui a mis tout dans de l'eau la graine dans l'ombre avec un peu de chaleur sa graine a germé alors que son copain à côté ils y avait exactement la même chose sauf il y avait de la lumière et l'autre côté il y avait de la lumière et c'est côté ombre qui a germé donc il s'est dit bon je pense que c'est mettre ma graine dans l'ombre et là c'est la majorité de tous élèves c'est ce qu'ils ont fait, ils reviennent toujours

		j'ai deux là bas qui ne sont pas revenu parce que ça commencé pour eux à germer mais ça a germé mais y'a pas de tige encore qui est bien monté et sorti donc pour eux ils ont décidé que même si ça a germé c'est bon je peux la sortir et que je peux enfin la planter j'ai rien dit donc je les laisse encore revoir leurs expérience et peut être qu'ils reviendront sur encore il lui fait encore de l'ombre finalement à la graine pour qu'elle sorte.
45	A. B	Alors le but de la séquence était d'identifier les conditions de développement de la plante quelles hypothèses ont proposé les élèves pour ça ?
46	Prof	Les hypothèses qu'ils ont proposées, alors je les ai faits alors je leur ai imprimé le document je l'ai pas sur moi. Alors les conditions de développement les hypothèses que les élèves m'ont noté, alors première chose quelque chose qui évolue deuxième hypothèse la graine a besoin d'ombre au début être parenthèses on a mis germination, besoin de calme, besoin d'eau de lumière et d'humidité, la température est différente pour certaines plantes, certaines plantes donnent des fleurs puis des fruits donc il des étapes, ensuite besoin de vivre dans un pot ou dans un champ ou dans l'eau, enfin il y a le temps donc elle besoin de temps plus ou moins et on finit par certaines ne meurent voilà ça ce sont toutes les hypothèses qui ont été soulevées à la troisième séance sur les conditions de développement. Les hypothèses que nous avons validées majoritairement on les presque toutes validées je dirai sauf certaines plantes ne meurent pas parce que pour les élèves toutes types de plantes peut mourir donc voilà on était resté là-dessus on a pas validé non plus certaines plantes donnent des fruits parce qu'on était sur l'étape on est resté concentré sur l'étape de germination voilà.
47	A. B	Pensez vous que les élèves ont bien fait le lien entre les expérimentations et le thème de la séquence ou ils se contentent juste de faire des manipulations ?
48	Prof	Alors je pense que certains ont compris et d'autres ont encore besoin d'associer les deux entre l'expérience qui est faite et les hypothèses qui sont soulevées, je dis ça parce que il y a tous les élèves ont remis sauf deux élèves n'ont pas mis leurs graines dans l'ombre mais tout le monde a mis leurs graines dans l'ombre mais certains l'ont fait c'était vraiment imiter les autres et pas réfléchir à pourquoi je le fais voilà.
49	A. B	Lorsque vous avez exploité les résultats des expériences est-ce que les élèves pensent aux conditions de la germination, est ce qu'ils se posent la question pourquoi ça germe ou pas ou ils se contentent à voir si ça germe seulement sans comprendre ?
50	Prof	Non il y a des élèves beaucoup d'élèves essayent de comprendre pourquoi ça germe et pourquoi ça germe pas, beaucoup ils comprennent pas alors qu'ils ont commencé parce que là dans toute sur mes vingtième élèves j'ai un seul pot qui a bien germé où la tige est bien sortie avec une fleur c'est pas beaucoup et donc les élèves essayent de comprendre ce qu'ils faut faire quelle étape ils ont raté, ce qu'il faut amélioré donc j'ai aussi le pourquoi maîtresse moi ça germe pas je comprends pas qu'est ce qu'il faut que je fasse qu'est ce qu'est faut que j'améliore qu'est ce qu'est faut que je change, donc non ils s'interrogent heureusement.
51	A. B	Donc dans l'ensemble à quoi les expériences ont-elles servi, quelle fonction attribuez-vous aux expériences dans cette séance ?

52	Prof	L'observation permet de comprendre ce qui les entoure sachant que les sciences est difficile de les enseigner je trouve en classe et c'est nécessaire pour qu'ils puissent comprendre ce qui les entoure autour d'eux surtout la végétation, qu'il faut la préserver qu'il faut en prendre soin etc. Donc je pense qu'il est aussi important qu'ils comprennent les processus pour mieux s'en attacher voilà mais beaucoup me disent est-ce que on peut lui donner un prénom par exemple donc voilà ça veut dire qu'ils prennent conscience que c'est quelque chose de vivant et donc qu'elle a besoin de certaines choses pour survivre. Je pense que l'expérience est nécessaire en sciences.
53	A. B	Donc quelles fonctions vous attribuez aux expériences que vous avez faites ?
54	Prof	Les fonctions ?
55	A. B	Elles ont contribué comment à la construction de leur savoir ?
56	Prof	Donc ça valide ou pas les hypothèses qu'on a, pour moi c'est vraiment ça valide ou pas les hypothèses les expériences, donc généralement il faut que l'expérience fonctionne là c'était positif parce que ça a bien fonctionné heureusement mais les expériences on peut pas passer à côté pour réussir une bonne séquence comme le développement des végétaux, les végétaux ça nous entoure tout le temps c'est vraiment une étape essentielle, regarder une vidéo c'est intéressant c'est ce que je fais mais c'est pas suffisant la pratique c'est important.
57	A. B	Il y a des thèmes que vous pouvez pas faire des expériences ?
58	Prof	Oui il y a thèmes que vous pouvez pas faire des expériences c'est vrai, la prochaine séquence que je vais faire je peux pas faire des expériences.
59	A. B	Vous pensez que ça marche mieux avec des expériences ?
60	Prof	Oui, je trouve que ça marche bien avec des expériences.
61	A. B	Qu'est-ce que vous apparait difficile à comprendre pour le développement des plantes, la germination les besoins de graines pour des élèves de CM1 à cet âge-là ? ce thème par rapport à leur âge ? qu'est ce qui est difficile à comprendre ?
62	Prof	C'est le passage d'un état à un autre parce que de base c'est toute petite graine voilà on la voit comme ça et on se dit que c'est quelque chose est vivant à l'intérieur. Ils voient ça peut être comme un objet uniquement et ils s'arrêtent là et pour eux la graine ne peut pas devenir plante ça peut être assez déstabilisant au début de voir que la graine passe à un état de plante. C'est le passage de la germination à la plante et même pour certains qu'une plante après devient un fruit là c'est encore l'autre question de se dire comment c'est possible parce que toutes les plantes sont des fruits.
63	A. B	Par rapport à la gestion du temps scolaire est-ce que vous avez eu le temps pour faire tout ? est-ce que vous avez fait tout ce que vous avez prévu ?
64	Prof	Pour l'instant oui sauf que aujourd'hui je devais terminer la séance mais je n'ai pas eu le temps donc je la reprendrai à la suite mais de toute façon je pense que pour tous les enseignants le temps on peut pas gérer, on essaye de synthétiser au mieux pour que aussi les élèves puissent quand même s'exprimer parce que c'est aussi important, en sciences il est important d'échanger et d'argumenter et donc c'est l'argumentation pour mes élèves c'est une étape qui leur demande aussi d'être assez loquant et certains ne le sont pas ils cherchent encore leurs mots ils réfléchissent

		donc voilà il faut aussi faire preuve de patience avec les élèves sur ces étapes là mais ils sont essentiels donc c'est pas grave c'est pas du tout du temps perdu parce que c'est ça apporte quelque chose ça veut dire qu'on est gagnant puisque si ils comprennent ce qu'ils expliquent aussi est-ce que les autres et que les autres écoutent on gagne du temps par la suite ben voilà.
65	A. B	Si c'était à refaire que modifieriez-vous, qu'est-ce que vous envisager changer par exemple l'année prochaine si vous faites la même séance ?
66	Prof	Alors les conditions de développement je ferai l'expérience dès la première séance je pense puisque du coup on a quand même vu la graine ses contenants etc., tout le vocabulaire donc ils auraient pu voir dès le début comment une graine se développait pour voir ensuite les conditions de développement de plantes pour répondre ensuite aux hypothèses pourquoi pas je suis en train d'essayer de voir étape par étape après je trouve l'expérience en séance 3 est aussi intéressante parce que ça conclue aussi nos hypothèses précédentes voilà ça reprend les deux.

Annexe 28. Transcription de la séquence 5 (séance 1 et 2) portant sur le problème du rôle des vers de terre dans le compostage des déchets.

Séance 1 :

Date d'observation : 1/2/2018

1	Prof	Non on va pas dessiner on va faire autre chose. Alors je vais vous montrer quelque chose. Alors rangez là correctement, nous allons la remplir la semaine prochaine. Alors regardez un petit peu, Théo tu fermes les lumières et vous allez me dire qu'est-ce que c'est ?
2	Romuald	Un compost.
3	Jessy	Ah je sais.
4	Prof	Alors on regarde en silence chut alors, Thomas c'est quoi ?
5	Thomas	Compost.
6	Prof	C'est un composteur d'accord à quoi ça sert ?
7	Jessy	A mettre les déchets si on gaspille donc on met ça dans ?
8	Prof	Alors je vais prendre les déchets pas tous les déchets, les déchets ?
9	La classe	Alimentaires.
10	Prof	Organiques, qu'est-ce que ça veut dire ce sont des déchets c'est uniquement des déchets mais des restes alimentaires par exemple des peaux de banane du café, vous savez le café qui a été utilisé, mais on ne met d'emballages on met pas des paquets de plastiques on met des... que des aliments des restes alimentaires et organiques, ça peut être par exemple des épluchures de fruits ou des épluchures de légumes, si j'épluche mes carottes à la maison si j'épluche mes pommes de terre si j'épluche une clémentine une banane si j'épluche des poireaux ben tous les restes de fruites de légumes le café je peux jeter je jette dans un bac à compost, tout ça accumule donc là au-dessus c'est ce que je viens de jeter là je jette au-dessus et puis en dessous je récupère en fait une espèce de terre qui est utile pour faire du jardinage. Je récupère de la terre en dessous que je peux utiliser quand je vais planter quand je vais faire des plantations. Pourquoi je récupère cette terre je ne prends pas dans la terre habituelle, en fait toute cette terre elle va très riche en sels minéraux.
11	La classe	Oui.
12	Prof	Les plantes elles ont besoin d'une terre riche en minéraux pour bien pousser les fleurs les fruits les légumes tout ça, donc cette terre en fait plus on jette des déchets organiques plus on récupère en dessous ça s'accumule ça fermente et ça devient une terre qui est bonne pour planter nos fruits et légumes, donc ça s'appelle un compost.
13	Matys	Madame comment on fait pour récupérer la terre ?
14	Prof	Alors ça s'appelle comment ?
15	Romuald	Un compost.
16	Prof	Composteur un composteur ça c'est un composteur d'accord.
17	Théo	Madame on avait un avant à l'école.
18	Prof	Oui.
19	Théo	Oui l'année dernière.

20	Prof	Chut et là regardez bien alors la dame elle est où ?
21	Maxime	Dans sa maison.
22	Prof	Chez elle levez la main. Maylis.
23	Maelys	Elle est dans sa cuisine.
24	Prof	La dame elle est dans sa cuisine oui elle est dans sa cuisine, et qu'est-ce qu'elle a mis dans sa cuisine ?
25	Jessy	Un composteur.
26	Hugo	Un minicomposteur.
27	Prof	C'est un minicomposteur, mais qu'est-ce qu'elle tient dans sa main ?
28	Océane	Des déchets.
29	Roxane	Des graines.
30	Thao	De la terre.
31	Prof	Alors en fait elle tient des vers, des petits vers de terre.
32	La classe	Oui.
33	Prof	D'accord parce que en fait dans les jardins on peut mettre un composteur dans les jardins c'est grand gros, et dans les maisons allez on écoute c'est une nouvelle manière de recycler ses déchets. Par exemple quand on habite dans un appartement tout ça c'est un petit peu à la mode c'est nouveau donc on recycle ces déchets avec des vers de terre.
34	Jérémy	On peut les trouver à le Roy Merlin ?
35	Prof	Qui a dit ça ? (Elle parle à une fille qui a dit un mot pas beau) alors déjà on dit pas ça parce que c'est pas beau surtout dans la bouche d'une petite fille on dit ça sent mauvais, mais par contre ça sent pas mauvais du tout sinon les gens ne le feraient pas chez eux sinon quel intérêt, donc non ça ne sent pas mauvais du tout d'accord. Un ver de terre c'est pas un cochon ça ne sent pas mauvais ça ne sent rien d'accord. Chut et je sais pas qu'est-ce qu'ils ont aujourd'hui vous voulez que j'arrête tout et tant pis pour vous, le prochain qui parle qui ouvre la bouche sans lever la main, si vous avez envie de rien apprendre j'arrête et puis en plus je vous dis des choses que vous n'avez jamais vus et que vous n'avez jamais senti donc apparemment pour dire que ça sent mauvais tu en as acheté et que tu as déjà senti. D'accord donc ça n'a rien à voir un composteur c'est à l'extérieur ce que ce composteur est avec xxx, donc si la dame la met dans son appartement ça veut dire que non ça ne sent pas mauvais d'accord, donc ça s'appelle ça s'appelle le lombricompostage d'accord le lombricompostage. Matys écoute arrête maintenant tu fermes la bouche tu me montre que tu es grand jusqu'à 14h30 c'est tout en plus tu dis des bêtises. Qu'est-ce que j'ai écrit lombri comme ça alors est-ce que tu crois que c'est de la même famille non du tout, donc tu dis des grandes bêtises ça n'a rien à voir pas parce t'entend long que c'est long d'accord, c'est pas du tout écrit pareil c'est pas de la même famille donc c'est le lombricompostage lombri pourquoi parce que les lombrics en fait c'est le nom scientifique des vers des vers de terre. Donc on composte des déchets en fait on les recycle grâce aux vers de terre, alors ça consiste à placer donc des vers de terre dans ces déchets pour créer du compost. A quoi ça sert le compost en fait

		c'est un terreau vous savez le terreau qu'on a en sachet pour faire les plantations ?
36	La classe	Oui.
37	Prof	Et ben on peut produire soit même d'accord, on met comme ça dans la maison un bac on jette donc les épluchures de pomme de terre tous les épluchures de légumes les épluchures de fruits on jette le marre de café quand on fait du café on jette le marre de café on jette tout ce qui est organique, ça m'a sert dans la terre les petits vers de terre viennent manger tout ça d'accord, puis voilà donc cette terre après elle est riche en minéraux et elle peut servir à faire du jardinage, elle aide très bien pour la croissance des plantes, c'est mieux que de l'engrais c'est beaucoup plus naturel. L'engrais c'est pas naturel on rajoute des produits chimiques pas bon pour la santé tandis que avec de la terre comme ça compostée, si se trouvait la dame derrière elle a un jardin puis elle jardine et elle utilise la terre qu'elle fabrique elle-même. Oui.
38	Maxime	A l'école avant on avait un jardin dans mon école et tous les mercredis on y aller et puis on fait du jardinage.
39	Prof	Voilà ben ça avant on avait avant puis on l'enlève et on met des beaux cailloux. Lola.
40	Lola	Moi chez moi j'ai un bâton et je plante des choses.
41	Prof	J'entends pas.
42	Lola	Chez moi j'ai un xxx je plante des choses, j'ai des tomates qui puissent...
43	Prof	Oui on peut faire pousser des choses même dans une petite jardinière. Juliana.
44	Juliana	Aussi la femme dans l'appartement elle a des vers sur le lombricompostage, et puis ben comment les vers font après ?
45	Prof	Comment les vers ? Ben c'est elle qui les mis, ça s'achète ou bien ça se trouve dans la terre, dehors tu vois dans la terre là pas loin devant l'école tu fouilles un peu tu trouves des vers de terre.
46	Hugo	Pour la pêche.
47	Prof	Ça s'achète pour la pêche. Alors pourquoi elle fait ça quel est l'intérêt en fait de faire du lombricompostage ? pourquoi elle l'en fait ? parce que bon mon chez moi j'ai pas par exemple parce que je pouvais en avoir j'ai un petit potager je fais planter de choses pour rigoler pas pour semer régulièrement c'est juste pour les enfants je mets du persil des choses qui m'aident pour faire la salade. Alors pourquoi elle fait ça ? Hugo.
48	Hugo	Non mais en fait xxx par exemple xxx épluchures de banane transforme en terre.
49	Prof	Non en fait il y a déjà de la terre, mais l'épluchure de banane elle vient enrichir la terre on met déjà au font un peu de terre en fait l'épluchure de banane elle vient enrichir la terre, ça veut dire qu'elle vient donner des vitamines si tu préfères alors ça c'est bien c'est pour gérer les déchets déjà on met moins de déchets dans la poubelle ça veut dire qu'on pollue moins, on utilise ces déchets pour ben fabriquer de la bonne terre et puis pour faire planter pousser d'autres choses, c'est un geste écologique.

Séance 2

Date d'observation : 08/02/2018

1	Prof	Tu étais peut-être absent t'as pas été absent jeudi ou vendredi dernier ?
2	Roxane	Oui.
3	Prof	Oui donc ben c'est que tu as raté une leçon tu la rattraperas. Allez j'attends qu'il y'est plus de bruit quand vous allez tout ranger. Mais c'est bon Théo vous l'a rattrapé ce qui n'étaient pas là vous demandez la feuille à quelqu'un. Bien alors la fois dernière je vous avais montré très brièvement un composteur de jardin, on avait dit que vous pouvez jeter des déchets mais uniquement organiques des déchets organiques, qu'est ce qui c'est ce sont des déchets ? c'est de la nourriture qui se désagrègent, la nourriture qui pourrait disparaître, mais qu'est-ce qu'il y a ? qu'est-ce qu'il y a ? mais ça va pas de parler en même temps que moi, tu te crois où là Jérémy je veux plus d'entendre. Je suis en train de parler ça dérange pas de parler en même temps, tu regardes au tableau maintenant tu arrêtes de justifier dans tous les sens. Donc on avait dit que ça c'est un composteur de jardin.
4	Théo	On peut mettre des papiers dedans ?
5	Prof	Non je viens de dire ce sont des déchets organiques de toute façon on en avait déjà parlé, là c'est un rappel j'avais dit on jette pas de papier on jette pas d'emballages on ne jette que des aliments, des déchets organiques qui se décomposent on jette pas de déchets, oui je l'ai dit on jette pas des... Je vais être patiente parce que j'ai très mal à la tête je vais pas supporter d'accord. Voilà donc des fruits des restes de légumes des restes d'alimentation, et puis on avait montré que on avait montré que les gens pouvaient maintenant en avoir même si ils n'avaient pas de jardin et que ça s'appelait un lombric un lombricomposteur, lombric parce que ça vient de lombric et un lombric en fait c'est un ver de terre, le nom scientifique du ver de terre, donc on peut avoir un lombricomposteur à sa maison en fait c'est simple c'est pareil il y a de la terre des aliments mais dedans des vers de terre d'accord, alors.
6	Hugo	Il y a des mouches ?
7	Prof	Pourquoi mettons des vers de terre ? c'est ce qu'on va faire aujourd'hui, à quoi ça sert d'avoir de lombric dans la terre, quel est l'intérêt de composter ces aliments ? il y a une raison on fait pas ça pour rien quelle est la raison pourquoi faire ça ?
8	Lola	Pour avoir une bonne terre.
9	Prof	Il faut que tu parles fort sinon je vais pas pouvoir te dire oui.
10	Lola	En fait c'est pour la terre qu'elle va mieux, ça donne des aliments bio.
11	Prof	Alors non ça donne pas des aliments bio, mais on peut récupérer la terre. Ça permet d'avoir une terre bien fertile qu'on peut réutiliser pour faire des plantations dans son jardin, c'est la première cause oui c'est bien on récupère la terre et allez encore plus enrichie en

		nutriments ça fait une bonne terre pour faire pousser les plantes. Ensuite.
12	Thao	Les vers on les met dans un lombricomposteur avec des choses qu'il en a dedans.
13	Prof	C'est pas ça ma question. Ma question est pourquoi on fait ça ? Quel est l'intérêt ? Si j'en achète un chez moi pourquoi pour faire bien, être à la mode ?
14	La classe	Non.
15	Prof	Parce que je peux récupérer la bonne terre pour faire des plantations dans mon jardin, après il y a d'autres manières réfléchissez d'autres raisons.
16	Jessy	C'est pour pas par exemple mettre les déchets trop.
17	Prof	Oui c'est bien, continue ce que tu dis c'est bien.
18	Jessy	On les jette dans la nature.
19	Prof	Voilà ça évite surtout d'avoir trop de déchets parce qu'on les consomme on jette beaucoup des choses quand même, donc pour économiser les poubelles les sacs poubelles etc. c'est bien aussi de jeter ces aliments chez soi parce que il y en a qui se décomposent puis en plus de ça non seulement. Tu touches encore à un truc je te mets chez Madame Romly parce que je vais pas supporter pose. Ça fait en effet récupérer la terre pour son jardin et en plus de ça on peut récupérer jeter moins de déchets d'accord, alors justement que font les vers ? que font les vers de terre ? à quoi ça sert ? pourquoi on met des vers dans le lombricomposteur ? on peut ne pas en mettre dans le jardin parce que on a plus de place, mais si c'est en appartement pour que les déchets se décomposent plus vite on va mettre des vers de terre. Alors je vous explique on va pas faire une expérience par contre, je vous la montre en photos voilà. Première, ferme cette lumière s'il te plait les lumières même toutes merci. Première photo alors qu'est-ce qu'on a dit ben vous pouvez regarder, qu'est-ce que vous voyez ? pourquoi je peux pas faire l'expérience, ben c'est simple il faut attendre deux ou trois mois avant que ça se décompose on sait même pas si ça va marcher, il fallait le faire en début de l'année par contre l'expérience a été réalisée et il y a des résultats.
20	Juliana	On voit des vers de terre avec ...
21	Prof	Non c'est pas pareil il y a pas de vers de terre dans le ...
22	Juliana	Dans le 2.
23	Maxime	Non dans le 3 aussi.
24	Prof	T'as raison il y a des vers mais pas partout, qu'est-ce qu'on veut expérimenter là à ton avis ?
25	Elif	Ah ben.
26	Prof	1 on a mis une bouteille qu'on a découpé, et qu'est-ce qu'on a mis dans la première bouteille ?
27	Elif	La terre et des feuilles.
28	Prof	Des feuilles de la terre et un peu de sable pour filtrer au fond de la bouteille, bon est ce qu'il y a des vers là-dedans ?
29	La classe	Non.

30	Prof	Là on n'a pas mis de vers de terre, donc ça c'est un composteur type jardin quand pourrait trouver dans un jardin, ça peut se décomposer mais c'est beaucoup plus long. Vous verrez ici on a mis quoi on a mis de la terre du sable au fond on le voit pas, un ver de terre d'accord. Puis pareil pour ici on a fait deux fois la même expérience feuille terre sable et vers, feuille terre sable et vers donc d'accord, Alors. Ah oui tu vas ranger tes pieds mon coucou parce que xxx canapé. Alors voilà là c'est vu c'est bien cette face et pas du dessus, donc toujours feuille terre sable à gauche, feuille terre sable au milieu avec des vers et feuille terre sable au milieu avec des vers. Ensuite voilà ce qu'on a fait, on a fait comme si on ferme, vous avez vu le lombricomposteur de la dame une fois qu'elle ferme elle couvert à l'intérieur c'est tout noir. Donc là on a reproduit le lombricomposteur on a recouvert les bouteilles d'un papier opaque bien noir pour ne pas que la lumière puisse passer à travers, c'est un sac poubelle ben les vers de la terre ça vit dans la terre et pas besoin de respirer.
31	Matys	Les mêmes bouteilles ?
32	Prof	Non, alors qu'est ce qui change entre les bouteilles ? il y a des bouteilles où il y a des vers de terre et il y a des bouteilles où il y en a pas, alors pourquoi les bouteilles ont été placées dans l'obscurité ? ben il faut savoir que les vers de terre ils n'aiment pas la lumière ils sont où d'habitude.
33	La classe	Dans la nature.
34	Prof	Dans la nature ils sont dans la terre de toute façon, ils vivent dans le noir ils n'aiment pas la lumière c'est par nature, si on les mettra de lumière ça peut ne pas fonctionner. Alors pourquoi on fait cette expérience ? Jessy ah Jessy il fait encore la sieste. Allez à quoi ça sert ? oui ça sert à quoi ? pourquoi je fais une expérience ? pour faire beau non, par exemple on a planté des graines, c'était pour voir si ça poussait etc., alors Matisse pourquoi je fais ça ?
35	Matys	C'est pour voir si ça fonctionne, et pour voir l'évolution pour...
36	Prof	Alors si tu devais mettre un petit titre à mon expérience tu écrirais quoi ? quel est le titre ? Lola.
37	Lola	Expérience compost.
38	Prof	Non, je veux une question là je voudrais écrire à mon TBI question, voilà sur cette expérience qu'est-ce que je veux savoir ? à quoi sert mon expérience ? qu'est-ce que je veux savoir ?
39	Maeylis	Si elle marche.
40	Prof	Et ben je veux savoir si les vers de terre ça aiment la salade ? (Les élèves rient) Qu'est-ce que je veux savoir ? je rappelle il y a un truc sans vers de terre et il y en a deux avec des vers de terre. Qu'est-ce que je veux savoir ? c'est ça ma question.
41	Océane	Je sais.
42	Prof	Océane.
43	Océane	Si ça marche.

44	Prof	Je veux une question avec un point d'interrogation, donc une phrase interrogative. A quoi sert mon expérience ? qu'est-ce que je veux savoir ?
45	Matys	Je sais.
46	Prof	Matys.
47	Matys	Est-ce que les vers de terre mangent ?
48	Prof	Je t'écoute.
49	Matys	Est-ce que les vers de terre mangent les feuilles d'arbre ?
50	Prof	Oui alors on va peut-être généraliser un peu, on va pas parler que de la feuille d'arbre. Lola.
51	Lola	Est-ce que les vers de terre peuvent dissoudre ou non les aliments ?
52	Prof	Peuvent dissoudre ah oui bon c'est pas vraiment le bon mot dissoudre mais j'ai bien compris ce que tu voulais dire.
53	Juliana	Est-ce que les vers de terre font le compostage ?
54	Prof	Oui qu'est-ce que je veux savoir ? oui.
55	Hugo	Que font les vers de terre dans la terre ?
56	Prof	Alors un petit peu général comme même, par exemple c'est qu'on veut savoir ?
57	Théo	A quoi sert les vers de terre ?
58	Prof	Ben voilà à quoi sert les vers de terre dans le compostage ? à quoi sert les vers de terre dans un dans un processus de compostage ? quel est le rôle des vers de terre ? xxx les feuilles d'arbre c'est pas ce qu'on veut savoir.
59	Jessy	Oui est ce qu'ils mangent les feuilles ?
60	Prof	Est-ce que les vers de terre mangent les déchets ? est ce qu'ils accélèrent la disparition la transformation des déchets la décomposition des déchets ? alors voulez voir les résultats.
61	La classe	Oui.
62	Prof	Voilà alors c'est deux mois plus tard donc deux mois plus tard, voilà ce qui se passe deux mois plus tard, alors je vous rappelle que ici qu'est ce qui avait ?
63	Romuald	Une feuille verte.
64	Jérémy	Les feuilles.
65	Prof	Oui alors là on avait mis plusieurs vers de terre, ici il y avait qu'un.
66	Louaka	Des petits vers de terre.
67	Prof	Donc qu'est-ce que s'est passé de ce qu'on avait mis ?
68	Louaka	Les vers mangent les feuilles.
69	Prof	Alors Elif que se passe-il ?
70	Elif	On voit que il y a les vers de terre ben en fait ça ...
71	Prof	Voilà là où il y avait les vers de terre, c'est pas bon ce que tu as dit c'est le contraire alors Elif c'est quoi ? C'est rien reprends toi refais une phrase correcte alors dans le pot numéro et il y a des numéros servez-vous en...
72	Elif	Dans le pot numéro 1 et ben il xxx des vers de terre ça a marché.
73	Jessy	Non.
74	Prof	Ça a marché ?
75	La classe	Non.
76	Prof	La feuille a disparu.
77	Théo	Oui mais il y a un truc qui est arraché.

78	Prof	La feuille a disparu là.
79	Théo	Oui mais il y a un truc.
80	Prof	Alors pourquoi tu dis ça a marché ? moi je vois qui y'ait plus de feuilles.
81	Thomas	Mais c'est parce que oui je sais.
82	Prof	Oui c'est ça moi mon intérêt c'est xxx plus de feuilles du tout.
83	Thomas	Ben il faut attendre...
84	Prof	Alors imagines tu mets une peau de banane à la place de la feuille d'accord, moi ça m'intéresse pas d'avoir des peaux de bananes jetées disparaissent dans ma terre même les feuilles de salade, voilà c'est ce que j'ai, ce que je n'ai pas mangé je le jette d'accord. Est-ce que les vers de terre peuvent m'aider à faire disparaître les déchets plus rapidement ?
85	La classe	Oui ben oui.
86	Prof	Donc là on avait déjà la feuille, on s'est aperçu qu'elle avait disparu, là on a mis un seul ver de terre, et là regardez il y en a plusieurs vers de terre. Donc ici elle n'a pas bougé cette feuille car il n'y avait pas de vers de terre.
87	Roxane	Le meilleur c'est le trois.
88	Prof	Oui.
89	Roxane	Au premier ça n'a pas marché comme il n'y avait pas de vers de terre.
90	Prof	Oui.
91	Roxane	Le deuxième comme il n'y avait qu'un on voit encore qu'il reste.
92	Prof	Mais ça a fonctionné mais ça prend plus de temps, et là ?
93	Roxane	Il a tout mangé.
94	Prof	Là la feuille d'arbre elle a disparu, en effet le vers a fait son travail. Donc ici ça n'a pas bien fonctionné ici ça a fonctionné mieux il faudrait plus de vers, et ici en effet le ver de terre a bien joué son rôle ok. Alors on va faire une petite phrase de conclusion sur une feuille. On va prendre une nouvelle feuille allez, alors regardez là je vous ai distribué du coup une nouvelle, mais c'est rien rangez là dans votre classeur et j'aurais mis la suite de la leçon de la dernière S5 l'origine de la matière organique des êtres vivants, donc à la ligne de quoi ont besoin les plantes vertes pour se développer, cherche S5 de quoi en besoin les plantes vertes pour se développer je te dis ça en chinois ou quoi, et ensuite vous prenez la feuille s'il vous plaît et quand vous avez pris la feuille on va ajouter un nouveau titre alors vous écrivez au rouge.
95	Hugo	On écrit derrière ou à la suite ?
96	Prof	A la suite en rouge je viens de le dire à la suite, alors le titre c'est pourquoi mettre des vers (Elle écrit au tableau) dans nos déchets ? pourquoi mettre des vers dans nos déchets ? pourquoi mettre des vers dans nos déchets ? et vous soulignez. Pourquoi mettre des vers dans nos déchets ? pourquoi mettre des vers dans nos déchets ? alors justement pourquoi on met pourquoi mettre des vers de terre dans nos déchets ? qu'est-ce qu'on vient de voir finalement ?
97	Louaka	Ils mangent les feuilles.
98	Jessy	Les vers mangent les feuilles.

99	Prof	Alors qu'est-ce qu'on peut dire ? Les vers sont capables de quoi ?
100	Océane	De manger les feuilles.
101	Prof	Manger les feuilles, Aline a dit un beau mot que je voudrais qu'on réécrive.
102	Theo	Décomposent.
103	Prof	Bien les vers sont capables de décomposer c'est bien Théo c'est toi qui a entendu Aline, les vers sont capables de décomposer des feuilles d'arbres. Donc les vers sont capables de décomposer des feuilles d'arbres.
104	Thomas	Il y a que ça madame ?
105	Prof	Alors on va continuer d'accord on continue, alors là on a une nouvelle expérience qui ressemble à la première mais elle est différente encore voilà ce qu'on a mis, ben écoute tu vois quoi là ?
106	Romuald	Du sable de la terre des feuilles.
107	Prof	C'est écrit en dessous, il suffit de lire il y a comme d'habitude du sable et du terreau dans chaque pot et en plus du sable et du terreau, qu'est-ce qu'on a mis ? Océane.
108	Océane	Des morceaux de plastiques des sacs plastiques des feuilles d'arbre et des papiers.
109	Prof	Des morceaux de sacs plastiques et c'est en haut en deuxième position, on met des feuilles d'arbre et en troisième position des feuilles des papiers.
110	La classe	Journal.
111	Prof	Qu'est-ce qu'on va vouloir là dans cette expérience ?
112	Théo	On va mettre un ver de terre dedans et on va voir ce qui se mange le plus vite.
113	Prof	Oui alors Théo dit, on va faire la même chose on va mettre un ver de terre et voir ce qui se mange le plus vite, oui alors à votre avis qu'est ce qui va se passer ?
114	Théo	Les feuilles d'arbre.
115	Prof	Réfléchissez, Océane il va se passer quoi là ? Donc les vers qu'est-ce qu'ils vont faire ? Ils vont manger quoi ? parce qu'il y a du plastique il y a du journal il y a des feuilles d'arbre ?
116	Océane	Les feuilles d'arbre.
117	Prof	Ah ils vont manger les feuilles d'arbre et quoi d'autre ?
118	Maxime	Les feuilles d'arbres.
119	Prof	Oui, le papier journal, ça se mange parce qu'il est un peu fait comme une matière végétale. Il est fait à partir du cellulose et c'est une matière végétale. Est-ce que les vers de terre mangent le plastique ?
120	La classe	Non.
121	Prof	Pourquoi ?
122	Matys	Parce que ça se mange pas.
123	Jérémy	On essaye...
124	Prof	C'est pas des déchets organiques.
125	Elif	Alimentaires.
126	Prof	Alors pareil on va couvrir et deux mois après voilà, qu'est-ce qu'ils ont mangé ?
127	Juliana	Les feuilles d'arbre les feuilles d'arbre.

128	Lola	Et ça décompose plus vite.
129	Théo	Le journal.
130	Thomas	Le plastique.
131	Prof	Ben non le premier c'est les feuilles d'arbre.
132	Aline	C'est inversé.
133	Prof	Non c'est pour expliquer que les vers de terre sont capables de manger beaucoup de choses. Alors à droite là le comment le papier journal, en fait il est fabriqué xxx composé le végétal naturel qui est la cellulose morceaux de sacs plastiques, ben oui il a mangé feuilles d'arbres ils ont mangé et le papier journal ben.
134	Kevin	Il a mangé...
135	Jérémy	Non.
136	Prof	Ben oui il y a un problème là oui il y a un problème.
137	Elif	C'est pas la même couleur.
138	Prof	Oui regardez la xxx rouge on retrouve ici c'est bizarre. Alors les vers ne sont pas capables de décomposer tous les matériaux ils décomposent uniquement des matières naturelles (Elle lit) qu'on appelle des déchets biodégradables ok. Il y a eu un problème dans l'expérience c'est vraiment très bizarre parce que ils me disent les morceaux de plastiques n'ont pas été décomposés, donc en fait ils ont inversé les photos parce que les morceaux de plastiques c'est à droite et alors que à la base ils avaient mis ici, il doit être à l'envers donc les feuilles d'arbre et le papier journal ont été décomposés en fait, on vous dit que le papier journal il est fait à partir du cellulose donc c'est comme une matière végétale alors que le plastique ça pollue etc. Bon alors qu'est-ce qu'on peut mettre comme résultat de l'expérience ?
139	Maelys	Les vers de terre mangent xxx.
140	Prof	Alors on va mettre attention.
141	Théo	En rouge ?
142	Prof	Les vers ne sont pas capables de décomposer les vers ne sont pas capables de décomposer tous les matériaux les vers ne sont pas capables de décomposer tous les matériaux, ils décomposent uniquement les matières
143	Lola	Si il y aura plus de place on peut tourner ?
144	Prof	Oui ben oui. Ils décomposent uniquement les matières naturelles qu'on appellent les déchets biodégradables, donc en fait les vers dégradent les déchets provenant des êtres vivants comme par exemple les fruits et les légumes, ça vient d'êtres vivants ça vient soit d'un arbre du sol etc., le papier journal, il y a de la cellulose donc c'est une matière qui est naturelle et en réalité tout ça tout ce qui est qui provient de l'être vivant le vers peut le décomposer les vers dégradent les déchets provenant d'êtres vivants. Alors composter à quoi ça sert ? En fait composter sert à réduire ses déchets, à jeter moins dans la poubelle, composter sert à réduire ses déchets et à produire de l'engrais, donc composter sert à réduire ses déchets et à produire de l'engrais pour ses végétaux pour son

		propre jardin. Quand vous aurez fini je vous distribue un document que nous allons étudier, donc quand vous allez fini d'écrire votre leçon vous pourrez commencer à le lire. Si vous avez fini lisez votre document vous avez fini lisez votre document ne levez pas la main parce que je vais passer après vous corriger tous. Tu vas jamais faire d'effort au niveau de ton écriture tu arrives à te relire, composter sert à réduire ces déchets oui ou non ? faire ça c'est pas une réponse est-ce que tu arrives à te relire ?
145	Maxime	Non.
146	Prof	Non tu fais comment pour tes leçons alors ? T'as oublié décomposer tous les matériaux.
147	Jessy	Madame on doit faire ça ?
148	Prof	Ben tu peux essayer en crayon en bois. Toute à l'heure lorsque j'ai fait le tour tu étais dans la troisième ligne, t'as pas bougé d'un mot alors dépêches toi parce que je vais me fâcher, t'écris vite mais tu n'écris pas bien dépêches toi Maxime on t'attend.
149	Théo	Madame on peut la ranger dans notre classeur ?
150	Prof	Vous mettez vos leçons dans le classeur avant la leçon que vous avez fait avec la remplaçante avant. Alors on va lire le document ensemble, alors réduire nos déchets avec des vers est-ce que tout le monde a le document sous les yeux ? (annexe 10).
151	La classe	Oui.
152	Prof	C'est bon.
153	La classe	Oui.
154	Prof	Alors réduire nos déchets avec des vers, lis ce document pour découvrir le lombricompostage, donc ça on l'a déjà vu on va relire. Alors je voudrais que même monsieur Théo regarde son document comme tout le monde, alors à quoi sert le compostage ? donc là ici vous avez le même document que vous mais en couleur (Elle projette le document au TBI) alors à quoi sert le compostage ? parce que vous avez tous lu et normalement vous avez fini depuis longtemps, et vous vous oubliez de me le dire à quoi sert le compostage ? allez je ne dis rien c'est vous qui parliez maintenant à quoi sert le compostage ? Maylis.
155	Maeylis	Ça sert à de l'engrais pour le mettre dans la terre.
156	Prof	Oui on appelle du compost. Alors si vous avez un fléau il faudrait le prendre, à quoi sert le compostage ? composter les déchets organiques épluchures de fruits vous mettez le fléau prenez un rouge. Vous soulignez les mots importants chut alors c'est bon, oui alors petit 1 lis ce document pour découvrir le lombricompostage, à quoi sert le compostage ? c'est un fléau que tu dois avoir dans ta main. Voilà dans un composter les déchets organiques épluchures de fruits. Il y en a au moins cinq ou six qui ne savent pas où on est, vous pouvez mettre vos doigts là où je suis en train de lire, on va faire comme les bébés mets ton doigt pour voir si tu lis en même temps que moi ton doigt au début de la feuille, après Matisse tu prends un fléau après tu suis

		en même temps s'il te plaît. Alors un composteur les déchets organiques épluchures des fruits de légumes thé xxx de café dégradant se transformant en 100% naturel, vous pouvez mettre en fléau le mot compost le soulignez le mot compost au début du document à gauche, alors c'est cinq qu'est-ce que c'est la compost ? ben c'est simplement la terre où tous les déchets ont été mangés par les vers en fait, mettre en place un composteur permet donc à la fois de, alors là vous allez mettre le fléau réduire ses déchets, à quoi ça sert composter ? ça sert à réduire ces déchets. Demain je fais une évaluation, je vous demande à quoi ça sert de faire du compostage. Monsieur Maxime si tu mets du plus si tu mets de fléau ça va pas le faire, réduire ces déchets et au-dessous produire un engrais pour ses végétaux ça vous le mettez en fléau, à quoi sert le compostage à réduire ces déchets et à produire un engrais pour les végétaux, donc ça au début donc tous les épluchures de légumes et tout ça on peut le mettre là et ici on obtient quoi ? et ben de la terre un engrais un bon fertile pour les plantes alors avoir un composteur quand on n'a pas de jardin est-ce que c'est possible ?
157	La classe	Oui.
158	Maxime	Avec le lombric ?
159	Prof	Composteur oui lombricomposteur, le principe est le même que le classique et les acteurs de décomposition des déchets organiques sont des petits ?
160	La classe	Vers.
161	Prof	Vers, mettez-le en fléau des petits vers et vous allez également mettre en fléau le mot lombricomposteur vous cherchez le mot lombricomposteur, et en dessous vous cherchez le mot lombric qu'a avec les vers mettez en fléau, alors ça doit être des vers de surface c'est-à-dire des vers qu'on met des petits vers qu'on met uniquement à la surface de la terre et ils doivent avoir une xxx rapide et être voraces, c'est-à-dire avoir très faim. Le lombricompostage est sans odeur ça ne sent pas mauvais dans la cuisine ou dans la maison, donc lombricompostage ça ne sent pas mauvais pas comme une poubelle ça sent pas mauvais, c'est sans danger c'est-à-dire que les vers ne vont s'enfuient rassurez-vous puis, en plus un ver de terre ben ça fait pas mal et le trois le lombricompostage est plus rapide que le compostage traditionnel, c'est-à-dire que si on fait un compostage comme ça dans son jardin on dit que ça xxx six huit mois pour composter et si on fait un lombricompostage ben par contre ça va plus vite, les vers de terre forcément vont rendre le mécanisme plus vite. Alors la deuxième fiche le lombricompostage, ta deuxième de gauche droite, qu'est-ce que vous voyez dans mon composteur ? qu'est-ce que je peux mettre ? c'est écrit sur le panneau. Alors Jessy.
162	Jessy	Bio xxx papier et carton cacahuètes feuilles tiges xxx.
163	Prof	Voilà papier et carton, donc vous pouvez mettre tout le reste de nourriture alors pas de la viande que la nourriture on a dit végété ?
164	La classe	Végétaux.
165	Prof	Végétale végétaux, la viande c'est d'origine ani ?
166	La classe	Animal.

167	Prof	Animal, l'origine végétal c'est ce qui pousse dans la nature, on peut aussi mettre de du pain du riz, qu'est-ce qu'on peut pas mettre ? Jessy.
168	Jessy	Ailes, viande.
169	Prof	Voilà on peut pas mettre xxx pas d'orange pas de mandarine. Alors on finit par un vrai ou faux, donc vous prenez votre crayon vrai ou faux, est-ce que c'est bon ? alors mettre en place un compost permet de réduire les déchets organiques et de produire des engrais naturels vrai ou faux ?
170	Thao	Vrai.
171	La classe	Vrai.
172	Prof	C'est vrai vous pouvez cocher vrai là deuxième, alors Théo comme même qu'il a fait du super longtemps il y en a qui n'ont même pas commencé à le faire. Le lombricomposteur doit être installé à l'extérieur des habitations ?
173	La classe	Non faux.
174	Prof	Faux, on vient de voir qu'il avait maintenant un moyen de le mettre à l'intérieur, c'est faux. On peut mettre l'ensemble de nos déchets alimentaires dans le lombricomposteur ?
175	La classe	Vrai.
176	Prof	Ah bon donc si j'ai pas fini mon stick je peux le mettre.
177	La classe	Non.
178	Prof	Non que les déchets d'origine végétales on l'en a dit ok, donc si c'est de la viande c'est faux, donc là on peut mettre l'ensemble de nos déchets alimentaires c'est faux on peut pas mettre tout l'ensemble, mais c'est faux.
179	Matys	Ensuite.
180	Prof	Ah je suis pas encore là tu embrouilles tout le monde, il parle du suivant, on peut utiliser le compost comme engrais pour favoriser la poussée des plantes ?
181	La classe	Faux.
182	Prof	Donc le compost là que j'ai obtenu en faisant dégrader des toutes mes épluchures ça va pas me servir dans mon jardin pour avoir un engrais ?
183	La classe	Si.
184	Prof	Ben alors c'est vrai et enfin petit 5 les lombricomposteurs sentent mauvais et sont moins efficaces que les composteurs de jardin ?
185	La classe	Faux.
186	Prof	C'est faux ça n'a pas d'odeur et en plus ça va plus vite. Alors vous relisez vos leçons ce soir vous aurez une évaluation demain, Théo et Jérémy écrivez vos leçons et relisez le document.

Annexe 29. Fiche activité distribuée aux élèves (séquence 5)

[FICHE ACTIVITÉ 3]
Le lombricompostage

RÉDUIRE NOS DÉCHETS AVEC DES VERS !

❶ Lis ce document pour découvrir le lombricompostage.

À quoi sert le « compostage » ?

Dans un composteur, les déchets organiques (épluchures de fruits, de légumes, thé, marc de café...) se dégradent en se transformant en un engrais 100 % naturel et très riche, qu'on appelle « compost ». Mettre en place un composteur permet donc à la fois de :

- réduire ses déchets ;
- produire un engrais pour ses végétaux (plantes, légumes du potager...).



Déchets organiques dits aussi biodéchets.



Le compost obtenu est un bon fertilisant, il peut remplacer les engrais achetés dans le commerce.

Avoir un composteur quand on n'a pas de jardin, c'est possible ?

Oui, en mettant en place un lombricomposteur. Le principe est le même qu'un composteur classique, mais les acteurs de décomposition des déchets organiques sont uniquement des petits vers (lombrics). Tous les vers ne sont pas utilisés pour le lombricompostage : ils doivent s'enfouir peu profondément dans la terre (**vers de surface**), avoir une **reproduction rapide** et être **voraces**.

Le lombricompostage est sans odeur, sans danger (les vers sont bien entendu inoffensifs) et il est trois fois plus rapide que le compostage traditionnel (2 à 3 mois contre 6 à 8 mois).



Ph. © Philippe Maudet - Chauxville L'Écho (juin 2015)

Le « ver de fumier » est particulièrement recommandé pour le lombricompostage. Il dévore jusqu'à une fois son poids par jour.

[FICHE ACTIVITÉ 3 (suite)]
Le lombricompostage

Le lombricomposteur, un vrai geste écologique !

Dans un lombricomposteur, les vers « mangent » les déchets organiques (épluchures de fruits, de légumes, marc de café...) ; ils les digèrent et les transforment en engrais naturel (ce qui favorise la poussée des plantes). On dit alors que les vers sont des **décomposeurs**.

Les vers doivent être placés dans l'**obscurité** et à une température ambiante entre **15 et 25 °C**.

Que mettre dans son lombricomposteur ?

Dans mon composteur

je peux mettre :

- Restes
- Épluchures de fruits, légumes
- Fruits et légumes abîmés
- Pain, riz et pâtes
- Papiers et cartons
- Essuie-tout, coquilles d'œufs
- Cacahuètes, feuilles
- Tiges de plantes et fleurs
- Marc et filtres à café
- Sachets de thé, infusion.



je ne peux pas ou j'évite de mettre :

- Agrumes
- Ail
- Viande
- Excréments d'animaux



② Coche la bonne case en t'aidant des documents ci-dessus.

	VRAI	FAUX
1. Mettre en place un compost permet de réduire les déchets organiques et de produire des engrais naturels.		
2. Le lombricomposteur doit être installé à l'extérieur des habitations.		
3. On peut mettre l'ensemble de nos déchets alimentaires dans le lombricomposteur.		
4. On peut utiliser le compost comme engrais pour favoriser la poussée des plantes.		
5. Les lombricomposteurs sentent mauvais et sont moins efficaces que les composts du jardin.		

Annexe 30. Evaluation des acquis des élèves sur la nutrition des plantes et le rôle des vers de terre dans le compostage des déchets.

Evaluation de sciences cm2

- L'origine de la matière organique des êtres vivants
De quoi les plantes vertes ont-elles besoin pour se développer ?
Pourquoi mettre des vers dans nos déchets ?

1)D'après cette photo d'un champ de maïs, peux-tu expliquer ce qu'il s'est passé et pourquoi le champ est devenu dans cet état ?



Le champ de maïs est déserté pour qu'il soit en bonne santé il aura soif de qu'il y aura v de l'eau plus souvent.

2)Ci-dessous, explique en faisant un schéma comment nous avons fait en classe pour planter des graines, et ce qu'elles sont devenues.

Expérience :



Résultat :

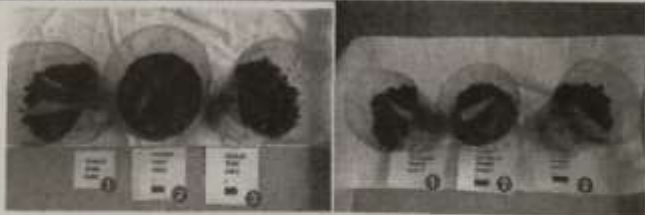


La plante (haricots) on pousser.
(2 semaine plus tard)

3)Finalement, de quoi ont besoin les plantes vertes pour pousser ?

du soleil, de l'eau, (du vent).

4)Explique cette expérience, et son résultat :



Le résultat de cette expérience le numéro 1 prend le plus de terre (6 à 8 mm), numéro 2 et 3 ne croissent pas mais il en reste, numéro 3 il n'y a pas rien.

5)Coche la bonne case :

	VRAI	FAUX
Mettre en place un compost permet de réduire les déchets organiques et de produire des engrais naturels	✓	
Le lombricomposteur doit être installé à l'extérieur des habitations		X
On peut mettre l'ensemble de nos déchets alimentaires dans le lombricomposteur		X
On peut utiliser le compost comme engrais pour favoriser la pousse des plantes	✓	
Les lombricomposteurs sentent mauvais et sont moins efficaces que les composts du jardin.		✓

Annexe 31. Transcription de la séquence 6 (séance 1 et 2) portant sur le problème de tri des déchets (recueil du 2017/2018).

Séance 1

Date d'observation : 17/11/2017

1	Prof	On commence une nouvelle leçon, posez les cahiers écoutez donc on va faire une leçon sur le tri des déchets. C'est quoi un déchet ? pour vous les déchets c'est quoi ? ça veut rien dire pour vous les déchets ?
2	Alexis	Le déchet, une bouteille d'eau.
3	Prof	Fort. Un déchet ça peut être une bouteille d'eau.
4	Mégane	Une bouteille de lait.
5	Insaf	Un déchet c'est ce qu'on jette à la poubelle.
6	Prof	Oui c'est ce qu'on peut jeter à la poubelle ?
7	Mégane	Un déchet c'est ce qui est recyclable.
8	Prof	Toi tu vas déjà plus loin, par contre si c'est recyclable on le jette pas à la poubelle, on va le déposer dans quelque chose qui pourra servir à être recyclé. C'est bien de faire la différence vous avez entendu. Mégane il y a des choses, il dit ça peut être recyclé alors qu'est ce qui va être un déchet qui va être recyclé ?
9	Lauriana	Bouteilles vides.
10	Prof	Bouteilles de quoi ?
11	Noa	Bouteilles d'eau.
12	Prof	Bouteilles d'eau de plastiques comme ce que vous m'avez ramené.
13	Alexiane	Oui.
14	Prof	D'accord, op le plastique il est comment ?
15	Julien	Transparent.
16	Prof	Transparent quoi d'autres ?
17	Riwana	Les cartons.
18	Prof	Les cartons le carton on peut le recycler, qu'est-ce qu'on peut recycler et qui ressemble à du carton.
19	Celia	Les feuilles.
20	Prof	Les feuilles donc on recycle quoi c'est ?
21	Kylian	Les journaux.
22	Prof	Les journaux donc ça s'appelle du ?
23	Kylian	Du papier.
24	Prof	Du papier carton d'accord, vous avez le plastique papier carton quoi d'autres ?
25	Lauriana	Du verre.
26	Prof	Le verre par exemple ?
27	Yacine	Des pots de confitures.
28	Prof	Des pots de confitures, de cornichons, quoi d'autres ?
29	Noa	Les pots de yaourt.
30	Prof	Certains pots de yaourt, il y en a plus beaucoup tu as raison, les bouteilles de jus de fruits il y en a qui sont en verre.
31	Clara	Les bouteilles de sirop.

32	Prof	Les bouteilles de sirop le verre le papier le carton les bouteilles plastiques, Yassine ?
33	Yacine	Le métal.
34	Prof	Qu'est-ce que tu appelles le métal ?
35	Yacine	Les canettes.
36	Prof	Les canettes en métal, ben se sont les petites portions de souda par exemple de Coca de Pepsi de boissons gazeuses c'est du métal.
37	Sarah	C'est recyclable.
38	Prof	Alors ça on peut le recycler. Est-ce que à la maison vous faites le tri ? vous faites le recyclage ?
39	La classe	Oui.
40	Prof	Levez la main ce qui le font (les élèves lèvent la main sauf Alexiane) Alexiane vous le faites pas ? tu habites à Arras ?
41	Alexiane	Oui.
42	Prof	Tu habites dans quelle rue ?
43	Alexiane	La rue racine.
44	Prof	La rue racine et dans la rue racine il n'y a pas de tri de déchets ?
45	Alexiane	Si.
46	Prof	Et vous ne le faites pas à la maison ? ou tu sais pas tu mets jamais rien à la poubelle ? quand tu mets quelque chose à la poubelle maman te dit pas là ou là ou là ?
47	Alexiane	Non on a une seule poubelle.
48	Prof	Tu as qu'une seule poubelle, c'est pas obligatoire le tri ?
49	Alexiane	Si.
50	Prof	C'est obligatoire le tri à Arras, il me semble que c'est pas obligatoire qu'on trie pas. On pourra avoir parfois des embêtements parce que dans les poubelles soit ils ramassent pas soit ils mettent en boîte aux lettres attention vous n'avez pas trié, un avertissement et après des amendes parce que ça pollue. Tu leur demanderas mais ça m'étonnera qu'elle ne trie pas peut être maman trie ensuite quand elle va dans le garage ou d'ailleurs. Quelles sont les choses qu'on ne peut pas recycler qu'on recycle pas ?
51	Alexis	Le verre.
52	Prof	Quel type de verre ?
53	Noa	Les verres des assiettes.
54	Prof	Alors toutes tous les verres qu'on a cassés par exemple, une ampoule un verre pour boire cassé tout ça n'est pas recyclé mais parce que c'est dangereux parce que les morceaux cassés peuvent nous blesser c'est pour ça. Qu'est-ce qu'on ne recycle pas ?
55	Clara	Les papiers sales.
56	Prof	Les papiers qui sont pas propres tu as raison.
57	Mégane	Ah de de la nourriture.
58	Prof	La nourriture, par exemple ?
59	Mégane	Le poulet.
60	Prof	Le poulet on mange donc les os de poulet d'accord.
61	Amed	Les bonbons.
62	Prof	On jette des bonbons à la poubelle pourquoi ? pourquoi tu jettes ?
63	Amed	Le sachet des bonbons.
64	Prof	Le sachet ou le papier d'accord.

65	Amed	Le bâton de bonbon.
66	Prof	Ça c'est pour une suscite.
67	Elif	La banane.
68	Prof	La peau de la banane on mange pas la peau de la banane on le jette à la poubelle, les épluchures des fruits et des légumes etc. Donc il y a des choses qu'on peut xxx, alors de faire le tri les épluchures les déchets alimentaires lorsqu'on a fini de manger l'assiette. Qu'est-ce qu'on pourra lui en faire au lieu de les jeter ?
69	Julien	Des composts.
70	Prof	Qu'est-ce qu'est-ce que le compost ? est-ce que attends qui sait qu'est ce qui c'est que le compost ? donc on va l'expliquer alors le compost vas-y rapidement.
71	Julien	C'est qu'on est xxx à la poubelle on peut xxx ça devient de..
72	Prof	Alors c'est pas à la poubelle, si je mets au compost c'est pas à la poubelle. Certaines choses alimentaires plus les mauvaises herbes et les choses sèches par exemple les branches si on les met dans un appareil spécial au bout de quelques temps ça devient comme de la bonne terre qui est riche et qui permet de bien pousser et on peut le remettre dans le jardin ou bien le remettre dans les pots de fleurs etc. Donc on peut toujours le faire, ou bien est-ce que peut faire que le compost avec les déchets alimentaires ?
73	Kylian	On peut aussi on peut les mettre aussi dans on peut mettre aussi à la poubelle des...
74	Prof	Je pense que t'avais levé la main, mais tu savais pas ce que tu voulais dire.
75	Kylian	Inaudible.
76	Prof	Tu es en train de chercher là à part les jeter à la poubelle, on peut les jeter à la poubelle c'est ce que tu es en train de dire.
77	Kylian	Non.
78	Prof	Ah si c'est ce que tu viens me dire.
79	Kylian	Les déchets qu'on peut jeter à la poubelle on peut...
80	Prof	Bon là on parle des déchets alimentaires à part les jeter à la poubelle qu'est-ce qu'on peut en faire ?
81	Kylian	Ben on fait...
82	Prof	Tu ne sais pas ?
83	Alexiane	On peut les mettre dans la nature.
84	Prof	A la nature ? ça doit être propre de chez toi. (Les élèves rient) C'est pas ça, à la compagne on a plus l'habitude, à l'école on a un exemple oui et à l'école il me semble ben oui il y a un exemple à l'école.
85	Alexiane	La poubelle.
86	Prof	Ça c'est la poubelle, il y a un exemple à l'école dans le jardin.
87	Julien	Les animaux.
89	Prof	Ben oui les animaux on peut donner à manger aux animaux.
90	La classe	Oui.
91	Prof	Comme ça fait moins déchets transportés, et puis c'est plus utile puis les animaux que vous allez nourrir ben vous pouvez les manger après.
92	La classe	Ah oui.

93	Prof	Des poulets des lapins.
94	Lauriana	On peut avoir des œufs.
95	Prof	On va voir les nourrit gratuitement pour avoir des œufs voilà bien.
96	Riwana	Là il y a....
97	Prof	(Il projette une image au TBI) Regardez chut regardez la fiche et n'oubliez pas de lever la main si on veut parler, voilà malheureusement avec le soleil et comme on a pas de rideaux on voit très bien. On recycle le verre les bouteilles les pots c'est e que vous avez dit, vous êtes pas trompés le papier le carton les journaux les papiers des emballages de boites en carton comme des corn flakes par exemple la boîte des jus en carton, et regardez au niveau des emballages les bouteilles plastiques mais là vous avez les canettes et vous avez oublié des choses, qu'est-ce que vous avez oublié ?
98	Clara	Les bouteilles de lait.
99	Prof	Les bouteilles de lait.
100	Clara	Les bouteilles de
101	Prof	Les bouteilles alors les bidons, c'est pas des bouteilles ce sont des bidons opaques plastique opaque par exemple regardez, vous voyez c'est opaque plastique foncé opaque ça veut dire ça veut dire quoi opaque ?
102	Mégane	Bleu.
103	Prof	Donc vous ne savez pas ce que ça veut dire non plus opaque ?
104	Mégane	Ça veut dire solide.
105	Prof	Non alors regardez bien le contraire de ça (il montre aux élèves un plastique transparent) c'est transparent et là c'est opaque.
106	La classe	Ah.
107	Prof	On lève la main.
108	Celia	Ah pas transparent c'est pas transparent donc.
109	Léa	Foncé.
110	Prof	Non tu peux avoir un plastique transparent qui est foncé.
111	Léa	On voit pas.
112	Prof	On voit pas à travers voilà c'est ça Léa voilà on voit pas à traves, ce qui est opaque ça c'est du matériel qu'on va utiliser ensuite, alors je vais vous montrer qu'est-ce que deviennent les déchets qu'on met dans la poubelle.
113	Elif	Madame tous les déchets ?
114	Prof	Pour les recycler même pour les deux, on va d'abord faire pour tout ce qui est pas recyclé des choses qu'on a jeté et qui vont pas être recyclé, où est ce qu'ils vont Yassine ?
115	Yassine	Dans une usine.
116	Prof	Oui si ils vont dans une usine de traitement soit ils vont être brûlés soit ils vont être enterrés ou le plus souvent ils sont brûlés détruits par le feu par la chaleur, bon on utilise de l'énergie pour les pour les faire disparaître parce que pour les brûler il faut utiliser beaucoup d'énergie.
117	Lauriana	Monsieur on les brûle pas et ben.
118	Prof	Tu n'as pas levé la main. Si on les brûle pas il y aurait des déchets qui s'accumulent ça serait dangereux pour la santé parce que ça

		décomposerait ça serait ça fabriquerait des gazes et des choses comme ça serait pas bon pour la santé et des maladies, bon ce qui est les déchets on peut recycler, où est ce qu'ils vont ? qu'est-ce qu'on en fait Riwana ?
119	Riwana	Ben après on les
120	Prof	Réfléchissez est-ce que vous voulez dire avant de lever la main s'il vous plaît.
121	Insaf	Reconstruire.
122	Prof	Tu veux dire reconstruire ça veut dire réutiliser je pense oui. Qu'est-ce que les prend de chez vous ? c'est vous qui les amener ?
123	La classe	Non.
124	Prof	Non il y a un camion spécial il y a un camion qui prend les déchets qu'on peut recycler il y a un autre camion qui prend les déchets qu'on peut pas recycler. Ils sont amenés dans ?
125	Riwana	La déchèterie.
126	Prof	Une sorte de la déchèterie, oui des déchets on entend déchèterie le radical plus le suffixe donc les déchets vont être traités à la déchèterie. Je vais vous montrer un petit film.
127	La classe	Oui.
128	Sarah	Monsieur il y a deux camions qui passent.
129	Prof	Oui.
130	Alexis	Chez moi il y en a qu'un.
131	Prof	Oui peut-être parce que t'as pas entendu le deuxième, le deuxième il passe peut être pas ou alors c'est parce que certains camions ont deux cuves ça dépend, c'est-à-dire qu'il mélangent pas ce qu'il ramassent. Je vous montre le film vous écoutez on le discute ensuite. Le film : Depuis 1992 les zones industrielles doivent financer les xxx de leurs emballages, ils portent alors ce petit logos, attention cela signifie c'est pas forcément que l'emballage est recyclable mais que l'industriel xxx. Nous sommes ici au centre de tri d'Hebri Sercel chaque jour les camions belges déchargent dans cette fosse 150 tonnes de déchets, mais attention uniquement des emballages le contenu de notre xxx jaune depuis cette fosse. Regardez les emballages sont entraînés par un tapis roulant jusqu'à la chaîne de tri, et là-haut c'est un travail dur d'abord un trieur enlève à la main les cartons et les gros objets qui peuvent bloquer la chaîne de tri. Les emballages passent ensuite pour une table ferrant pour être débarrasser de la poussière et de tous les petits déchets de verre via un gros aimant qui récupère tous les emballages en fer, les autres passent sur une table qui les sépare selon leur forme les papiers les cartons à côté les bouteilles en plastique et les bidons mais ça ne suffit pas il faut encore affiner le tri à la main si vous avez mal trier vos ordures ça complique encore le travail. Les emballages sont ensuite regroupés par grande catégorie xxx qu'on appelle déballe et voilà. Alors en fonction de leur contenu les balles sont ensuite envoyées dans une usine très spécialisée où ils seront recyclés. Avec le plastique par exemple on peut fabriquer des fibres polaires qu'on

		retrouve dans mon bonnet dans mon écharpe ou mon gilet, a ton avis combien de plastique polaire pour ce gilet en polaire ? Vingt-cinq vingt-six vingt-sept. Et ce n'est pas tout avec le plastique transparent des bouteilles d'eau ou de souda on fait pas non seulement des fibres polaires on fait également des rembourrages par exemple pour les oreillers ou pour les couettes, on trouve autre chose avec le plastique opaque des bouteilles de lait ou produits nettoyants on fabrique par exemple des tuyaux pour les canalisations des pots de fleurs des gros pots de fleurs et des bidons, et si on recycle jamais c'est pour économiser de l'énergie. Bien alors une fois que les déchets sont ramassés dans la poubelle et sont allés à la déchèterie, qu'est-ce qu'on en fait ? qu'est-ce qu'est se passe Alexis ?
132	Alexis	Il y a un aimant qui prend.
133	Prof	Ah pas c'est pas la première chose on va dès le début c'est bien .
134	Elif	On les met dans xxx.
135	Prof	Ben déjà ils voient le camion sur un gros ?
136	Insaf	Tapis.
137	Prof	Tapis roulant très bien, ensuite ils montent ?
138	Mégane	Ils enlèvent à la main.
139	Prof	Alors qu'est-ce qu'ils enlèvent en premier à la main ? tu as raison Mégane.
140	Mégane	Ils enlèvent
141	Prof	Non.
142	Mégane	La poussière.
143	Prof	Non enlever la poussière à la main ça serait compliqué.
144	Lauriana	Ils enlèvent.....
145	Prof	Ah normalement ils devraient pas y'en avoir.
146	Lauriana	Ils enlèvent les gros objets.
147	Prof	Oui.
148	Clara	Ben les gens jettent des très gros choses à la poubelle.
149	Prof	Tu dis la même chose qu'elle, ils retirent les très gros objets qui vont gêner le tapis roulant parce que parfois les gens jettent des très gros choses à la poubelle, normalement les très gros choses on doit pas les mettre à la poubelle on doit les apporter directement à la déchèterie. Donc première chose on enlève les choses qui pourraient gêner le cheminement des petits déchets, ensuite premier élément. Il y en a qui dorment Jazone tu l'a vu le film t'as ouvert les yeux ?
150	Jazone	Oui mais je me rappelle plus.
151	Prof	Si tu te rappelles plus du tout, dis-le avec d'autres mots, qu'est-ce qu'on attrape en premier ? qu'est-ce qu'on va séparer en premier ?
152	Chloé	Les bouteilles.
153	Prof	Non pas les bouteilles on part pas de bouteilles Chloé.
154	Alexie	Les choses en fer.
155	Prof	Oui il est là ton aimant les métaux, alors il a raison Alexie qu'est-ce qu'il dit les choses en fer en effet un aimant il va pouvoir attirer les métaux qui sont ferreux parce qu'il y a certains métaux qui ne sont pas ferreux, il faut faire attention on croit parfois on croit

		souvent qu'il attire tous les métaux mais c'est pas vrai l'aimant il fonctionne avec le magnétisme, c'est une force qui est en relation avec l'électricité donc les objets métalliques ferreux on les trie par un très gros aimant, ensuite qu'est-ce qu'on va encore séparer Insaf ?
156	Noa	Les déchets en carton.
157	Prof	Le papier le carton va à côté le plastique de l'autre et ensuite qu'est-ce qu'on fait encore, alors avant ça il y a encore une petite au niveau de l'usine, ils font passer sur un tapis pour enlever les petits morceaux de verre et de métal de poussière etc., qui vont gêner le recyclage et ça peut être dangereux. Les petits morceaux de verre parce que après les gens ils vont toucher à la main quand ils touchent les morceaux qui même s'ils sont petits pourraient se blesser normalement, il devrait pas en avoir parce que le verre à recycler on doit pas le mettre dans cette poubelle là ou ne pas mettre des choses qui peuvent se casser dans la poubelle. Julien.
158	Julien	Le tri et ben ils le font avec ils prennent des emballages et les rassemble et...
159	Prof	Oui mais qu'est-ce qu'on sépare le papier le carton de l'autre côté le plastique et ensuite on sépare quoi encore ?
160	Julien	Les mmm
161	Prof	Parce qu'on met tous les plastiques ensemble on fait des balles avec tous les plastiques ensemble.
162	Mégane	Et ben on met dans la machine qui.
163	Prof	Pas forcément une machine mais ça peut être une machine.
164	Mégane	On sépare le plastique transparent avec le plastique.
165	Prof	Donc très bien Mégane, on sépare le plastique transparent du plastique opaque alors ça se fait de différentes façons, ça dépend si les usines sont modernes ou pas il y a certaines usines oui grâce à des sortes de camera on arrive à tout trier, il y en a d'autres on est obligé de le faire à la main, et puis encore une troisième façon de séparer les plastiques opaques des plastiques transparents mais ça je pourrai pas vous le dire maintenant parce que on va essayer de le trouver ensemble. Donc à l'usine à la fin qu'est-ce qu'est-ce se passe ? qu'est-ce qu'on obtient à la fin ? je t'ai réveillé pendant ta sieste excuse-moi. Qu'est-ce qu'on obtient à la fin à la fin au centre dans le centre de tri ? qu'est-ce que va sortir du centre de tri ? mais il suffit de regarder ce sont des ?
166	Clara	Des balles.
167	Prof	Des balles on appelle ça des balles, on a regroupé les matériaux par familles les papiers les cartons alors pour faire la balle c'est une très grosse machine qui presse qui presse qui presse ça fait comme ça on perd tout xxx dedans disparu, ensuite ça reste regroupé c'est compressé. Ensuite les balles sont envoyées dans d'autres usines pour pouvoir être utilisés, par exemple le papier il va être retransformé à un autre dans un autre papier, le métal qu'est-ce que on va pouvoir en faire ?
168	Yacine	Des canettes.
169	Prof	On va le refondre.

170	Insaf	On peut faire des tuyaux aussi.
171	Prof	Des tuyaux en métal pas avec ça c'est le cuivre et ça c'est pas pareil, on va surtout le réutiliser pour faire des canettes ou des choses en aluminium par exemple. Pour faire une voiture il faudrait l'équivalent je crois que ça doit être quinze milles plusieurs dizaines de milles de canettes des canettes, on peut faire des vélos il y a vélos qui sont faites avec ça. Les plastiques ils vont servir à quoi eux les plastiques transparents ? on va réécouter la fin du film. La fin du film : « Alors en fonction de leur contenu les balles sont ensuite envoyées dans une usine très spécialisée où ils seront recyclés, avec le plastique par exemple on peut fabriquer des fibres polaires qu'on retrouve dans mon bonnet dans mon écharpe ou mon gilet a ton avis Jalil combien de plastique polaire pour ce gilet en polaire ? Vingt-cinq vingt-six vingt-sept. » Donc les bouteilles transparentes sont fabriquées en fibres polaires pour faire des vêtements ou bien ?
172	Luariana	Le gilet.
173	Prof	C'est pas un vêtement le gilet non.
174	Alexis	Un oreiller.
175	Prof	C'est pas l'oreiller mais ce qu'on met à l'intérieur de l'oreiller le rembourrage des couettes et des oreillers, et les plastiques qui ne sont pas transparent les plastiques opaques qu'est-ce qu'ils vont devenir ?
176	Noa	Des bouteilles.
178	Prof	Tu sais pas Alexiane ?
179	Alexiane	Non.
180	Prof	Non vous écoutez. Et ce n'est pas tout avec le plastique transparent des bouteilles d'eau ou de souda, on fait pas non seulement des fibres polaires mais également des rembourrages par exemple pour les oreillers ou pour les couettes, on trouve autre chose avec le plastique opaque des bouteilles de lait ou des produits nettoyants on fabrique par exemple des tuyaux pour les canalisations des pots de fleurs des gros pots de fleurs et des bidons, et si on recycle jamais c'est pour économiser de l'énergie.
181	Alexis	Monsieur, Monsieur.
182	Prof	Donc tais-toi baisse ta main t'as déjà parlé tout à l'heure sans lever la main.
183	Noa	Des tuyaux.
184	Prof	Des gros tuyaux des canalisations.
185	Mégane	Des couettes.
186	Prof	Non les plastiques opaques.
187	Alexiane	On peut faire des gros pots de fleurs.
189	Prof	Les gros pots de fleurs ou bien ?
190	Julien	Des bidons.
191	Prof	D'autres bidons en plastique opaque bien, donc j'ai coupé des petits morceaux de bouteilles transparentes j'ai coupé des bouchons donc j'ai les coupés pour qu'ils soient plus facile à manipuler j'ai coupé des canettes en métal aussi d'accord c'est du métal.

192	Jazone	Monsieur.
193	Prof	Chut d'autres petites choses sont à l'intérieur, et je vais vous donner un pot vide on va travailler par groupe vous allez avoir chacun un petit pot comme ça, et vous allez devoir me montrer une expérience pour pouvoir trier ces déchets sans les toucher par les mains.
194	La classe	Ah.
195	Prof	Sans les toucher.
196	Julien	Comment ?
197	Prof	Ah il faut réfléchir, vous allez d'abord discuter ensemble avant de réfléchir, donc je pourrai vous mettre sur la table et comme vous n'avez pas le droit de les toucher donc vous vous allez travailler ensemble à cinq.
198	Insaf	A trois ?
199	Prof	Chut Insaf viens ici Riwana viens ici donc vous pouvez discuter pour l'instant ensemble, je vous donne une feuille de papier et si vous voulez noter quelque chose avec un crayon en bois faire un dessin de ce que vous comptez faire, et si vous avez besoin de quelque chose je peux peut-être vous le donner après si vous avez besoin de matériel spécial pour faire l'expérience. (Les élèves discutent entre eux). Ah on n'a pas le droit de toucher vous pouvez être blessés en plus, ne me dit pas non plus avec les doigts notez-le, qu'est-ce qu'est se passe ? on discute, Léa tu peux venir ici non on n'a pas le droit à la...
200	Julien	Monsieur, monsieur.
201	Prof	Si vous vous souvenez de la vidéo il y a de certaines choses qui peuvent vous donner certaines idées, on vous demande pas ce qui a dedans on vous demande comment on peut faire pour le trier ? comment tu vas me trier ça sans tes mains, vous notez bien asseyez-vous Kilian chut. Alors qu'est-ce que vous aviez comme idées vous ? on écoute.
202	Elif	Xxx tout ça et faire xxx
203	Prof	Je dis pour elle prend une sorte de bon colon bien sur le objets qui attrape un objet, mais le problème de ça c'est quoi le papier il va faire comment pour le trier ? est ce qu'il va tout coller le papier ? alors ici la première idée que vous aviez eu, c'est un tuyau avec du vent vous savez pour ramasser les feuilles pareil c'est vous soufflez du vent, qu'est-ce qu'il va se passer ?
204	Riwana	On pourrait se blesser.
205	Prof	Tout va sans rouler ça va trier, je ne suis pas d'accord vous n'écoutez pas vos camarades, le problème du vent c'est quoi ?
206	Kylian	C'est quand c'est quand utilise du vent ça adresse vers quelqu'un ça se blesse.
207	Prof	Non on est pas en sciences fiction là.
208	Alexis	Et ben avec le vent xxx.
209	Prof	Pareil tu vas pas choisir quel morceau de plastique le morceau de métal etc., pour que ça pouvoir fonctionner on va trier xxx tout de suite une bonne idée grâce à Monsieur ou à Madame (la vidéo) vous avez trouvez une idée vous.

210	Julien	L'aimant Monsieur.
211	Prof	L'aimant à quoi peut servir l'aimant ?
212	Julien	A attraper les choses qui sont en fer.
213	Prof	D'accord ça tombe bien parce que j'ai des aimants.
214	La classe	Ah.
215	Prof	Alors il y en a différentes formes, l'aimant va vous permettre à attraper le métal ferreux mais est-ce que vous aurez fini de trier tous les déchets ?
216	La classe	Non.
217	Prof	Non parce que il va te rester quoi dedans ?
218	Mégane	Du plastique.
219	Prof	Je crois que je vais vous garder à la récréation pour recopier qu'on doit lever lorsqu'on veut parler en classe parce que on comprend rien vous parlez tous en même temps et vous n'écoutez pas les autres en plus. Donc je répète la question qui est posée l'aimant va vous permettre d'attraper le métal ferreux, qu'est-ce qu'il va rester dans le pot ?
220	Mégane	Le plastique.
221	Prof	Non c'est pas le plastique.
222	Mégane	Les plastiques.
223	Prof	Les plastiques quelle sorte de plastique ?
224	Julien	Les auto le o ah non les plastiques transparents ou...
225	Amed	Opaques.
226	Prof	Donc vous devez trouver une deuxième expérience pour pouvoir séparer les plastiques. Je vais vous montrer une image qui est une sorte d'indice pour vous aider à trouver, regardez bien l'image vous voyez c'est dans un une rivière, il y a des déchets qui flottent on le voit pas bien là il y a un gros xxx qui flotte sur l'eau des petits morceaux de plastiques.
227	Riwana	Des bouteilles.
228	Prof	des bouteilles.
229	Lauriana	Le carton.
230	Prof	Chut ça doit vous donner une idée pour trier les plastiques, vous réfléchissez et vous levez la main.
231	La classe	Oui.
232	Prof	Si le morceau de bois il flotte, ça veut dire qu'il est plus lourd ou plus léger que l'eau ?
233	Julien	Léger.
234	Prof	Plus léger sinon il faudrait couler dans l'eau, et ce qu'il y a des choses qui sont plus lourdes que l'eau.
235	La classe	Non.
236	Julien	Si ils sont lourds et ben ils coulent dans l'eau.
237	Prof	Donc quelle idée ? qu'est-ce que vous pourrez faire pour trier, essayez de faire ça va marcher.
238	Mégane	On les baigne.
239	Prof	On les baigne, les autres réfléchissez par rapport à l'image.
240	Elif	Non.
241	Julien	Les recycler.
242	Prof	D'abord les séparer avant de les recycler.

243	Yacine	Et ben les petits flottent.
244	Prof	Ah on peut essayer de les mettre dans l'eau peut être les séparer peut-être, ils sont plus lourds que l'eau, peut être il y en a qui sont....
245	Kylian	Légers.
246	Prof	Oui, plus légers, alors il y a un élève dans le groupe qui sera désigné pour faire l'expérience avec le métal, il y en a un autre sera désigné pour faire l'expérience avec l'eau pour voir est-ce que ça flotte ou pas, et un troisième pour prendre des notes de ce qui se passe. Prends les notes on les prend prends les notes tu n'as rien fait depuis tout à l'heure on va rester là prends les notes, Yacine prends les notes. Donc la première expérience celle de l'aimant vous avez eu un aimant.
247	Mégane	Oui.
248	Prof	Une fois que les morceaux de métaux sont sur votre aimant vous les mettez pas dedans. Allez, vous pouvez y aller n'oubliez pas de prendre des notes de ce qui se passe n'oubliez de prendre des notes et de faire le dessin de ce qui se passe, non vous les laissez sur l'aimant vous les touchez pas pour ne pas se blesser. Quand vous avez marqué ce qui s'est passé, vous m'appellez quand vous avez noté qu'est ce qui se passe qu'est ce qui se passe. Qui va faire l'expérience avec l'eau ?
249	Yacine	C'est Celia.
250	Prof	Mélangez doucement avec un crayon, ah non je suis pas d'accord il faut pas remettre les choses attrapés dedans. Qui va faire l'expérience avec l'eau, ben on oublie pas de noter ce qui se passe. Non vous avez pas noté ce qui se passe, bien tu fais le dessin. Il me semble avoir désigné quelqu'un tout à l'heure c'est qui ? non j'avais désigné.
251	Clara	Vous avez désigné moi.
252	Prof	Mais toi tu prends des notes, c'est pas grave c'est parce que ça se colle avec xxx, mais c'est rien vous pouvez le noter. Il faut prendre un crayon de bois et on remélange doucement et après vous devez observer ce qui se passe, c'est surtout regardez ce qui se passe par rapport au couleur par exemple.
253	Noa	Aah ça fait beau un petit mélange.
254	Prof	Qu'est ce qui se passe, tu n'as pas encore mélangé tu peux pas savoir ce qui va se passer, maintenant vous pouvez dire ce qui s'est passé notez ce qui s'est passé stop c'est bon observez ce qui se passe, tu mélange doucement et tu observes quelle forme de plastique il y a le plastique transparent ça il faut le noter sur votre feuille, notez sur votre feuille ce que vous voyez pour la deuxième expérience.
256	Julien	On n'a pas encore fait la deuxième.
257	Prof	Ah oui mais vous n'avez encore noté pour la première, non c'est pas ça c'est normal vous l'aidez pas on travaille ensemble. Rendez-moi les aimants, non vous mélangez plus quand je suis passé Mademoiselle. Notez vos observations vous avez noté ce qui s'est passé vous avez mis les couleurs c'est bien, il faut bien mettre les différentes choses les couleurs etc, le noir le xxx les morceaux en

		métal. Je suis d'accord on n'a pas le droit de toucher avec sa main, c'est les matériaux qui comptent c'est pas l'utilisation c'est pas le bouchon, c'est le plastique terminé c'est noté. Vous mettez le nom de quelqu'un du groupe sur la fiche, il faudra mettre des noms Alexie mettez le nom de toutes les personnes de groupe sur votre affiche, mettez les noms donnez votre feuille et vous allez vous ranger, alors vous avez observé oui la feuille vous me la donnez. Merci à la semaine prochaine, vous pouvez sortir allez en silence.

Séance 2

Date d'observation : 24/11/2017

1	Prof	Qu'est-ce qu'on a fait la semaine dernière Noa ?
2	Noa	On avait fait un exercice sur la fleur.
3	Prof	On avait fait un exercice sur la fleur la semaine dernière, tu as eu du mal à te localiser dans le temps Noa.
4	Noa	On a parlé du recyclage.
5	Prof	Le recyclage pas vraiment sur le recyclage puis sur quoi ?
6	Alexiane	Les déchets.
7	Prof	Les déchets le recyclage des déchets plus précis, qu'est ce qui c'est pour toi des déchets ?
8	Alexiane	Ben papier une boîte yaourt.
9	Prof	Des choses qu'on met où ?
10	Alexiane	A la poubelle.
11	Prof	A la poubelle alors tu habites où toi ? tu es d'ici ? tu étais absente là toi tu habites à Arras ?
12	Lilou	Oui.
13	Prof	Tu étais absente ?
14	Riwana	Non.
145	Prof	Et comment tu sais où elle habite tu l'as connu ? je parle à l'élève qui était absente Riwana qui était absente pas toi, quelle couleur la poubelle à quelle couleur tes poubelles ?
16	Lilou	Verte.
17	Prof	Que les vertes ?
18	Lilou	Non noir aussi.
19	Prof	Noir t'a pas de jaune et bleu alors pourquoi t'as des poubelles de différentes couleurs ?
20	Jazone	Pour mettre le verre.
21	Prof	Alors pour mettre pas les verres mais le verre.
22	Jazone	Le verre après il y a...
23	Prof	Dans une autre poubelle ?
24	Lauriana	On met les cartons.
25	Jazone	Les cartons.
26	Prof	Papier carton quoi d'autres qu'est-ce qu'on peut encore mettre dans la poubelle de recyclage ? levez la main levez la main.
27	Celia	Le plastique.
28	Prof	Les plastiques.

29	Lauriana	Les métaux.
30	Prof	Alors les canettes de métal pas des morceaux de métaux attention.
31	Yacine	Le carton.
32	Prof	Le carton on a déjà dit et le papier.
33	Clara	La poubelle pour xxx.
34	Prof	Non je viens de parler que c'est pour recycler s'il te plaît.
35	Noa	La verte.
36	Prof	J'ai demandé ce qu'on mettait dans la poubelle ?
37	Noa	Le plastique.
38	Prof	On l'a déjà dit on a dit papier carton plastique verre métal et puis grands choses.
39	Julien	Des bidons.
40	Prof	Bidons, c'est tous les emballages des bouteilles de lait c'est pas vraiment du plastique, quel type de plastique peut-on trouver dans la poubelle de recyclage ?
41	Alexis	Des bouteilles.
42	Prof	Ils sont comment les bouteilles ? comment il est ce plastique ?
43	Alexis	Transparent.
44	Prof	Et l'autre plastique c'est le plastique ?
45	Sarah	Bidons.
46	Alexiane	Octogone.
47	Prof	C'est ton mot d'aujourd'hui non ça commence par o mais pas octogone ça veut dire une figure xxx.
48	Alexiane	Inaudible.
49	Prof	Non réfléchis vous êtes pas en mathématiques.
50	Alexiane	Plastique
51	Prof	Plastique transparent et le plastique o o o ?
52	Elif	La deuxième lettre.
53	Julien	Opaque.
54	Prof	Oui opaque qui ne sont pas transparent ça veut dire aussi plastique de couleur d'accord ? non calmes toi tu dois écouter te calmer et écouter.
55	Léa	Inaudible.
56	Prof	Oui mais qu'est ce qui décide sinon tu te mets là et tu fais la leçon à ma place. Où on met les déchets recyclables ?
57	Léa	A la déchèterie.
58	Prof	Non pas à la déchèterie.
59	Riwana	Au centre du tri.
60	Prof	Dans un centre de tri les camions vont vider les contenus des choses qui sont à recycler, les déchets recyclables il vont les vider sur quoi ?
61	Amed	Sur des tapis roulants.
62	Prof	Un gros tapis roulant tu as raison, et là qu'est-ce qu'il va se passer ? à partir de là tu étais là la dernière fois tu te souviens plus, on avait regardé un petit film, les élèves de Madame voisin là-bas une fois qu'ils sont sur le tapis roulant qu'est ce qui se passe ?
63	Lauriana	Ils enlèvent les gros objets.
64	Prof	Bien on va commencer par enlever les gros objets qui pourraient bloquer peut-être le tapis roulant, ensuite Riwana.

65	Riwana	Après ils vont toutes en haut et puis ils ...
66	Prof	Non ils y'a des choses qui sont faites avant cela.
67	Yassine	On sépare les cartons et les plastiques.
68	Prof	Non avant encore il y a quelque chose avant Yassine.
69	Noa	Il les sépare.
70	Prof	Non il y a quelque chose avant Noah.
71	Noah	Faire le tri à la main.
72	Prof	Non il y a quelque chose avant. Ah tu étais pas là toi.
73	Alexis	Oui mais on a fait ça avec Madame.
74	Prof	Vas-y.
75	Alexis	En fait ils prennent les déchets et les mettent sur un tapis roulant.
76	Prof	C'est ce qu'on avait déjà dit.
77	Insaf	Un grand aimant attire les métaux.
78	Prof	Répète plus fort.
79	Insaf	Avec un grand aimant.
80	Prof	Oui un très gros aimant il va attirer les morceaux de métaux mais pas n'importe quel métaux, quel type de métaux ça va attirer l'aimant ?
81	Julien	Le fer.
82	Prof	Les métaux ferreux qui contiennent du fer on appelle ça les métaux ferreux. L'aimant il est très gros et c'est grâce à l'électricité qui fait du magnétisme, quand on quand il est branché il fait du magnétisme, quand il est débranché il ne fait pas de magnétisme comme ça permet de faire tomber les morceaux de métal qui est sur l'aimant, quand on arrête l'électricité ça retombe et on peut ramasser les morceaux de fer une fois que le fer est parti. Qu'est-ce qu'on fait Noah ?
83	Noah	Et ben on sépare le carton.
84	Prof	Alors il y a on va faire vibrer pour enlever tous les morceaux qui peuvent être dangereux, les petits morceaux de verre, un petit morceau de métal qui qui sont pas de nature ferreux, et puis là on va séparer les différents emballages. Alors qu'est-ce qu'on va séparer, Lilou ?
85	Lilou	Le métal.
86	Prof	Le métal il est déjà pris par l'aimant.
87	Lauriana	Le papier.
88	Prof	Le papier le carton d'accord les plastiques, et après qu'est-ce qu'on fait en dernier Yassine ?
89	Yacine	On les écrase.
90	Prof	Non avant ça la dernière chose de tri qu'on fait on a séparé le plastique et les cartons papier carton, qu'est-ce qu'on fait Clara ? Sarah pardon.
91	Sarah	On les mélange
92	Prof	Ah non on les sépare pour les mélanger comme ça on va recommencer puis il y a du travail pour tout le monde Bilal.
93	Amed	On enlève toute la poussière.
94	Prof	Non ça c'était déjà bien fait.
95	Julien	On enlève les plastiques opaques.

96	Prof	On les sépare oui on sépare les plastiques opaques des plastiques transparents merci Julien, si on fait un tri c'est pas dans le but de les remélanger ah enfin, et Yassine tu l'a dit toute à l'heure on écrase les mêmes matériaux ensemble on écrase les plastiques transparents ensemble, on écrase les plastiques opaques ensemble, on écrase les morceaux de métal, on fait des balles avec le papier et le carton et là ça va pouvoir être transformé ça va pouvoir être recyclé une fois que ça était trié ça va être recyclé. Pourquoi recycle-t-on les matériaux ? quel le but de ce recyclage ?
97	Noa	Ah et ben pour que le terre pollue moins.
98	Prof	Non c'est pas pour que le terre pollue moins mais c'est pour qu'on pollue moins qu'on fasse de pollution sur la terre d'accord. Il y a le premier aspect c'est la pollution le deuxième aspect les industriels les gens des grandes usines et grandes entreprises si c'est seulement pour éviter de la pollution, il faut pas forcément le faire s'ils le font c'est pour aussi ?
99	Lauriana	Protéger de la nature.
100	Amed	C'est pour ah pour faire des autres choses avec.
101	Prof	Donc si ça permet d'avoir d'autres choses ça permet de ?
102	Alexiane	Avoir des habits.
103	Jazone	Refaire.
104	Prof	Oui donc ?
105	Julien	Ré réutiliser.
106	Prof	Oui mais c'est pas des synonymes si tu réutilises quelque chose la matière première elle est déjà là il faut pas l'acheter ou de la prendre donc ça leur fait des ?
107	Julien	Des économies.
108	Prof	Des économies ça fait gagner de l'argent. Et ben chez vous c'est pareil vous pouvez demander à vos parents l'électricité que vous utilisez chez vous, c'est une énergie donc si vous arrivez à économiser de l'électricité, vous gagner de l'argent parce que l'énergie que vous dépensez vous la payez vous avez des factures d'électricité des factures de gaz de fioul qu'on met dans les chaudière ça dépend de la chaudières elle fonctionne au gaz ou à l'électricité ou à autre chose alors il y a des manières d'économiser l'énergie, c'est pour ça qu'on entretient les maisons on évite les courants d'air on isole on ferme les lumières.
109	Kylian	C'est quoi isoler monsieur ?
110	Prof	Isoler ça veut dire que tu mets des choses en plus sur les murs pour éviter que la chaleur s'en aille. On met des ampoules spéciales qui économisent l'énergie ça fait gagner de l'argent et on recycle aussi les déchets pour faire pour économiser pour moins de pollution et pour gagner de l'argent. Je vous remontre les images qu'on avait, il y a le tapis roulant qui enlève les gros objets, l'aimant qui récupère les emballages métalliques en fer, les briques et les cartons les bouteilles en plastique et les bidons de l'eau, on enlève donc on enlève le plastique on trie entre le plastique et le papier carton ensuite à la main on sépare encore ensuite on fabrique xxx plastique transparent plastique opaque avec le plastique

		transparent. Qu'est-ce qu'on peut fabriquer une fois qu'ils sont recyclés ?
111	Celia	Des tuyaux.
112	Prof	Ah non avec le plastique transparent ?
113	Yacine	Des écharpes.
114	Prof	Des vêtements qu'on appelle ça des vêtements en fibres.
115	Julien	En fibres polaires.
116	Prof	En fibres polaires ? personne n'a fibre polaire pardon.
117	Julien	Sa pile.
118	Prof	Ah non ça peut être une écharpe, un bonnet, un gilet.
119	Léa	Et ben j'en ai une écharpe.
120	Prof	Oui des écharpes pas forcément en fibre polaire il y a différentes xxx et peut être là oui c'est ça alors là c'est la fibre polaire, vous voyez ça fait un peu xxx lorsqu'on le touche la fibre polaire aussi. On fait aussi autre chose à part les vêtements ?
121	Riwana	Des bidons.
122	Prof	Non avec les plastiques transparents.
123	Roxane	On va faire à l'intérieur.
124	Prof	Pour mettre à l'intérieur des oreillers ou des couettes.
125	Clara	Les housses.
126	Prof	Non pas les housses les rembourrages qu'on met à l'intérieur.
127	Elif	Les cotons.
128	Prof	Du coton c'est pas de la fibre polaire, c'est une fibre naturelle.
129	Elif	Ici c'est écrit des rembourrages.
130	Prof	Et enfin avec les plastiques transparents opaques pardon, qu'est-ce qu'on fait ?
131	Kylian	Ah on peut faire des pots de fleurs.
132	Prof	Des gros pots de fleurs.
133	Yacine	Des tuyaux.
134	Prof	Des gros tuyaux de canalisation.
135	Kylian	Des bidons.
136	Prof	D'autres bidons etc., c'est bien voilà ce qu'on avait vu, et ensuite on s'est dit tiens on va essayer de faire des expériences, alors on avait, Monsieur a préparé des déchets (il montre les déchets aux élèves) il avait mélangé du plastique des morceaux de métaux différents types de plastique et on a vu comment on a fait pour attraper les morceaux de métaux.
137	Julien	On a fait un aimant.
138	Prof	Oui un aimant c'était pas trop dur un aimant ça attire les morceaux de métal, mais là plus dure séparer les plastiques transparents des plastiques opaques, comment on va faire ?
139	Alexis	On a relevé les morceaux.
140	Prof	On a pas relevé avec les mains, alors j'ai vous montré une photo vous voyez des objets flottés il y a des plastiques qui flottent.
141	Amed	L'eau.
142	Prof	Tu étais là toi xxx sa place qui a une idée on va leur dire.
143	Chloé	L'aimant.
144	Prof	Pour les plastiques.
145	Yacine	Je sais de l'eau.

146	Prof	On verse de l'eau, il y a certains plastiques qui flottent d'autres qui coulent, qu'est ce qui flotte ?
147	Sarah	Le plastique.
148	Prof	Les plastiques.
149	Sarah	Opagues.
150	Prof	Opagues, et ce qui coule c'était le plastique ?
151	La classe	Transparent.
152	Prof	Alors pourquoi il y en a des plastiques qui flottent et il y en a qui coulent ?
153	Lauriana	Parce qu'il y en a qui sont lourds.
154	Julien	Ils coulent.
155	Prof	Et pourquoi les autres flottent ?
156	Julien	Ils sont moins lourds que les autres.
157	Prof	Vous les pensez lourds mais en fait c'est une question de densité. La densité c'est par rapport au volume la masse qui va représenter un objet, ça a un rapport avec le poids mais c'est par rapport au volume si l'objet est moins dense que l'eau ben il flotte s'il est plus dense que l'eau il coule, ça veut dire que les plastiques transparents sont plus denses, c'est une question de densité si on fait attention mais on pourra pas faire attention. Voilà ce qu'on avait fait et aujourd'hui on va schématiser la fiche de l'expérience on va schématiser l'expérience, donc pour schématiser on va la rendre simple et facile à comprendre, en sciences on doit toujours faire des schémas des dessins en crayon en bois ça sera toujours même si vous serez au collège ou au lycée, on fait les schémas les dessins en crayon en bois on met des couleurs que si il y a un codage particulier qu'on doit tracer des traits, en sciences on met des flèches on fait toujours des traits à la règle d'accord, vous allez voir c'est important parce que sur le dessin il va y avoir des flèches évidemment quand on veut dire ça partie de ça, ça représente ça en sciences on utilise des flèches. Donc il faudra utiliser des flèches j'ai préparé les photocopies, alors pour l'instant vous ne faites pas le dessin on va le faire au tableau. Il y a des absents dans notre classe (Voir l'annexe 13).
158	La classe	Oui ben Mégane et xxx.
	Prof	Sortez un crayon en bois et une règle chut crayon en bois et une règle, pardon tu n'as pas de crayon en bois donc tu n'as pas tes affaires dans la classe c'est moins donc tu auras moins un, je vais t'en prêter un une règle c'est comment ton prénom Clara.
159	Clara	Merci.
160	Insaf	Sara n'a pas de règle.
161	Prof	Elle sait pas le dire elle a pas le droit non plus, si t'as pas de règle j'ai compris regarde là-bas à côté de madame il y a une grande boîte avec des règles, vous me les rendrez avant de partir voilà la première. Alors on avait deux expériences donc on devra faire deux dessins déjà vous pouvez entourer avec le crayon en bois ce qui nous a permis pardon ce qui nous a permis de penser à l'expérience, c'est l'aimant sur la canette l'aimant sur la canette, vous pouvez l'entourer. Alors il y' eu pour la première expérience on va toujours

		faire ce qui au début au début on a un récipient, une bouteille coupée en morceaux vous souvenez, j'avais coupé le fond de la bouteille à l'intérieur, il y avait des différents types de déchets chut ça c'était au début. Ensuite qu'est-ce qu'on a fait ?
162	Alexis	On a pris un aimant.
163	Prof	On a pris un aimant, donc l'aimant je vais le symboliser par un xxx (Il montre au tableau) En sciences on fait souvent comme ça avec un pôle positif et un pôle négatif, et on avait toujours le déchet.
164	Elif	On écrit monsieur.
165	Prof	Attendez une seconde et après vous ferez, c'est c'était la phase numéro deux, approchez l'aimant quand on approche l'aimant les, qu'est ce qui se passe ? on lève la main.
166	Julien	Les déchets seront sur l'aimant.
167	Prof	Ah non pas les déchets sur l'aimant pas tous les déchets.
168	Jazone	Non les déchets en plastiques en métal.
169	Léa	En métal.
170	Lauriana	Fer.
171	Prof	Ferreux, on va dire c'était les petites plus hop il nous reste les autres, le plastique et il reste dedans au fond, alors quand il y a des nouvelles choses donc ça on l'appelle l'aimant et là sur l'aimant on a hop les morceaux ferreux.
172	La classe	Ferreux.
173	Prof	Ferreux, morceaux métalliques, les morceaux de métal, fer, voilà là c'est terminé. Vous pouvez dessiner n'oubliez pas les traits à la règle et les flèches à la règle, et vous avez vu les noms quand je les écris je les écris droit pas penchés. Ce que t'as dessiné-là ne ressemble pas à ce que j'ai dessiné moi, tu vas trop vite toi aussi c'est parce que je dessine parce que j'ai dessiné un rond au-dessus de ma bouteille, ne traînez pas parce qu'il y a la deuxième expérience ensuite à dessiner, n'oubliez pas de mettre les trois numéros trois étapes, il vous reste trois minutes vérifiez bien l'orthographe de ce que vous avez écrit le reste terminez ça y est Sara vous avez terminé les filles ça y, est qui est-il ?
174	Sarah	Chloé m'a dit xxx.
175	Prof	Qu'est ce qui décide dans la classe c'est Chloé ou c'est Monsieur c'est Chloé t'a demandé de marcher dans une xxx des chiens tu vas le faire ou bien de sauter par la fenêtre, ben non tu dois faire ce que toi tu penses et ce que Monsieur a dit pourquoi tu dis ça Chloé.
176	Chloé	Parce que vous avez déjà demandé xxx.
177	Prof	Oui mais les ronds c'est xxx l'aiguille xxx, tu écoutes pas ce que tu dois écouter xxx travail ça n'avait rien à voir sinon je vais le redis à tout le monde c'est pas très logique il vous reste une minute.
178	Clara	Monsieur c'est marqué quoi fer.
179	Prof	Ferreux f e r r e u x ça veut dire qui contient du fer.
180	Clara	Merci.
181	Prof	On passe à la deuxième expérience l'étape numéro deux, alors au départ dans le numéro deux on a personne me donne un crayon merci, on a les plastiques et on a les morceaux ferreux qui sont parti avec l'aimant, qu'est-ce qu'on fait pour essayer de les séparer ?

182	Julien	On met de l'eau.
182	Prof	On verse de l'eau.
183	Julien	Et l'eau ce qui sont ce qui sont ce qui a ce qui sont qui flottent sont les opaques ils sont les plastiques opaques.
184	Prof	Pour l'instant on verse de l'eau quand on verse de l'eau dans un récipient, on a un niveau d'eau d'accord on a un niveau d'eau pour marquer le niveau d'eau on fait un trait, donc les morceaux qu'on on vient de verser l'eau il faut un peu mélanger et puis de toute façon quand on verse l'eau quand on a versé l'eau, qu'est-ce qu'on va faire ?
185	Alexiane	On doit mélanger.
186	Prof	On doit mélanger avec un on appelle ça un mélangeur, nous on va utiliser un crayon et ensuite on laisse reposer pour voir le résultat, donc le niveau d'eau il reste le même, et qu'est-ce qu'on observe ?
187	Lauriana	On regarde ce qui coule et ce qui flotte.
188	Prof	Qu'est-ce qu'on observe avec les xxx qu'est-ce qu'on voit ?
189	Yacine	Les plastiques.
190	Prof	On voit des morceaux de plastiques de couleur à la surface.
191	Léa	Et transparent.
192	Prof	Et puis les plastiques transparents au fond là plastiques opaques, ici plastiques ?
193	Léa	Transparents.
194	Prof	Transparents, vous pouvez dessiner et on est en dessous là l'expérience numéro deux en face de la photo des déchets qui flottent. Tu as plus de place que ça tu es en train de faire ton sch expérience dans un petit coin, regarde tu vas utiliser qu'un quart de ton dessine plus grand et les flèches à la règle. Quand vous avez terminé vous pouvez venir me montrer votre dessin vos dessins parce qu'on a fait beaucoup. Il vous reste quatre minutes. T'as pas ramené ton matériel tu es obligé de retourner d'emprunter aux autres, tu vérifies pas l'orthographe, tu vas trop vite une deux trois quatre cinq six sept fautes alors tu imagines il y a sept fautes où il y a un deux trois quatre cinq six sept mots pas mal et tu es arrivé le premier donc si tu dois relire avant de montrer c'était bien relu t'as oublié ton mélangeur.
195	Insaf	Ah non on mélange.
196	Prof	Oui on mélange il y a un mélangeur quand mélange il faut bien mettre quelque chose qui aide à mélanger. Il vous reste deux minutes. C'est un peu petit ah et là il manque les morceaux les plastiques transparents t'as mis la flèche de deux côtés, ce qui arrivent en premier souvent ils font des bêtises, t'as oublié d'écrire droit plastiques transparents c'est les petits morceaux qui sont au fond t'as mis la flèche en l'air, là ton nom tu l'as jeté du plafond toit (Il rit) pas terrible bien à vos places. Je pourrai pas corriger toutes les feuilles, à vos places on va mettre le titre de la nouvelle leçon et pour la semaine prochaine vous allez devoir compléter le texte qui est sous vos schémas, on va le faire ensemble à l'oral posez vos crayons, vous n'avez pas le droit d'écrire les mots on peut trier l'acier ? Avec quoi ?

197	Riwana	Mélangeur.
198	Celia	Un aimant.
199	Prof	Un aimant bravo car c'est un matériau.
200	Alexis	Energique.
201	Prof	Non.
202	Julien	Métallique.
203	Prof	Métallique et ferreux, c'est un métallique ferreux les deux sortes de plastiques ce sont séparés dans l'eau le plastique opaque qui était en couleur.
204	Jazone	Flotte.
205	Prof	Flotte bravo. Alors que la plastique transparent c ?
206	Jazone	Coule.
207	Prof	Coule et flotte, ils se séparent parce qu'ils n'ont pas la même ?
208	Yacine	Poids.
209	Prof	Non Yassine.
210	Yacine	Couleur.
211	Prof	Non.
212	Julien	Densité.
213	Prof	Densité très bien, donc cette petite fiche vous allez la coller dans votre cahier et vous allez écrire la leçon les enfants, est-ce que vous pouvez tous mettre votre prénom sur la feuille on va faire des photocopies on les collera plus tard d'accord, en attendant je vais vous mettre la leçon au TBI vous allez donc à recopier dans vos cahiers d'accord. La leçon : Comment trier facilement les déchets ? « Le tri sélectif sépare les objets en fonction des matériaux qui les constituent. Les morceaux de canette de fer ont pu être triés grâce à un aimant car le fer est magnétisable et non les plastiques. Les morceaux de plastiques opaques et transparents ont pu être séparés car certains flottent et d'autres coulent : ils n'ont pas la même densité. Le magnétisme et la densité sont deux propriétés des matériaux ».
214	Yacine	On fait le titre à combien de carreaux.
215	Prof	D'habitude vous mettez le titre à ?
216	Yacine	A cinq carreaux.
217	Prof	Donc à cinq carreaux, vous mettez le titre vous passez une ligne et en dessous vous écrivez la leçon, j'ai mis le titre en gros et j'ai mis les mots importants en rouge, attendez je vais agrandir il y a le soleil aussi.

Annexe 32. Fiche activité distribuée aux élèves (séquence 6).

Alexis.

[FICHE ACTIVITÉ 1]
Trier ses déchets

LE DÉFI

❶ Réalise le schéma de la première étape de tri expérimenté. N'oublie pas les légendes.

Canette de soda

❷ Réalise le schéma de la seconde étape de tri expérimenté. N'oublie pas les légendes.

Eau polluée par des déchets ménagers.

❸ Conclusion : complète le texte avec les notions que tu as apprises pendant ton expérience.

On peut trier l'acier avec un aimant..... car c'est un matériau ferreux .
 Les 2 sortes de plastiques se sont séparés dans l'eau : le plastique de couleur blanche...
 alors que le transparent coule..... Ils se séparent parce qu'ils n'ont pas la même
densité..

Annexe 33. Evaluation des acquis des élèves sur le tri des déchets (séquence 6).

Alerciame

13/20

ECA

Bien mieux.

Évaluation Sciences : tri des déchets.

1) Pourquoi trie-t-on les déchets ? 1
7/3

pour pas polluer la planète et économiser l'énergie - argent -

2) Que deviennent les déchets triés ? 2/4

les grands pots et des matelas et des bouteilles transparentes
ou opaques. ils sont recyclés pour faire de nouveaux objets
nouveaux matériaux

3) Comment peut-on séparer le plastique opaque du plastique transparent ? 3 2/5

avec de l'eau

mélange

l'eau

flottent = opaques

coulent = transparents

4) Quelles sont les choses (matériaux) que l'on peut mettre dans la poubelle de tri ? 7/8

transparents

des papiers

des bouteilles

des cartons

des verres

des canettes métal

5) Comment puis-je éviter de jeter des déchets ménagers (épluchures, trognons, restes de repas) ?

avec un composteur - Composteur
avec un camion - (donner aux animaux) -

Annexe 34. Transcription de l'entretien semi-directif mené avec l'enseignant E.

Date d'entretien : 1/12/2017

Heure : de 13h15 à 13h30

A.B : Aicha BARROUDI

Prof : Professeur

1	A. B	Bonjour.
2	Prof	Bonjour.
3	A. B	On va parler un peu sur la séquence que vous avez fait avec vos élèves.
4	Prof	Oui.
5	A. B	Tout d'abord je vous remercie beaucoup.
6	Prof	Il n'y a pas de souci. C'était compliqué parce que j'étais malade, donc pour le suivi c'est compliqué.
7	A. B	Oui je comprends, je suis désolée de vous avoir dérangé à chaque fois.
8	Prof	Non c'est pas grave.
9	A. B	Merci, donc on entend actuellement parler dans l'enseignement des sciences de la démarche d'investigation, c'était ce type de démarche que vous avez fait ici ?
10	Prof	Ben je pense que c'est la démarche observation, c'est ce qu'on appelle la démarche OHERIC vous connaissez ? observation etc.
11	A. B	Vous voulez dire OHERIC ?
12	Prof	OHERIC c'est le nom principe oui c'est ça.
13	A. B	Oui c'est ça, pouvez-vous m'en parler un peu ?
14	Prof	Ben c'est les différentes étapes, c'est l'observation, l'émission d'hypothèses. Expérimentation, après il y a le feed back à la fin voir si j'ai bon si j'ai pas bon pour émettre des nouvelles hypothèses ou pas. C'est généralement dans toutes les séances de sciences.
15	A. B	D'accord, lorsque vous avez fait cette séquence, c'étaient quoi les hypothèses ?
16	Prof	L'hypothèse qui est à tester, dans la première est-ce que je vais pouvoir trier les objets métalliques grâce au magnétisme. Et la deuxième c'est je vais pouvoir séparer les différents plastiques avec la différence de densité. Pour les enfants c'est trop compliqué au cycle 3, ils comprennent par l'observation des résultats de l'expérience justement des choses qui flottent et des choses qui coulent.
17	A. B	D'accord, donc selon vous qu'est-ce que vous appelez expérience ?
18	Prof	L'expérience, ben, c'est de vérifier c'est la vérification d'hypothèses à partir d'un supposé.
19	A. B	D'accord, donc c'est mettre à l'épreuve une hypothèse, c'est ce que vous voulez dire ?
20	Prof	Oui.
21	A. B	Est-ce que vous trouvez qu'elle y'a une différence entre expérience et manipulation ?
22	Prof	Il peut y avoir de manipulations dans d'autres domaines où il y a l'entraînement des choses comme ça, c'est plus simplement des manipulations où on peut faire ressentir des choses aux enfants par la manipulation quoi, par les classes maternelles etc. Mais au niveau de l'expérimentation il y a la démarche, ils ne savent pas ce qu'on va observer ils connaissent pas le résultat à l'avance. L'expérimentation c'est surtout en sciences, ils vont émettre des hypothèses, ils vérifient. La

		manipulation est différente, on leur donne l'étape de l'hypothèse on leur donne les présupposés c'est nous qui leur donnons.
23	A. B	D'accord, dans cette séquence donc c'étaient des manipulations ou des expériences ?
24	Prof	Il aurait fallu passer un peu plus de temps sur l'observation des photos pour en découler des propositions d'expériences mais avec le temps limité, on n'a pas le temps, dans un temps précis on est obligé de les aider à émettre les hypothèses, après certains font de mêmes mais pour les autres il y en a d'autres si on les aide pas de toute façon ça vient pas tout de suite quoi.
25	A. B	D'accord, donc dans cette séquence vous voyez que c'étaient des expériences ?
26	Prof	On peut considérer c'étaient des expériences à partir du fait que d'après les photos, les hypothèses pouvaient découler de l'observation des photos, on pouvait émettre l'hypothèse et la vérifier par l'expérience. Mais c'est vrai qu'on était allé vite sur les étapes par rapport à une vraie démarche expérimentale parce que il y a ben il y a un programme à respecter il y a les contraintes de temps.
27	A. B	D'accord, comment vous avez fait pour obtenir le matériel expérimental que vous avez utilisé ?
28	Prof	C'est moi qui les fabriquer.
29	A. B	D'accord, donc il y a le problème d'obtention du matériel expérimental ?
30	Prof	Si, en général dans toutes les séances il y a pas des expériences qu'on peut faire mais il y a toujours le problème du matériel. On n'a pas de banque ici on n'a pas de ressources particulières à l'école, il faut en primaire en maternelle qu'on fabrique son matériel sur la plupart du temps.
31	A. B	D'accord, vous avez mis les élèves en groupes, pour quel intérêt selon vous ?
32	Prof	Oui, ils sont toujours en groupes.
33	A. B	C'est pour toujours, d'accord.
34	Prof	En groupes, c'est plus facile parce que déjà on pourrait pas expérimenter, de toute façon l'expérimentation au niveau de la place pas suffisamment de place, et après en groupes ils échangent ils expriment leurs points de vue.
35	A. B	Et aussi pour le matériel je pense que c'est plus pratique.
36	Prof	Oui la contrainte de matériel, on pourrait faire des binômes ou des choses comme ça mais on n'a pas assez de tables c'est ça, ça sera compliqué. Après il y a ça, dans certains cas c'est bien de découvrir seul, ensuite on peut expérimenter une première fois mais dans l'absolu c'était comme ça, ça serait très compliqué au niveau du temps. Alors en sciences c'est comme ça, en collège ils travaillent les TP les choses comme ça les travaux pratiques ils les font toujours en groupes à deux à trois à quatre ça dépend.
37	A. B	D'accord, donc quel est l'objectif de l'expérience ? est-ce seulement de trier les déchets ou de comprendre les notions scientifiques que vous mobilisé, le magnétisme et la densité ?
38	Prof	L'objectif la problématique c'est trier les déchets, ils vivent plutôt ça. Après les notions scientifiques, elles sont vues une première fois, on n'a

		pas fait une leçon sur le magnétisme on n'a pas fait une leçon sur la densité. Mais c'est donc c'est des notions dures qu'on est obligé de les expliquer aux enfants pour pouvoir obtenir le résultat final du tri des déchets.
39	A. B	Donc c'était la première fois d'introduire ces notions ?
40	Prof	Le magnétisme je pense qu'ils ont déjà vu une fois déjà dans leur scolarité. La densité non c'est une première approche.
41	A. B	D'accord, est ce qu'en exécutant ces expériences, les élèves gardent le problème de départ en tête ?
42	Prof	Le problème c'est comment je peux trier les déchets, après au moment de l'expérience en tant que telle ils vivent plus l'expérience détachée du problème. Après dans la conclusion on revient à l'hypothèse de départ qu'on a vérifié est ce qu'on a réussi à trier les déchets ou non.
43	A. B	D'accord, donc pas forcément qu'ils gardent le problème de départ en tête ?
44	Prof	Non, pas obligé qu'ils le gardent toujours en tête parce qu'ils sont des élèves de primaire, ils ont besoin d'avoir l'esprit libéré ils sont pas capables de traiter plusieurs informations en même temps.
45	A. B	D'accord, est-ce que l'expérience amène à votre avis à résoudre le problème qui a été posé au préalable ?
46	Prof	Alors dans ce cas-là oui on essaye de faire en sorte que ça marche. Généralement, les expériences quand c'est faisable ça marche bien et ça emmène les élèves avec nous parce qu'ils sont dedans ils veulent participer ils veulent comprendre ils sont motivés. Donc, avant moi quand je travaille sur la germination par exemple des graines, il y a des certaines hypothèses qui n'étaient pas bonnes qui étaient formulées par des enfants mais je leur laisse tester. Pour voir justement que ça fonctionnait pas, donc ils devaient refaire une autre hypothèse etc. Après c'est dans justement la discussion qu'on peut voir si ils ont compris vraiment l'expérimentation.
47	A. B	D'accord, quelle est l'importance d'après vous de schématiser les expériences mises en place ?
48	Prof	Le schéma ça permet de simplifier sa pensée. C'est plus simple à retenir ben à exprimer parce qu'ils ont des difficultés à faire des phrases surtout dans le milieu dans lequel on exerce, c'est une autre contrainte, donc le schéma c'est moins de contrainte.
49	A. B	D'accord, dernière question quelle est la fonction des deux expériences ? les expériences servent à quoi ?
50	Prof	Ben, elles servent à vérifier qu'on est capable de trier des déchets et ce qu'on est capable de réussir le défi c'était de trier sans y mettre les mains. L'hypothèse c'était de réussir à trier différents déchets qui étaient proposés sans y mettre les mains.
51	A. B	D'accord, merci beaucoup je vous suis reconnaissante.
52	Prof	Il y a pas de souci si vous voulez si vous avez quelque chose à relire à la fin avant de présenter vos examens vous pouvez repasser pour que je relise avec vous.
53	A. B	Merci beaucoup, c'était très gentil de votre part.

Annexe 35. Transcription de la séquence 7 (séance 1 et 2) portant sur le tri des déchets (recueil de 2022).

Séance 1

Date d'observation : 03/05/2022

1	Moi	Bonjour, vous allez bien les enfants
2	La classe	Oui
3	Moi	Je suis Mme Barroudi je vais assister avec vous aujourd'hui.
4	Prof	Je vous ai dit ce matin, donc Mme Barroudi va se mettre au fond et alors elle va intervenir c'est juste pour regarder la séance. Alors on attend encore cinq minutes parce qu'il n'y a pas encore tout le monde. Alors vous prenez une nouvelle page cahier de sciences on commence une nouvelle séance page blanche et donc vous écrivez en titre : comment trier facilement les déchets et vous soulignez en rouge. On est assis on a sorti son cahier de science on écrit le titre on souligne en rouge ça n'a pas encore sonné ça sonne dans une minute, on se prépare. Alors vous avez écrit le titre, cette séance on va parler des déchets d'accord. Alors dans la classe ça vous a pas échappé que vous avez deux poubelles différentes, tu pose la main j'ai même pas encore poser ma question. On a une poubelle rouge, une poubelle...
5	La classe	Noire
6	Prof	La poubelle rouge elle sert à quoi ? on lève la main. Kaylis.
7	Kaylis	Ça sert à jeter les papiers les bouteilles d'eau les feuilles.
8	Prof	Alors la poubelle rouge tu dis quoi ?
9	Kaylis	Elle sert à jeter les papiers les bouteilles d'eau les feuilles les briquettes les stylos.
10	Prof	D'accord, Marouane.
11	Marouane	C'est tous les produits recyclables.
12	Prof	D'accord, ce qui a cité Kaylis c'est bien c'est juste c'est pour jeter Marouane nous dit les produits recyclables. Et la poubelle noire c'est pour jeter quoi ? Fati.
13	Fati	Les mouchoirs, les stylos, de la colle.
14	Prof	Oui, Yasmine tu veux dire.
15	Yasmine	Les produits non recyclables.
16	Prof	Alors on a une poubelle pour jeter les produits qui peuvent être recyclés et une poubelle pour les produits non recyclés. Ça veut dire quoi recyclés, c'est quoi les produits recyclés ? pourquoi on les jette dedans ? on lève la main. Islam.
17	Islam	Parce que après on peut les réutiliser.
18	Prof	Parce que après on pourra les réutiliser, oui tu voulais dire quelque chose ?
19	Mohamed	ça sert à fabriquer des choses.
20	Prof	Oui ça sert à refabriquer des choses, oui Aymen.
21	Aymen	ça sert à trier les choses qui sont en plastique et qui ne sont pas en plastique.
22	Prof	D'accord ça sert à trier les choses qui sont en plastique et ce qui ne sont pas en plastique. Je vais vous donner une petite fiche, une

		affiche un petit document je vais vous laisser un petit temps pour le regarder et vous allez m'écrire sur votre cahier ce qui indique cette image ce qu'elle représente et en dessous vous allez m'écrire une petite réponse de votre réponse personnelle, donc on avait déjà répondu un petit peu, on va voir si vous avez tous bien écouté. Pourquoi on trie les déchets d'accord, donc je vous distribue cette petite fiche. (Elle projette la fiche au TBI) Alors ça c'est la fiche que je viens de vous donner mais en couleur. Question : qu'indique cette image ? Il y en a qui ont été imprimés en recto verso ça c'est une erreur de la photocopieuse. Normalement il y a le nombre exact qui n'a pas eu la feuille ? Maintenant on se tait, alors on lève la main, donc ici vous avez une image, une affiche tu veux la lire ? alors vas-y on t'écoute.
23	Zakarya	Verre.
24	Prof	Vas-y Kaylis la suite.
25	Kaylis	Magazines journaux, en général petits cartons et emballages de carton.
26	Prof	Très bien, Islam la suite.
27	Islem	Magazines journaux
28	Prof	Il vient de le lire tu suis pas, Saissi
29	Sissi	Bouteilles et flacons avec leur bouchon.
30	Prof	Oui très bien, alors j'ai ramené un petit sachet vous allez essayer de me dire ce qu'on pourra jeter ici recyclable , ce qu'on pourra jeter ici non recyclable. Une bouteille, facile Fatima
31	Fatima	Poubelle rouge.
32	Prof	Oui très bien, un sachet en plastique, Aymane.
33	Aymen	Rouge
34	La classe	Non
35	Prof	Kaylis.
36	Kaylis	Noire.
37	Prof	Oui, ça c'est, on regarde un petit peu c'est emballage,
38	La classe	Noir.
39	Prof	Oui, est-ce que ça c'est un magazine ? on lève la main, Marouane.
40	Marouane	Noire.
41	Prof	Oui c'est un sachet qui est emballé. Un sachet de farine de blé en plastique. Saissi.
42	Sissi	La poubelle rouge.
43	La classe	Non.
44	Prof	Ça c'est pas c'est un emballage en plastique, c'est non recyclable. Ici
45	Hamed	Non recyclable.
46	Prof	Oui c'est non recyclable. Une bouteille de sauce tomate en verre. Ayoub.
47	Ayoub	Non recyclable.
48	La classe	Non c'est recyclable.
49	Prof	C'est recyclable oui. Les canettes, on lève la main. Maria.
50	Maria	Poubelle noire.
51	Adem	Non rouge.

52	Prof	Oui, on lève la main une canette Orangina.
53	Mohamed	Non oasis.
54	Prof	Oui oasis c'est pareil. Mais arrête de créer tu lèves ta main.
55	Marouane	C'est recyclable.
56	Prof	Oui recyclable. Bouchon de liège.
57	Adem	Oui j'en avais chez moi.
58	Charlie	Noire.
59	Prof	Attention bouteille de lait, qui je fais interroger, Kori
60	Kori	Recyclable.
61	Prof	Oui c'est recyclable, mon papier d'emballage carton de tomates.
62	Yasmine	Rouge.
63	Prof	Oui rouge, des produits entretien ménagés. Fatima.
64	Fatima	Rouge.
65	La classe	Noire.
66	Prof	Alors attention il y a des emballages certains emballages comme ça de bouteilles sont recyclables et là attention c'est un produit dangereux chimique pour l'environnement. Quand c'est des produits dangereux pour l'environnement on peut pas les mettre n'importe où, attention. Ici un pot de Yaourt, ça va se mettre où un pot de Yaourt ? on lève la main, restez assis. Maria.
67	Maria	Rouge.
68	La classe	Non c'est noir.
69	Prof	Oui c'est noir. Alors vous avez votre feuille, vous allez écrire la réponse que vous pensez dans votre cahier. Donc vous avez le guide c'est quoi exactement.
70	Ayoub	On doit la coller.
71	Prof	Vous pouvez la coller oui dans votre cahier de science à côté. Alors, Vous m'écrivez une phrase réponse, qu'indique cette image et pourquoi trie-t-on ? On écrit les questions et on répond.
72	Ines	Madame, on écrit ce que vous avez écrit ?
73	Prof	Ben, vous écrivez les questions et vous y répondez. Alors qu'est ce qui a une réponse ? Ayoub.
74	Ayoub	J'ai écrit les déchets recyclables et les déchets non recyclables.
75	Prof	Très bien, les déchets quoi ?
76	Ayoub	Les déchets recyclables les déchets non recyclables.
77	Prof	Ça indique aussi les déchets non recyclables ? non ça c'est que, ça indique aussi les non recyclables là ?
78	La classe	Non.
79	Prof	Alors ça indique quoi ?
80	Aymen	Les déchets recyclables.
81	Prof	Voilà, ça indique juste les déchets recyclables. Alors elle représente juste ce qu'on a le droit de jeter dans la poubelle recyclable. Ça s'appelle comment ?
82	Aymen	Le tri.
83	Prof	Le tri, c'est le tri sélectif. Donc on va écrire elle présente ce qu'on a le droit de jeter dans la poubelle. Alors chez vous la poubelle qui est recyclable elle est de quelle couleur ?
84	La classe	Jaune.

85	Prof	Oui dans la poubelle jaune en fait, nous on a une rouge mais chez vous c'est la poubelle jaune qui est recyclable. Et alors pourquoi trie-t-on ? Je crois que c'était Aymen qui avait répondu à la question. Pourquoi trie-t-on ?
86	Kaylis	Pourquoi trie-t-on parce que si on trie pas les déchets ça pollue la planète.
87	Prof	C'est vrai, ça pollue la planète, et pourquoi ça pollue la planète ?
88	Kaylis	Parce que....
89	Prof	Dans quelle mesure le fait de trier ça pollue pas ?
90	Alâa	Parce qu'ils vont ramasser les trucs recyclables.
91	Prof	Ils ramassent aussi les trucs non recyclables, donc pourquoi ?
92	Marouane	Parce que si pas recyclables on trie parce que après ça pollue la planète et ça part dans l'océan.
93	Prof	C'est vrai que ça participe à la pollution et le fait donc de récupérer pour recycler c'est quoi en fait ? ça permet de quoi ?
94	Inaya	ça permet de reprendre le même truc.
95	Prof	C'est quoi recycler ? ça veut dire quoi au final recycler ?
96	Aymen	Pour réutiliser.
97	Prof	Très bien pour réutiliser, et on a dit tout à l'heure Marwane ?
98	Marouane	Pour ne pas polluer la planète.
99	Zakarya	On peut fabriquer des choses.
100	Prof	Oui très bien, c'est vrai vous avez tous raison c'est pour pas polluer et pour fabriquer de nouveaux objets. C'est la réponse qu'on va faire. Est-ce que Ahmed tu peux nous faire une phrase avec ce qu'on vient de dire ? Alors pourquoi trie-t-on ? parce que ?
101	Hamed	Pour réutiliser, alors fais-moi une phrase correcte. Alors parce que les d
102	Prof	Alors fais-moi une phrase correcte. Alors parce que les déchets vont être ?
103	Hamed	Recyclés.
104	Prof	Oui recyclés, alors c'est-à-dire qu'ils vont servir à ?
105	Aymen	Fabriquer des nouveaux trucs.
106	Prof	A fabriquer de nouveaux objets on va dire. Alors je vais vous montrer une petite vidéo, le son n'est pas très fort alors vous allez vraiment pas faire du bruit. J'ai dit on utilise une nouvelle feuille, on prend une nouvelle page, c'est une autre leçon, on commence une nouvelle leçon c'est une nouvelle page on écrit pas à la suite. Alors vous vous tournez tous par ici quand vous avez terminé, est-ce que vous voyez bien ?
107	La classe	Oui
108	Prof	Alors, le son n'est pas propre je veux aucun bruit sinon vous allez rien écouté. J'ai pas l'attention de tout le monde, ça veut dire quoi ce logo ? Le logo rond avec deux flèches bleue et blanche, est-ce que vous savez ce logo ? à quoi il fait référence ?
109	Ayoub	Pour les objets recyclables.
110	Prof	Et ben non, justement c'est quoi ça ? Ce logo là ne veut pas dire que ce matériel est recyclable. Ça veut dire quoi ? Marouane.
111	Marouane	Pour renouveler, mettre un truc de nouveau.
112	Prof	Pas vraiment. Et ben on écoute bien.

		Le film : « Depuis 1992 les zones industrielles doivent financer les xxx de leurs emballages, ils portent alors ce petit logos, attention cela signifie c'est pas forcément que l'emballage est recyclable mais que l'industriel xxx. Nous sommes ici au centre de tri d'Hebri Sercel chaque jour les camions belges déchargent dans cette fosse 150 tonnes de déchets, mais attention uniquement des emballages le contenu de notre xxx jaune depuis cette fosse. Regardez les emballages sont entraînés par un tapis roulant jusqu'à la chaîne de tri, et là-haut c'est un travail dur d'abord un trieur enlève à la main les cartons et les gros objets qui peuvent bloquer la chaîne de tri. Les emballages passent ensuite pour une table ferrant pour être débarrasser de la poussière et de tous les petits déchets de verre via un gros aimant qui récupère tous les emballages en fer, les autres passent sur une table qui les sépare selon leur forme les papiers les cartons à côté les bouteilles en plastique et les bidons mais ça ne suffit pas il faut encore affiner le tri à la main si vous avez mal trier vos ordures ça complique encore le travail. Les emballages sont ensuite regroupés par grande catégorie xxx qu'on appelle déballe et voilà. Alors en fonction de leur contenu les balles sont ensuite envoyées dans une usine très spécialisée où ils seront recyclés. Avec le plastique par exemple on peut fabriquer des fibres polaires qu'on retrouve dans mon bonnet dans mon écharpe ou mon gilet, à ton avis combien de plastique polaire pour ce gilet en polaire ? Vingt-cinq vingt-six vingt-sept. Et ce n'est pas tout avec le plastique transparent des bouteilles d'eau ou de soude on fait pas non seulement des fibres polaires on fait également des rembourrages par exemple pour les oreillers ou pour les couettes, on trouve autre chose avec le plastique opaque des bouteilles de lait ou produits nettoyants on fabrique par exemple des tuyaux pour les canalisations des pots de fleurs des gros pots de fleurs et des bidons, et si on on recycle jamais c'est pour économiser de l'énergie ». Alors là c'est le contenu de notre poubelle jaune, c'est-à-dire tous les déchets comment ? Ayoub.
113	Ayoub	Recyclables.
114	Prof	Recyclables, alors à votre avis le contenu de la poubelle jaune ça devient quoi ? Ayoub.
115	Ayoub	Ils vont les réutiliser.
116	Prof	Oui ils vont réutiliser, Marouane.
117	Marouane	Ils vont casser bien et après ils vont faire quelque chose de nouveau.
118	Prof	Alors à votre avis, comment ça va être trier ces déchets ? vous voyez dans la vidéo. On trie comment le contenu de la poubelle jaune ?
119	Maria	Quand on trie ben on met tous produits recyclables.

120	Prof	Oui, alors on va écouter. Vous avez repris comment ça s'appelle les cubes qui sont compactés ?
121	Kori	Les balles.
122	Prof	C'est les balles. Alors je veux rien entendre je vais la passer une deuxième fois, écoutez bien d'accord, je veux que vous reteniez les étapes. Alors, vous avez retenu.
123	La classe	Oui.
124	Prof	Alors, vous allez écrire question que devient le contenu de ma poubelle jaune ? elle est envoyée dans une usine qui s'appelle comment ? alors que devient le contenu de la poubelle jaune ?
125	Ayoub	Ils deviennent des balles et après ils vont être transmis dans un ?
126	Prof	Avant de devenir des balles, j'ai ma poubelle jaune, le petit camion il prend ? il va où ? Marwane.
127	Marouane	Il part dans une usine.
128	Prof	Oui une usine de quoi ?
129	Marouane	Qui recycle tous les trucs.
130	Prof	Oui.
131	Marouane	Et après ils vont mettre tout dans une machine, et après des petites machines qui trient les papiers les feuilles.
132	Prof	Très bien, donc il est trié par des machines et des personnes pas que des machines. Il est trié par des machines par des personnes dans une usine appelée le centre de tri. C'est le centre de tri d'accord.
133	Adem	On peut pas noter poubelle rouge, parce que nous c'est poubelle rouge.
134	Prof	Non mais la poubelle rouge c'est dans l'école sinon c'est des poubelles jaunes poubelles recyclables.
135	Fatim	Maîtresse moi chez moi j'ai rouge.
136	Prof	Alors vous notez poubelle recyclable, si vous en avez des rouges alors vous notez poubelles recyclables. Alors vous avez vu dans l'image tout est collecté par des machines, donc on les trie on trie le contenu de la poubelle jaune, alors comment on va trier ? on va trier on va faire des petits ? Oui Marouane.
137	Marouane	On va faire des petits groupes.
138	Prof	Oui des groupes.
139	Marouane	Feuilles, papiers, plastiques.
140	Prof	Très bien, donc on recycle en triant donc tu m'as dit plastique, feuilles, cartons, d'accord. Qui peut me citer les différents matériaux qu'on va trier, on va séparer quoi de quoi ? Donc ici Marouane nous a dit les plastiques les cartons.
141	Fatima	Les papiers.
142	Prof	Oui cartons c'est avec papiers, papiers c'est avec cartons. Voilà donc les cartons, les plastiques.
143	Yasmine	Les bouteilles.
144	Prof	Alors les bouteilles c'est plastique.
145	Mohamed	Le verre.

146	Prof	Le verre. Alors vous avez oublié quelque chose ?
147	Rosalinda	Les canettes.
148	Prof	Oui c'est les métaux, de l'aluminium du fer et par contre les plastiques vous avez vu ils font des balles. Il y a deux types de balles, donc il y a des plastiques ? Ayoub.
149	Ayoub	Des
150	Prof	Non, les balles c'est que des plastiques mais il y a deux types de plastiques.
151	Islem	Cartons.
152	Prof	Non.
153	Fatima	Des plastiques de bouteilles d'eau.
154	Prof	Oui c'est vrai il y a le plastique des bouteilles d'eau, Ayoub.
155	Ayoub	Les emballages.
156	Prof	Non, il y avait deux types de balles avec que du plastique, il y avait plastique bouteille. Fatim.
157	Fatim	Du souda.
158	Zakarya	Des bouteilles de lait.
159	Prof	C'est quoi la différence entre ces deux plastiques ? (Elle montre les deux types de plastiques). On lève la main, c'est quoi la différence entre ces deux plastiques ? visuellement ça se voit. Aymen.
160	Aymen	La bouteille de l'eau est transparente, la bouteille de lait n'est pas transparente.
161	Prof	Aymen il nous dit il y a du plastique transparent c'est la bouteille d'eau et du plastique non transparent c'est la bouteille de lait. Non transparent il y a un terme, est-ce que vous connaissez le terme pour dire que ce n'est pas transparent ? si c'est pas transparent c'est ? Marouane.
162	Marouane	Noire.
163	Prof	Non, quand c'est pas transparent on appelle ça comment ? Alors pour dire non transparent le terme c'est opaque, d'accord. Alors, comment trie-t-on le contenu de la poubelle jaune, on va dire on sépare les métaux les cartons. Qui peut me faire une phrase, vas-y Marouane tu fais une phrase.
164	Marouane	On trie le papier.
165	Prof	Oui on trie le papier on sépare le papier.
166	Marouane	Les feuilles.
167	Prof	Alors tout ça feuilles papiers c'est les cartons.
168	Marouane	Les métaux.
169	Prof	Oui on va faire plus général, donc il y a les cartons il y a les métaux et les plastiques, mais attention, les plastiques on va séparer les plastiques transparents et les plastiques opaques. Alors opaque, je vais vous le mettre en lexique, un objet opaque c'est un objet dont il est impossible de voir au travers. Vous notez la définition tout en bas de page. Alors sur quels critères on va séparer les emballages ? c'est par quel critère on va faire le tri ?
170	Sissi	La fonction.
171	Prof	C'est sûr ? Est-ce que c'est sûr leur fonction ? Alors on va trier les objets sur quels critères. Est-ce qu'on sépare les emballages en

		fonction de leur fonction ? par exemple est-ce que je peux dire tout ce qui est pour boire je les mets d'un côté.
172	Marouane	Ben oui.
173	Aymen	Ben non.
174	Marouane	Si les trucs par exemple le carton on le met ici.
175	Prof	Est-ce que les deux vont dans le même ? (Elle montre une bouteille d'eau et une canette de soda).
176	La classe	Non.
177	Prof	Et pourtant c'est une bouteille d'eau et une canette de soda, donc est-ce qu'on peut dire que tout ce qui est pour boire les emballages pour boire on les met ensemble.
178	Kori	Non parce que c'est pas pareil.
179	Prof	Donc on les trie pas avec leur fonction, on les trie en fonction de quoi ? Donc ça s'appelle comment ? c'est en fonction de leur ?
180	Marouane	Composition ?
181	Prof	Oui leur composition ben oui leur composition, en fonction de la matière d'accord donc c'est selon leurs matériaux. Donc les emballages sont séparés selon leurs matériaux et non selon leur fonction. Alors vous avez entendu à la fin de la vidéo que deviennent donc les plastiques opaques et les plastiques transparents, on lève la main. Aymen.
182	Aymen	Les opaques ça devient par exemple des pots de fleurs.
183	Prof	Bien.
184	Aymen	Et les transparents ça devient des coussins ou des couvertures.
185	Prof	Oui c'est bien, donc les plastiques opaques vont être utilisés pour fabriquer des pots de fleurs en plastiques et bien sûr des bidons, on les utilise aussi pour faire des tuyaux pour les canalisations et les plastiques transparents ils vont être utilisés pour fabriquer ?
186	Aymen	Fabriquer des coussins des couvertures et aussi des manteaux.
187	Prof	Oui donc des vêtements d'hiver.
188	Aymen	Des écharpes.
189	Prof	Voilà c'est bien. Alors on va faire cette phrase réponse là. Alors je vous laisse noter la phrase réponse. Les plastiques opaques sont utilisés pour fabriquer des bidons des pots de fleurs des canalisations des vêtements d'hiver, etc. Alors je vais vous donner un petit document, c'est ce qui reprend en fait la petite vidéo. Dans la centrale de tri vous avez plusieurs étapes, et vous pouvez le coller à la suite. Alors on va faire une petite expérience maintenant, donc le petit document que je vous ai donné c'est la petite synthèse de la vidéo qu'on vient de voir, c'est une centrale de tri où on vous explique toutes les étapes donc étape 1 étape 2 étape 3 étape 4 étape 5 étape 6, donc l'étape 1 vous voyez je vais peut-être la mettre en couleur comme ça vous allez bien voir. Alors on regarde tous ici, dans la première image vous avez les emballages tous les emballages de notre poubelle jaune de notre poubelle recyclable, ils sont tous entraînés par un tapis roulant qui va aller jusqu'à la chaîne de tri. Donc tous les petits déchets ils vont remonter dans le tapis roulant pour arriver à la chaîne de tri d'accord. Arrivé à la chaîne de tri,

		on va avoir un énorme aimant qui va récupérer tous les emballages en fer, d'accord. Ensuite on va avoir en 3 les briques et les cartons qui partent d'un côté et les bouteilles en plastique et els bidons qui vont partir d'un autre côté d'accord. Donc on va trier les cartons les briques ici et les bouteilles en plastique et les bidons de l'autre ok. Ensuite on va affiner le tri à la main, ici vous avez plus des machines vous avez des personnes qui vont aussi trier les déchets, d'accord. Avec les plastiques transparents donc des bouteilles, vous voyez que après elles sont mis dans des petits cubes comme ça s'appelle les balles, en fait ça compresse c'est des machines qui compresse fortement les déchets pour en faire des petits cubes, les cubes ça s'appellent els balles. Donc avec les plastiques transparents on va pouvoir fabriquer des vêtements polaires et des rembourrages pour les oreillers et avec les plastiques opaques donc les bouteilles de lait etc., on va fabriquer des tuyaux pour les canalisations, des gros pots de fleurs et des petits bidons. Donc là vous avez le plastique transparent pour faire les couettes les oreillers et là vous avez le plastique opaque pour fabriquer des canalisations des tuyaux des pots et des bidons d'accord. Vous collez votre feuille. Maintenant on va faire une petite expérience, on va avoir donc vous voyez sur ma petite table j'ai mis plusieurs types e déchets, je vous montre rapidement, j'ai coupé des petits morceaux de plastiques, il y a des morceaux de plastiques transparents des morceaux de plastiques opaques, des petits bouts de canettes d'accord. J'ai aussi une boîte de conserve, par contre vous vous doutez bien qu'elle est un peu dur à découper. Donc j'ai pas découpé des petits morceaux d'accord mais vous avez donc on imagine cette boîte de conserve qui est en fer on va essayer avec tous ces éléments-là, donc vous avez les déchets métalliques les déchets plastiques. Je vais remplir ici mon bac avec de l'eau donc vous avez trois types de déchets et on a vu que ces déchets ils vont être triés et vous votre devoir votre défi ça va être de trouver l'expérience que vous pensez être la bonne pour séparer ces déchets donc faire séparer tous ces matériaux mais sans que la main de l'homme intervient, c'est-à-dire vous devez faire en sorte de trouver une expérience pour que ces trois types de déchets se séparent automatiquement mais sans les toucher. Je vais vous donner une feuille, quand vous avez une idée vous levez la main et vous allez tester, parce que en fait on a pas la matériel pour tout le monde donc je vais vous donner une petite feuille pour faire un petit schéma, quand vous avez une idée en tête vous allez lever la main vous allez venir à la table et vous allez tester ce que vous pensez être.
190	Aymen	J'en ai déjà une idée.
191	Prof	On va quand même laisser réfléchir les autres. Je répète le matériel que vous avez, donc vous allez voir tout le matériel que vous avez, vous avez un bac je vais le remplir d'eau, vous avez plusieurs matériaux à séparer donc grâce au matériel que vous avez à disposition vous devez trouver comment séparer ces déchets, donc déchets plastiques opaques ou transparent et toutes les boîtes de

		conserve. Vous devez essayer de les séparer pour les recycler mais sans les toucher d'accord. Donc vous avez trois matériaux différents à essayer de séparer mais pour que ça se fasse automatiquement, il faut trouver une technique en fait pour arriver à les séparer mais sans qu'on est besoin de personnes qui trient manuellement chaque bouteille en plastique qui prend les bouteilles en plastique qui les met d'un côté, qui prend les bouteilles en plastique opaque qui les met d'un côté sans qu'on est besoin d'homme pour les trier. Vous devez trouver une expérience avec les matériaux que vous avez à disposition pour séparer ces matériaux d'accord.
192	Aymen	Maîtresse quand vous dites isoler c'est trier.
193	Prof	Oui isoler c'est trier. Alors vous devez isoler le plastique opaque du plastique transparent, vous avez des aimants alors j'en ai deux, et vous avez un bac rempli d'eau. Alors vous allez en récréation, vous vous rangez correctement devant la porte.

Séance 2

Date d'observation : 10/05/2022

1	Prof	On va faire les sciences on va terminer ce qu'on était en train de faire la semaine passée. Alors pour se rappeler un petit peu ce qu'on a vu la semaine passée, on était arrivés à l'expérience. J'ai vous distribué des feuilles. Est-ce ce que tout le monde a eu cette feuille, vous avez collé la feuille la centrale de tri vous avez collé le défi. Alors qu'est-ce que peut faire un petit résumé de la première séance ? qui se rappelle un petit peu où on en était ? qu'est ce qu'on avait vu ? Aymen.
2	Aymen	On avait vu que le camion de déchets, qui prend les déchets au centre de tri.
3	Prof	Très bien.
4	Aymen	Et dans le centre de tri les personnes enlèvent les gros cartons qui peuvent bloquer la machine et après il y a un gros aimant qui récupère les métaux.
5	Prof	D'accord très bien.
6	Aymen	Ensuite, il y a deux points, il y a un point des opaques et un point des transparents.
7	Prof	D'accord et qu'est ce qui se passe avec le point des opaques, Oui.
8	Aymen	Et après il y a une machine qui trie les déchets, et après ça se transforme en balles
9	Prof	Très bien, ça se transforme en balles tu veux dire que la compression des petits cubes de balles et après ?
10	Aymen	Et après avec ça on peut faire avec les déchets opaques on peut faire des vases des gros vases des tuyaux et des bidons et les transparents on peut faire des coussins des couvertures ou des habits polaires.

11	Prof	Très bien, super. Quelqu'un peut ajouter quelque chose ? Marouane.
12	Marouane	En fait je sais pas trop, dans la centrale de tri ils mettent les trucs dans un tapis roulant et après il y a un côté qui prend les cartons les plastiques et les bouteilles et les bidons et de l'autre côté il y a un grand aimant et enlèvent tout ce qui en métal, et après il y a des personnes ils regardent si c'est bien trié et après avec tous ces trucs on peut faire des vases des bidons.
13	Alâa	On peut même fabriquer des vêtements polaires.
14	Prof	Ok, oui c'est ce qu'il a dit Aymen. Quelqu'un veut ajouter quelque chose ?
15	Ines	Il y avait aussi des plastiques opaques.
16	Prof	Oui et ça veut dire quoi opaque ? on lève la main. Ayoub.
17	Ayoub	C'est comme les trucs des bouteilles de lait.
18	Prof	Oui c'est quoi, ça veut dire quoi ? opaque c'est quoi la définition ? ça veut dire quoi ? Mohamed.
19	Mohamed	Opaque ça veut dire un truc qui n'est pas transparent.
20	Prof	Très bien oui qui n'est pas transparent.
21	Islem	Et ben en fait les trucs que Marouane a dit les déchets ils vont dans une grande usine, et après le tri ils fabriquent des couvertures des coussins des tuyaux et des vases.
22	Prof	D'accord ok bon. On a vu comment ça se passe dans l'usine on va essayer de comprendre comment le tri va s'opérer. Après le passage des déchets dans la déchiqueteuse donc il y a la déchiqueteuse qui broie le tout, à ce stade les papiers et les cartons ils ont été retirés par les opérateurs d'accord. Donc, j'ai proposé trois ateliers expériences d'accord pour chaque groupe. Alors vous allez être le groupe 1 ici le groupe 2 là bas le groupe 3 ici. Alors vous avez un ensemble de déchets découpés par on va faire semblant que c'était la déchiqueteuse, bon c'était nous on l'a découpé ensemble. Alors on a les déchets découpés par une déchiqueteuse, on a les bouchons, donc en fait on a du plastique opaque (elle montre) ça c'est du plastique opaque vous êtes d'accord.
23	La classe	Oui c'est couleur.
24	Prof	C'est coloré, donc on a du plastique opaque et ensuite on a des morceaux en plastique ?
25	La classe	Transparent.
26	Prof	Oui, alors on a les bouchons on a le plastique opaque le plastique transparent on a un déchet c'est une boîte on va dire c'est un déchet en ?
27	La classe	Métal.
28	Prof	Voilà, on a un bol on de l'eau et on a deux aimants d'accord donc vous avez ce matériel dans chaque groupe. Vous avez de l'eau un aimant un déchet métal des déchets plastiques opaques des déchets plastiques transparents, pareil pour là et un bol d'eau d'accord. Vu le matériel que vous avez à votre disposition, donc vous devez trouver comment vous allez séparer ces déchets pour les recycler mais vous devez trouver un moyen pour pas qui

		y'est d'opérateurs qui doivent le faire manuellement d'accord. Donc vous devez trouver un système pour les trier automatiquement sans qu'une personne sans qu'il y'est besoin d'opérateurs pour le faire manuellement, d'accord. Alors vous avez une petite feuille avec ici ça ça représente le déchet métallique d'accord donc vous avez la canette moi j'ai pas pris de canette parce que la canette elle était en aluminium, du coup on va mettre ce déchet là, vous prenez ce déchet là c'est le même que ça on va dire d'accord. Donc vous pouvez canette de soda vous pouvez marqué boîte de conserve, en dessous vous pouvez marqué boîte de conserve parce que moi au lieu de la canette j'ai pris des boîtes de conserve d'accord. Donc vous écrivez en dessous de canette de soda vous écrivez boîte de conserve. Donc vous devez trouver une expérience pour que la boîte de conserve soit automatiquement mise de côté d'accord et une deuxième expérience pour que les déchets plastiques donc cela et cela soient triés automatiquement. Donc là regardez là ils ont triés je vais les mettre hop vous avez ces déchets là on va les mélanger donc vous avez déchets plastiques transparent et déchets plastiques opaques. Les résultats en fait il faut que ça soit bien séparé. En fait il faut que ça arrive bien séparé. Là ils vont être mélangés entre guillemets c'est comme si on les reçoit dans un sac tout mélangé d'accord et vous votre Job ça sera de les trier automatiquement. Est-ce que vous avez bien compris votre travail. Alors je vais rapidement vous montrer pour, on va remettre ma vidéo de la première séance.
29	La classe	Maîtresse on se rappelle bien.
30	Prof	Alors ok c'est vous avez tout de suite des idées et ben on va passer tout de suite à l'expérience si vous avez des idées. Non j'ai pas dit de se lever, ceux qui ont déjà vous pouvez prendre votre crayon gris et faire un schéma. Ça veut dire quoi faire un schéma ?
31	La classe	Un dessin.
32	Prof	On lève la main, Zakarya.
33	Zakarya	C'est faire un dessin.
34	Prof	Si je fais un dessin alors je fais un dessin comme ça (elle dessine au tableau). Est-ce que ça c'est un schéma ?
35	La classe	Non.
36	Prof	Pourquoi c'est pas un schéma, qu'est ce qu'il faut dans le schéma ? Alors dans mon schéma j'ai besoin ok d'un dessin, ensuite Zakariya ?
37	Zakarya	On va écrire en bas boîte de plastique boîte de fer métal.
38	Prof	Très bien, ça veut dire quoi écrire en bas ? J'ai écrit en bas
39	Zakarya	Une légende.
40	Prof	Très bien, on doit avoir dans le schéma le petit dessin mais une légende pour savoir, parce que bon si on dessine pas très bien tout ça on va annoter à chaque fois quel objet il faire référence à quoi, donc on va faire une légende d'accord. Vous devez faire une légende, donc vous devez faire un petit schéma pour montrer comment on va trier les déchets. Si vous avez déjà une

		idée vous levez la main et on va passer à la pratique ici pour vérifier si ce que vous avez en tête ça marche ou pas et vous faite votre schéma au crayon gris ok. Allez table n1 qui a une idée ? Allez tous les deux vous allez là. Table 2 qui une idée, allez tous les deux vous allez là, table 3 tous les deux allez là. Alors je vais vous donner un indice.
40	Aymen	Maîtresse, on a trouvé.
41	Prof	Si vous avez trouvé, vous allez à votre place et vous faites le schéma pour la boîte de conserve, vous laissez les autres font l'expérience. Vous avez la première expérience vous devez trier les boites des conserves, voilà. Et deuxième expérience les plastiques opaques et les plastiques transparents. Faites votre schéma, si vous avez encore un petit doute vous vous levez c'est un ou deux maximums. Vous essayez ce que vous avez en tête et allez vous asseoir. Vous avez tout trouvé que l'aimant attrape tous les déchets comme on avait vu sur la vidéo, il attrape tous les déchets en métal, donc vous allez pouvoir faire votre schéma. On passe au déchet suivant après. Alors je vais dessiner quoi dans le premier schéma ? qu'est-ce que vous avez compris donc ?
42	Alâa	Il faut juste du métal pour l'aimant.
43	Prof	Donc là si vous avez bien observé les étapes de la centrale de tri, il est marqué, si vous avez écouté ce qu'on a fait dans la centrale de tri étape 2 un gros aimant récupère les emballages en fer et ben c'est tout il y avait que ça à comprendre. Mon aimant ma boîte de fer il sert à quoi il sert à ça (elle montre).
44	Aymen	Si on a pas d'aimant ?
45	Prof	Là vous aviez un aimant à disposition, donc étape 2 le premier schéma vous avez votre boîte de fer vous avez un aimant et ben mon aimant va récupérer tous les déchets en fer. Il y a pas plus compliqué que ça. Parce que là j'ai pas pu découper des petits morceaux de boîte de conserve vous imaginez c'est dur, mais si on a des morceaux on passe un gros aimant sur tous les déchets et tout ce qui est en fer ou les déchets ferromagnétiques c'est-à-dire qui s'accrochent.
46	Fatim	Sur l'aimant.
47	Prof	Sur l'aimant ben ils vont venir et donc on va trier tous les objets ferromagnétiques tous les objets en fer d'un côté grâce à l'aimant. A part ma boîte de conserve qu'est ce qui peut s'y monter, c'est quoi les objets qui peuvent s'y monter ?
48	Marouane	Un métal.
49	Prof	On va essayer, il y a mon tableau là, est ce qu'il y a des autres choses ?
50	Ayoub	La chaise.
51	Prof	Une chaise, alors ici c'est du fer.
52	Sissi	Maîtresse votre montre.
53	Prof	Oui un petit peu.
54	Ayoub	Et la mienne.

55	Marouane	Maîtresse le porte manteau.
56	Mohamed	Maîtresse un ciseau.
57	Prof	Alors on va pas tous les faire parce que sinon, alors vous allez pouvoir tester les petites choses. On va d'abord faire le schéma, qui veut faire le schéma au tableau ?
57	Alâa	Moi.
59	Prof	Alors est-ce que dans un schéma on doit faire les détails ?
60	La classe	Non.
61	Prof	Un schéma c'est le plus on simplifie quand on fait un schéma on doit simplifier. Ben non là il y a trop de détails on comprend plus rien. On doit faire deux choses, on doit faire quoi sur le schéma ? on lève la main.
62	Rosalinda	Un aimant, une boîte de conserve.
63	Prof	Ben voilà il y a deux choses à dessiner, on dessine la boîte de conserve donc ici et on annote, et ensuite on fait mon aimant et alors ici et ben tout simplement on a un aimant qui attire les déchets qui contenant du fer. Alors le fer c'est magnétique parce qu'il est donc attiré par les aimants on parle de magnétisme d'accord. Vous pouvez tester les aimants vous avez testé, alors donnez-moi les aimants. Allez on s'assoit on va faire maintenant le deuxième schéma, alors vous avez tous compris, deuxième expérience on va faire un petit schéma, qu'est-ce que vous avez compris dans la deuxième expérience ? Inaya.
64	Inaya	Ben moi j'ai compris que la boîte de métal est attrapée par l'aimant, lorsqu'on met les plastiques dans l'eau.
65	Prof	Comment attends j'ai pas écouté parce que ils y'ont a qui parlent, qui soufflent qui font du bruit.
66	Inaya	En fait la boîte en métal avec l'aimant ça accroche.
67	Prof	Alors l'aimant avec la boîte on l'a fait, donc là je te parle pas du premier schéma je te parle du deuxième schéma qu'est-ce que tu peux dire sur le deuxième ? ça l'a fait le premier c'est bon on passe à la suite d'accord donc parle-moi de la boîte de conserve et de l'aimant ça sert à rien on l'a fait donc on passe au petit deux d'accord. Donc moi je parle de la seconde étape du tri où vous aviez du plastique, comment on sépare les plastiques ? ma question elle est là, je t'écoute, tu voulais dire quoi ? Inaya.
68	Inaya	En fait, il fallait séparer les bouchons avec les moitiés de plastique. Maîtresse je dis comment on a fait.
69	Prof	Et ben oui.
70	Inaya	Et ben vu que les bouchons et ben ils coulent pas et ben on a mis les trucs blancs les trucs de plastique en dessous vu que ça coule et en on a mis les bouchons en dessus et c'était séparé.
71	Prof	D'accord, donc ça veut dire que t'as mis la plastique opaque.
72	Inaya	En dessous.
73	Prof	En dessous, c'est quoi un plastique opaque ?
74	Inaya	C'est un plastique blanc.
75	Kori	Non c'est le contraire.

76	Prof	Oui justement un plastique opaque n'est pas transparent, il laisse pas passer la lumière donc par exemple le bouchon c'est un plastique opaque.
77	Marouane	Un plastique de couleur donc de bouteilles donc on a mis en bas.
78	Aymen	Pas forcément de couleur maîtresse.
79	Prof	Oui pas forcément. Alors t du coup ?
80	Marouane	Et du coup les bouchons et les plastiques ils sont pas
81	Prof	Oui les bouchons et les plastiques donc il y en a qui flottent et ils y'en a qui coulent. Donc on peut les séparer comme ça. Alors comment vous expliquez du coup qu'ils y'en a qui flottent et qui coulent ?
82	Marouane	Il faut mettre la bouteille d'eau avec le plastique en premier il faut tout en bas et après il faut mettre les bouchons.
83	Prof	Oui mais alors tu vois que les bouchons ils flottent.
84	Marouane	Oui et le plastique transparent il ?
85	Prof	Et le plastique transparent il ?
86	Marouane	Il coule.
87	Prof	Ok est-ce que vous avez une explication ? Comment vous expliquez que le plastique transparent coule et que le plastique opaque reste en surface ? Aymen.
88	Aymen	Parce que les bouchons ne sont pas découpés ben ça flotte.
89	Prof	Alors oui c'est intéressant, comment on peut expliquer ça du coup ? Est-ce que vous avez une idée ? Donc on va déjà faire le schéma. Donc le schéma on a notre récipient ici c'est un récipient d'eau d'accord on va avoir les morceaux donc les petits bouchons ici. Ici on va avoir les morceaux de plastiques issus des bouchons, et ensuite là on a nos morceaux de plastiques transparents. Vous faites votre schéma au crayon gris. Alors à votre avis pourquoi certains matériaux flottent et d'autres coulent ?
90	Marouane	Parce qu'il est maigre et il est gros.
91	Prof	Il est maigre et il est gros. On lève la main. Lenssi.
92	Sissi	Parce qu'ils y'en a qui sont légers.
93	Prof	Alors Lenssi nous dit certains matériaux flottent et d'autres coulent parce que il y en a qui sont légers, donc ce qui sont légers je pense que tu veux dire qu'ils ?
94	Sissi	Ils flottent.
95	Prof	Ils flottent, et les autres ils coulent. Alors qu'est-ce que vous en pensez ? Est-ce que les morceaux de plastiques ici ils sont plus légers et là ils sont plus lourds ? On va regarder, est-ce que vous pensez que ça serait plus lourd du coup que ça. (Elle montre)
96	La classe	Non.
97	Prof	Alors Lenssi nous dit les morceaux qui sont lourds donc ils coulent donc c'est cela apparemment et des morceaux légers donc cela. Est-ce que vous trouvez que le bouchon qui est gros et ici il y a un coup petit morceau de plastique transparent et pourtant c'est le tout petit morceau de plastique qui va couler et ça va rester en surface. Pourquoi ?

98	Marouane	Maîtresse parce que en fait le bouchon il y a du plastique mais en fait il est opaque. En fait ici il y a une petite couche de plastique alors que là il y a beaucoup de couches.
99	Prof	Oui alors c'est pas suffisant, oui.
100	Marouane	En fait ça par exemple si tu lâches ça part et ça, ça part pas, donc si tu le mets dans l'eau comme ça, ça part facilement et ça, ça part pas.
101	Prof	Alors ici Marouane nous dit si je lâche ça va tomber plus vite. En fait c'est comme tu disais qu'il y en a un qui est lourd et un qui est léger si qu'il tombe plus vite c'est qu'il est lourd normalement.
102	Marouane	Non le gros est le plus vite.
103	Prof	Ça me prouve que ça flotte donc si je les lâche ben ok le bouchon il est tombé avant, le petit morceau de plastique et pourtant bon là ça coule et ça, ça flotte. Est-ce que vous avez une autre explication ? comment ça se fait que ça flotte ? regardez ici mon verre j'ai tous mes petits morceaux de plastiques qui sont au fond qui sont coulés et tous mes bouchons qui sont au-dessus et qui flottent. Comment c'est possible ça parce que pourtant comme elle dit Lenssi il y en a qui sont, elle me dit que c'est parce qu'ils sont plus légers et regardez ici comment il est tout petit et qui coule. Aymen.
104	Aymen	Je pense que c'est parce que le plastique il est rond l'eau va sur les côtés et ben après il coule.
105	Prof	Il est un peu rond, je te comprends pas, c'est la forme toi tu dis c'est la forme c'est ça ?
106	Aymen	Le petit bout.
107	Prof	Le petit bout, il fait quoi ? Alors ici j'ai mes bouchons qui flottent, est ce qu'en a qui ont des explications ? Tu disais quoi Aymane, vas-y.
108	Aymen	Les petits bouts ils sont un peu rond ils sont arrondis et tu prendre l'eau avec donc ça coule.
109	Prof	Alors regardez un peu ici, toi tu dis que c'est la forme, regardez ici, là on a quoi ? qu'est ce qui peut me décrire ? Fatima, qu'est ce qu'on voit sur l'image que je viens de montrer ?
110	Fatima	Des bateaux.
111	Marouane	Ici on voit plein de trucs.
112	Prof	On voit quoi ?
113	Yasmine	Des branches d'arbre sur de l'eau.
114	Prof	On voit des troncs d'arbres et qu'est-ce qu'ils font les troncs d'arbre ? ils coulent ?
115	La classe	Non.
116	Prof	Ils flottent, pourtant est-ce que vous pensez Lenssi toi qui dit ça coule parce que c'est lourd ? est-ce que tu penses qu'un tronc d'arbre c'est léger ?
117	Lenssi	Non.
118	Prof	Et pourtant regarde tous mes troncs d'arbre ils flottent, comment vous expliquez que mes troncs d'arbre ils flottent alors que c'est trop lourd ? On lève la main, Arwa.

119	Arwa	Je sais, parce qu'il y a de l'air dans les troncs d'arbre.
120	Prof	Il y a de l'air.
121	Marouane	Non maîtresse les trucs légers ils partent facilement dans l'eau et les trucs lourds ils résistent.
122	Prof	Alors je vais vous expliquer.
123	Aymen	L'eau elle rentre à l'intérieur des troncs.
124	Prof	Ben si elle rentre à l'intérieur ils coulent.
125	Hamed	C'est parce que le bâton est lourd et il flotte.
126	Prof	Ben oui un bâton est lourd et ça flotte comment ça se fait ? Bon alors, je vais vous expliquer qu'en réalité c'est pas une question de poids c'est une question de densité parce que en fait si le matériau il est plus léger que l'eau il flotte sinon il coule c'est ce qu'on appelle la densité. Donc le bois c'est moins dense que l'eau donc ça flotte, ici les matériaux en plastiques opaques ils flottent d'accord ils sont moins denses on dit qu'ils sont moins denses que l'eau d'accord. Ceux en plastiques transparents ils coulent car ils sont plus denses que l'eau ok, donc c'est une question de densité. On va faire la conclusion on est au 3, on trie l'acier avec un quoi ? on l'a fait avec le premier schéma. Maria.
127	Maria	Avec un aimant.
128	Prof	Ben oui c'est avec un aimant. Vous complétez le texte à trous là, car c'est un matériau ?
129	Fatima	Opaque.
130	La classe	Non.
131	Aymen	En métal.
132	Prof	Oui, magnétique on dit et en réalité le terme exact c'est ferromagnétique, magnétique ou ferromagnétique ça veut dire la même chose, c'est un matériau qui est attiré par un aimant d'accord. Donc on va dire magnétique ou ferromagnétique.
133	Inaya	Maîtresse un aimant ça colle, mais comment ça fait pour coller quelque chose ? il y a quoi dedans ?
134	Prof	Ben ça vous le verrez plutôt au lycée c'est des électrons qui sont attirés, tu le verra plus tard. Alors les deux sortes de plastiques se sont séparés dans l'eau. Alors le plastique de couleur quoi hmm alors que le transparent, alors celui de couleur qu'est ce qu'il fait ? la plastique de couleur ?
135	Marouane	Opaque.
136	Prof	Qu'est ce qu'il fait il flotte ou il coule ?
137	Islem	Il flotte.
138	Prof	Il flotte, alors que le transparent ?
139	Ines	Coule.
140	Prof	D'accord et ils se séparent parce qu'ils n'ont pas la même ? la même quoi ?
141	Aymen	Densité.
142	Prof	Densité, on va passer rapidement à la trace écrite. Alors vous sortez les cahiers on va faire la trace écrite. On va écrire la leçon, le tri sélectif c'est quoi ? Qui peut me faire un petit rappel rapide parce qu'on a que 15 minutes là donc on doit se dépêcher.

		Alors comme on doit se dépêcher je vais écrire la leçon vous copiez sur votre cahier, donc le tri sélectif sépare les objets e fonction de quoi ? en fonction de ?
143	Marouane	Dimension.
144	Prof	Pas dimension. On fait le tri en fonction de de leurs matériaux. Ben dépêchez-vous. Je vais vous distribuer une petite fiche explicative pour fabriquer du papier recyclé pour que vous puissiez faire l'expérience chez vous, on va pas faire en classe parce que ça demande du temps mais si vous souhaitez le faire chez vous il y a toute la fiche explicative pour le faire. Alors je vous rappelle les termes importants pour lundi prochain l'évaluation, donc il faudra bien sûr savoir trier les déchets, donc avec la feuille guide pratique vous devez savoir quels matériaux se recyclent ou pas, vous devez savoir citer au moins deux propriétés de matériaux pour savoir trier, donc c'est quoi les deux propriétés à savoir ?
145	Aymen	Opaque et densité.
146	Prof	Non magnétisme et densité, opaque c'est pas une propriété de matériaux c'est un type de matériaux, opaque ou transparent. Vous devez connaître donc les propriétés. Allez vous rangez vos affaires, vous rangez vos tables et vos chaises.

Annexe 36. Document de synthèse distribué aux élèves (séquence 7).

Trier les déchets.

- > **À quoi sert le tri sélectif des déchets ?** Le tri permet de recycler certains matériaux.
- > **Comment sont triés les déchets ?** Les déchets sont traités dans une centrale de tri en passant d'abord dans une machine puis ils sont encore triés à la main par des hommes.
- > **Comment avons-nous réussi à trier facilement les déchets ?** Nous avons pu facilement trier les déchets en utilisant leurs propriétés (magnétisme et densité) pour les séparer.

Comment trie-t-on le contenu de la poubelle jaune ? Les métaux, les cartons, les plastiques transparents ou opaques sont séparés.

Un objet opaque est un objet dont il est impossible de voir au travers.

Autrement dit, sur quels critères sépare-t-on les emballages ? Les emballages sont séparés selon leur matériau, non selon leur fonction.

Que deviennent les plastiques opaques ? les plastiques transparents ? Les plastiques opaques sont utilisés pour fabriquer des bidons, des gros pots de fleurs, des tuyaux pour les canalisations. Les plastiques transparents sont utilisés pour fabriquer de la fibre polaire, utilisée dans les vêtements d'hiver. On en trouve aussi dans le rembourrage des oreillers.

Le tri sélectif sépare les objets en fonction des matériaux qui les constituent.
Les morceaux de canette en fer ont pu être triés grâce à un aimant car le fer est magnétisable et non les plastiques.
Les morceaux de plastiques opaques et transparents ont pu être séparés car certains flottent et d'autres coulent : ils n'ont pas la même densité.
Le magnétisme et la densité sont deux propriétés des matériaux.

Lexique :

Densité : plus un matériau est dense, plus un morceau de ce matériau pèse lourd. Si un matériau est plus dense que l'eau, il coule, sinon, il flotte. Un kilogramme de plomb et un kilogramme de plumes sont aussi lourds l'un que l'autre, mais les plumes étant bien moins denses que le plomb, un kilogramme de plumes occupera beaucoup plus de place qu'un kilogramme de plomb.

Magnétique ou ferromagnétique : se dit d'un matériau qui est attiré par un aimant.

Annexe 37. Transcription de l'entretien semi-directif (pré-séquence) avec l'enseignante F.

Jours d'entretien : 3/5/2022

Heure : de 12h45 à 13h15.

A.B : Aicha BARROUDI

Prof : Professeur

1	A. B	Bonjour.
2	Prof	Bonjour.
3	A. B	Je me présente, je suis Mme Barroudi je prépare une thèse sur les fonctions des expériences dans la construction des savoirs scientifiques à l'école élémentaire. Dans le cadre de cette recherche je pense que ce n'est pas toujours facile de recourir à des expérimentations, ce qui m'intéresse c'est de savoir comment les enseignants essayent de mobiliser des expériences en classe, ce qui choisissent comme expérimentations, quels choix ils font et comment ils font participer les élèves. Je m'intéresse à voir le fonctionnement des élèves. J'ai quelques questions par rapport à votre formation initiale, votre baccalauréat, qu'est-ce que vous avez fait comme études ?
4	Prof	Alors j'ai fait un Bac littéraire, ensuite j'ai fait une licence de psychologie, un master 1 en neuropsychologie et ensuite j'étais à faire un Master 2 sciences de l'éducation.
5	A. B	Depuis combien de temps vous enseignez ?
6	Prof	Dans cette classe, j'enseigne depuis décembre 2021 en CM1 et en fait moi je suis enseignante contractuelle donc j'ai pas eu le concours, en fait des remplacements depuis un an et demi que je suis enseignante contractuelle. Avant je fais d'autres métiers, j'ai travaillé en centre social. Voilà donc là ça fait un an et demi que je suis enseignante contractuelle et j'ai fait la première année en maternelle, j'étais en moyenne section grande section, et cette année j'ai les CM1, c'est la première fois que j'ai fait le cycle 3 CM1 et j'ai commencé en décembre.
7	A. B	Dans votre formation, est-ce que vous avez suivi des formations en sciences ?
8	Prof	Des formations en sciences, c'est à l'IUFM en fait, c'était pas spécifique à la science c'était vraiment très générales on va dire donc non pas de formations spécifiques pour les sciences, c'était une formation plus générale, c'est plus pour français et maths.
9	A. B	Alors dans la mesure où l'éducation au développement durable, depuis des années elle prend de l'importance dans l'enseignement de toutes les disciplines pas seulement en sciences. Est-ce que vous avez eu avant des formations en Education au développement durable ?
10	Prof	Non pas du tout.
11	A. B	D'accord, même à l'IUFM.
12	Prof	Non, moi j'étais à l'IUFM déjà il y a 10 ans aussi, c'était un moment, le souvenir il est lointain quand même. Mais je me rappelle pas forcément de ce genre de formations.
13	A. B	D'accord, alors dans cette séquence vous allez travailler sur le tri des déchets. Ma question c'est pourquoi vous avez choisi ce thème ?
14	Prof	Alors, premièrement c'est parce que c'est quand même au programme, on suit le programme de l'éducation nationale, donc c'est inscrit au programme de cette année. Et aussi parce que bon c'est varié c'est le

		programme il est assez conséquent et du coup pourquoi on est amené quand même à choisir ce qu'on va faire. Et par exemple moi je suis arrivée en décembre il n'avait jamais fait de cours de sciences, donc je peux pas rattraper septembre octobre novembre, je suis arrivée qu'en décembre donc c'est un peu compliqué de rattraper, il n'avait pas du tout même pas de cahiers de sciences. Donc on va dire que tout le programme je pourrai pas le faire, donc je choisis ce qui me paraît moi le plus important pour que arriver en CM2 ça se passe bien. Donc je trouvais que le tri des déchets c'était une science importante, déjà aussi parce que au quotidien c'est quelque chose qu'on utilise, donc c'est très concret, tous les jours dans la classe on a une poubelle rouge une poubelle noire ils doivent savoir différencier ce qui se recycle ce se recycle pas. Donc je trouvais que c'était plutôt pragmatique pour la vie de tous les jours.
15	A. B	D'accord, donc comment vous allez introduire votre séquence ?
16	Prof	Comment je vais introduire ma séance, ben on fait on va, déjà je vais leur demander de différencier les deux types de poubelles, donc je vais demander est ce qu'ils savent utiliser la poubelle rouge et la poubelle noire, chez nous c'est poubelle rouge recyclable, poubelle noire déchets. Ensuite, je vais leur donner une petite, on va essayer de trier j'ai ramené un sac de déchets et la problématique de départ c'est quel déchet va dans quelle poubelle. Donc je vais leur demander, je vais présenter des déchets et on va dire donc quelle poubelle je la mets, je vais écouter un petit peu leurs réponses pour savoir et ensuite je vais leur donner la fiche guide pratique avec ce qui est effectivement recyclable, voilà c'est comme ça que je vais démarrer.
17	A. B	D'accord, vous m'avez dit que vous allez faire une seule séance, c'est bien ça ?
18	Prof	Oui, en fait la séance elle est assez elle sera quand même assez condensée parce que parce que on va faire donc il y aura ça, après je vais leur faire visionner une petite vidéo sur la centrale de tri, donc j'espère que ça ira parce que avec le rétroprojecteur des fois c'est un peu compliqué. Et donc après je vais leur fais visionner une petite vidéo, j'ai des petites questions par rapport à la vidéo, voilà. Et après seulement à la fin on va faire une petite expérience pour savoir comment on peut trier les déchets sans intervenir par la main de l'homme en fait.
19	A. B	Qu'est-ce que vous voulez que les élèves sachent à la fin de cette séance ?
20	Prof	Ben, c'est savoir identifier les différents types les différentes familles de matériaux. Donc pour qu'ils sachent ce qui est recyclable, ce qu'il n'est pas. Après c'est la démarche aussi scientifique, essayer de proposer des hypothèses pour répondre à un problème, donc essayer de formuler voilà des hypothèses, essayer de. Et Après on va faire à la fin une trace écrite pour qu'ils sachent aussi synthétiser ce qu'ils ont vu en vidéo, savoir synthétiser ce qu'ils ont vu, les connaissances qu'ils ont apprises en fait pour essayer de les faire participer au maximum, mais que la trace écrite se fasse en commun mais que c'est surtout eux qui la fassent en fait.
21	A. B	Oui d'accord, on entend parler dernièrement de la démarche d'investigation en sciences, c'était ce type de démarche que vous avez voulu faire ici ? d'habitude en sciences vous faites comment ?

22	Prof	Ben les démarches scientifiques, c'est souvent on pose un petit problème de départ, une question, pourquoi voilà, une petite question. On formule des hypothèses donc c'est eux qui doivent construire aussi leurs savoirs. Donc la démarche scientifique c'est beaucoup une construction des connaissances qui se fait par le questionnement en fait. Et après dans l'idéal c'est faire aussi des petites expériences pour invalider ou valider les hypothèses après dans la pratique pédagogique au quotidien c'est compliqué quand même de faire tout le temps des expériences quand on fait de la science, souvent les enseignants. A chaque fois quand on arrive en classe, je parle pour moi en tant de contractuelle, il y a pas trop de matériel, on arrive dans des classes il y a pas beaucoup de matériel, donc on doit tout prendre chez nous. Par exemple, là il fallait plusieurs gros aimants moi j'en ai ramené qu'un seul parce que j'ai pas ça chez moi, du coup j'en ai trouvé un, j'ai demandé à une amie tout ça mais c'est un peu compliqué parce que on a pas forcément tout le matériel pour faire toutes les expériences qui sont demandées, ça demande aussi un petit budget que personnellement on a pas le budget pour acheter telle ou telle chose. Donc les expériences si on fait avec les moyens du bord entre guillemets, et du coup c'est pas forcément par groupes de deux trois, là par exemple moi l'expérience ben ça sera ils vont pas faire par groupes je vais leur montrer une expérience et voilà.
23	A. B	Vous allez la faire vous-même ?
24	Prof	En fait, je vais d'abord leur poser une question, ils vont répondre, formuler une hypothèse mais on va tester que les hypothèses qu'ils vont me donner. Donc par exemple si il y a un élève qui a une idée et ben il va venir et il va tester son idée et tout le monde va regarder, voilà. C'est lui qui teste mais je pourrai pas faire passer toute la classe et je pourrai pas donner se faire des petits groupes comme c'est normalement, bon dans l'idéal c'est des petits groupes de deux trois pour que chacun teste en fait. Mais là comme j'ai pas assez de matériel, on va faire chacun son tour, et j'en ferai passer, bon ça dépend les hypothèses qui me disent et j'en ferai passer plusieurs.
25	A. B	D'accord, donc ce thème de tri de déchets en quoi il vous paraît difficile ou facile ?
26	Prof	Ben, le tri sélectif, en quoi c'est difficile, c'est difficile il y a quand même du vocabulaire à savoir ce qui est magnétique par exemple, je suis sûr que ils savent pas trop me dire les éléments ferromagnétique, il y a quand même un vocabulaire à savoir. Après c'est compliqué parce que bon c'est identifier les matériaux, c'est pas toujours simple de savoir identifier les matériaux. Ce qui est compliqué c'est aussi de savoir formuler des hypothèses, je sais pas si on aura beaucoup de participation, voilà des propositions, donc c'est pour ça aussi je pense quand on va faire l'expérience en groupe ça sera peut-être mieux.
27	A. B	Pouvez-vous me dire comment vous voyez le déroulement de cette séance ?
28	Prof	Le déroulement de la séance, c'est-à-dire j'explique les étapes de la séance. Alors, première étape, je vais donner comme j'ai vous expliquer on va d'abord essayer de trier les déchets ce qui pensent être recyclable, ce qui pensent ne pas être recyclable. Après je vais leur donner le document effectif avec tout ce qui recyclable, on va demander je vais

		poser la question à votre avis c'est important de recycler ? pourquoi on met dans cette poubelle rouge ces éléments. Ensuite on va regarder une petite vidéo qui va apporter des réponses aussi à ces questions. On va faire, donc après par rapport à la vidéo j'ai un petit questionnaire où ils doivent expérimenter et justement essayer un petit défi en fait pour voilà pour séparer en fait les matériaux.
29	A. B	C'est là où vous allez faire les expériences ?
30	Prof	En fait, l'expérience c'est comment on sépare les différents types matériaux sans intervenir de façon mécanique en fait, voilà. Et à la fin c'est la trace écrite en fait, la synthèse.
31	A. B	C'est aujourd'hui que vous allez faire la synthèse ?
32	Prof	Oui, après je sais pas si je vais avoir le temps de tout faire. Normalement ça devra aller.
33	A. B	Comment vous voyez l'implication des élèves ?
34	Prof	Alors sciences en général ils aiment bien, en sciences on est pas passif on participe. Après dans toutes les matières, on essaye en général de les faire participer en français en mathématiques, bon les sciences c'est vraiment une matière où on peut vraiment exploiter ça et vraiment en général ils aiment bien surtout les expériences, c'est vrai qu'ils adorent ça donc je pense que ça va bien se passer. Après je sais pas si ils seront en mesure de me proposer des hypothèses, on verra mais je sais pas.
35	A. B	Vous voulez dire qu'ils sont motivés dans les séances de science.
36	Prof	Oui.
37	A. B	Donc quelles difficultés risquent-ils d'avoir dans cette séance.
38	Prof	Ben les difficultés c'est qui manque d'hypothèses en fait pour les défis, qui manque d'hypothèses.
39	A. B	Et au niveau du vocabulaire, vous pensez que c'est compliqué ?
40	Prof	Ici on est quand même en zone Retp + donc c'est une école qui est à la base, c'est un peu compliqué déjà le niveau il n'est pas non plus très élevé on va dire il y a quelques élèves qui à la maison ils parlent pas du tout français donc du coup aussi la barrière de la langue en fait j'ai plusieurs élèves qui savent pas s'exprimer dans un français très correct on va dire, donc déjà ça c'est compliqué je pense en particulier à ces élèves qui n'ont pas déjà le lexique courant français donc voilà ça ça risque d'être compliqué.
41	A. B	Comment vous prenez ces difficultés en compte ?
42	Prof	Comment je les prends en compte, ben c'est-à-dire que au niveau du vocabulaire, je vais donner les définitions pour justement ils sachent de quoi on parle. Donc simplement après leur faire apprendre ce lexique ce nouveau lexique de toute façon même dans la trace écrite ça va être dessus et aussi de toute façon le lexique ça va être aussi évalué, donc voilà. Après concernant les hypothèses ben ça on essaye de leur donner des indices, c'est un peu compliqué mais je pense que après avec les groupes ça peut donner des idées, là quand on met en commun ça peut donner des idées à ce qui n'ont avaient pas.
43	A. B	D'accord, alors pour les ressources et les documents vous appuyez sur quoi ?
44	Prof	Sur Retz.

45	A. B	D'accord. Ce type de ressources vous l'utilisez dans toutes les séquences de sciences ?
46	Prof	Alors pour la science, j'utilise Retz donc édition Retz sciences CM1, que pour la science j'utilise ce document là et je m'inspire parfois je vais piocher à droite à gauche sur Internet, sur des blogs enseignants qui sont plus ou moins bien fait qui utilisent aussi Retz mais qui le modifient. Donc je m'inspire en grande partie de mon livre parce que j'aime bien quand même avoir une trame principale, sinon si on part un peu dans tous les sens quand on va sur Internet, donc moi je travaille toujours avec des livres pour vraiment avoir un socle en fait. Et après j'aménage je vais un petit peu, je me réapproprie en fait la séance en allant aussi piocher à droite à gauche des idées pour améliorer en fait pour l'adapter à ma classe.
47	A. B	D'accord, ce livre de Retz vous servira bien ?
48	Prof	Oui, et ben là clairement j'ai vraiment pratiquement fait à la lettre, là j'ai quand même comme c'est la première que j'ai des CM1 et c'est la première fois que je fais une séance de déchets comme ça, je parlais de zéro. Donc, là je me suis vraiment beaucoup appuyé sur ce manuel je fais quasiment tout ce qui est marqué sauf j'ai vous dit il y aura quelques petites modifications parce que bon malheureusement pour l'expérience c'était en groupe de 4 mais j'avais pas de gros aimants pour faire donc j'en ai que deux aimants, ça sera que deux groupes en fait du coup.
49	A. B	D'accord, pour les programmes et les circulaires, ça aussi vous inspire ?
50	Prof	Oui, après on se base aussi sur ça.
51	A. B	Vous trouvez des idées ?
52	Prof	Oui ils proposent des idées, après je trouvais que pour cette séance comme j'avais déjà ce manuel qui est déjà bien détaillé j'ai pas regardé j'utilise vraiment ce document.
53	A. B	Alors, le choix d'expériences, vous vous appuyez sur ce manuel ?
54	Prof	Oui, je fais à la lettre ce qui est dit, après comme je vous ai dit je les adapter normalement c'est par groupes de quatre moi je peux pas le faire par groupes de quatre sinon ça sera la même.
55	A. B	D'accord, y'a-t-il d'autres expériences, est-ce que vous avez pensé à d'autres expériences que vous avez souhaité à utiliser dans cette séance ?
56	Prof	Non.
57	A. B	D'accord, vous voyez que c'est les plus adaptées à votre classe.
58	Prof	Oui.
59	A. B	Le fait d'obtenir le matériel expérimental, est-ce que c'est ce problème est fréquent à l'école élémentaire ou bien c'est juste parce que vous n'avez pas de budget comme vous m'avez expliqué.
60	Prof	Je pense que en fait un enseignant qui a une classe titulaire et qui est là tous les ans avec le même niveau c'est vachement plus, après une année sur l'autre il réutilise son matériel et du coup il peut vraiment se faire sa mallette de sciences avec toutes les expériences qui met dedans et du coup il y aura pas soucis pour faire les expériences parce que du coup il anticipe il a son budget en début d'année, il sait ce qu'il va acheter par contre pour les enseignants remplaçants qui font une année cette classe une année l'autre classe ou comme moi les contractuelles, là je suis depuis décembre ici mais j'ai des collègues qui font 15 jours 3 semaines

		dans une autre classe et du coup quand c'est comme ça c'est vraiment de faire des expériences concrètement parce que dans la classe il y a pas vraiment de matériel parce que chaque enseignant reprend ce qu'il a donc du coup oui c'est un peu compliqué surtout pour les enseignants remplaçants et contractuelles.
61	A. B	La question de la gestion du temps de la séance, est-ce que vous pensez que ça va être suffisant pour faire tout ce que vous avez prévu ?
62	Prof	Donc ça c'est le gros point d'interrogation parce que moi j'ai énormément de mal à gérer combien de temps ça va prendre. Parfois à chaque fois que je veux faire une séance des fois j'estime que ça peut prendre vingt minutes ou une demi-heure, au final ils ont pas compris ou ça va pas et du coup je dépasse vraiment ou alors à l'inverse je donne quelque chose ça marche tout de suite et du coup on finit beaucoup plus vite, donc ça c'est rare quand même, c'est plus fréquent que ça me passe plus de temps quand je fais mon cahier journal à chaque fois je dois barrer les choses que j'ai pas faites parce que je prévois toujours souvent plus en fait et du coup la gestion du temps c'est vraiment quelque chose très compliqué après peut être aussi c'est j'ai pas beaucoup de l'expérience donc je pense peut être que l'expérience après on gère mieux le temps moi en tout cas c'est difficulté je sais pas du tout, là bon apparemment ça va prendre l'étape une il est marqué 10 minutes l'étape deux 35 minutes c'est vraiment approximative honnêtement je pense que je sais pas beaucoup.
63	A. B	D'accord, alors on distingue parfois l'expérience et la manipulation, comment vous voyez ça, c'est quoi l'expérience et la manipulation ?
64	Prof	L'expérience et la manipulation, ça c'est franchement je pourrai pas vous dire expérience après je pense que la différence c'est peut-être une expérience on peut faire expérience pour toute la classe et manipulation quand chaque élève manipule peut être.
65	A. B	Là dans cette séance vous voyez que c'est une expérience ?
66	Prof	Oui.
67	A. B	D'accord, est-ce que vous pouvez me donner des exemples d'expériences que vous avez mis en place dans les séances précédentes ?
68	Prof	On a travaillé sur les mouvements mécaniques mais là c'était pas vraiment une expérience j'ai ramené du matériel et on expliquait en fait c'est pas de la manipulation c'était vraiment une démonstration. Vraiment manipulation c'est quand même un peu rare qu'on fasse des expériences voilà ça demande quand même du temps ça demande du matériel et du coup comme on est aussi pris par le temps parce qu'on doit finir un programme et on essaye d'avancer le plus vite possible donc c'est un peu compliqué.
73	A. B	C'est bon Merci beaucoup.
74	Prof	Et ben de rien.

Annexe 38. Transcription de l'entretien semi-directif (post-séquence) mené avec l'enseignante F.

Date d'entretien : 17/5/2022

Heure : de 12h45 à 13h15.

A.B : Aicha BARROUDI

Prof : Professeur

1	A. B	Bonjour, vous allez bien ?
2	Prof	Ça va merci.
3	A. B	Après avoir présenté la séquence de tri des déchets, je vais vous poser quelques questions par rapport au déroulement de la séquence et aux expérimentations que vous avez faites. Alors ma première question, est-ce que le déroulement de votre séquence était comme prévu ?
4	Prof	A ben non, en fait on a pris beaucoup de temps sur la première étape donc c'était un petit peu, et après on improvise toujours un petit peu en fonction des réponses des élèves en fonction des avancées. Donc il y a eu un petit peu de retard on va dire, c'était pas censé à être si long la première étape.
5	A. B	Vous parlez de la première étape avant de faire les expériences ?
6	Prof	Avant de faire l'expérience, oui voilà.
7	A. B	Où avez-vous vu que cela a marché bien dans votre séquence ?
8	Prof	Ce qui a bien marché bon globalement les élèves savaient répondre plutôt correctement en fonction de la petite vidéo, ils ont compris ne fait les choses à comprendre. Après au niveau du tri bon il y a eu quelques erreurs mais sinon globalement ça aller voilà. c'était plus au niveau de l'expérience que c'était un petit peu chaotique parce que voilà c'était un petit peu compliqué, bon j'avais mis que trois du coup pour la classe il y avait le groupe 1 le groupe 2 le groupe 3, j'avais divisé la classe en trois groupes pour justement éviter que ça fasse trop que ça fasse vraiment bruit puis bon c'était un petit peu compliqué parce que comme vous avez vu au niveau du matériel ils font un peu n'importe quoi, on leur met un récipient d'eau bon ils mettent leurs mains dedans ils font verser tout l'eau sur les tables, donc il y avait de l'eau partout, c'était un peu compliqué à ce niveau-là quoi.
9	A. B	C'est là où vous avez vu que cela n'a pas marché comme vous le souhaitez ?
10	Prof	Oui au niveau de l'expérience oui, bon l'aimant je pense qu'ils ont bien compris que ça s'attachait avec la boîte de conserve. C'était plutôt au niveau de la densité des éléments donc le plastique opaque et le plastique transparent là je pense que il y a vraiment ça a posé problème à ce niveau-là en fait.
11	A. B	D'accord quelles difficultés dans la réalisation de la démarche scientifique que vous allez suivie ?
12	Prof	Ben les difficultés je vais me répéter mais c'était au niveau de l'expérience qui était compliqué.
13	A. B	C'était compliqué au niveau de la réalisation ou au niveau de contraintes liées au matériel ?
14	Prof	Ben les contraintes du matériel c'est vrai qu'il y avait pas assez d'aimants pour tout le monde, boîte de conserve on pouvait pas la découper parce que c'est dangereux vu que ça coupe donc j'avais laissé la boîte de conserve telle quelle en entier je l'ai pas découpé ce qui c'est coupant.

		Donc il y avait que trois éléments en fer que trois aimants donc il fallait vraiment. Ben le soucis c'est que quand leur dit vous vous levez par deux, bon on a divisé la classe en trois groupes donc normalement ils pouvaient faire un petit temps cinq minutes par deux mais j'avais demandé de se lever quand on avait déjà un peu préparé dans sa tête une ébauche d'idée déjà pour éviter qu'on arrive devant et il se passe rien. Donc j'avais demandé déjà dans sa tête on réfléchit un petit peu ce qu'on va pouvoir faire avec les éléments bon après c'est quand même bien de toucher d'explorer manuellement, donc j'ai quand même demandé à tous les groupes d'aller voir dans la table d'expérience mais il y en a beaucoup qui s'amusaient comme j'ai vous dit à mettre les mains dans l'eau et qui n'ont pas vraiment compris le sens de ce qu'il fallait faire en fait. Du coup moi j'ai trouvé que bon l'aimant ça aller mais il y en a beaucoup qui n'ont pas compris en fait ce qu'il fallait faire et quand on dit essayez de séparer les éléments sans intervenir manuellement ils étaient un petit peu peut être bloqués par ça et du coup ils allaient devant c'était pour faire n'importe quoi ils n'ont pas compris.
15	A. B	Donc finalement en quoi pouvez-vous dire que ce thème de tri de déchets est difficile et en quoi il est facile ?
16	Prof	En fait, il est facile ben quand on trie les déchets quand on explique la poubelle jaune machin, ce qu'on peut mettre dedans ben ça on doit juste l'apprendre en plus à la maison je pense c'est commun de trier ses déchets donc ça c'était plutôt facile. Ce qui est plus compliqué ben de faire des hypothèses en fait, donc c'était vraiment de proposer une hypothèse avec le matériel ça c'est des choses qui ont vraiment ils ont du mal parce que ils ne font pas souvent la démarche scientifique on le fait qu'en sciences et encore comme j'ai vous dit les expériences avec de la manipulation on le fait pas souvent par souci de matériel et du coup proposer une hypothèse et la tester manuellement c'est compliqué parce que, ben je pense que là ce qui était vraiment compliqué c'était la consigne ils ont pas compris vraiment ce qu'il fallait faire, donc ça bloquait déjà la première étape donc même si après, c'était compliqué pour moi en fait de les aiguiller parce que à part dire on va essayer de séparer les éléments bon après j'ai essayé on a mis au tableau une image avec des éléments qui flottent donc c'était normalement déjà ça devait les mettre sur le chemin que voilà ils y'en a qui flottent et il y en a qui coulent. Bon il y en a que quelques-uns qui ont compris tout de suite de quoi il s'agissait, les autres c'était plus ben ils attendaient que ça se passe en fait, du coup quand ils sont dans l'attente ben ils font un peu n'importe quoi donc c'est vrai que c'était assez bruyant ça commencé à être un petit peu n'importe quoi dans la classe, donc quand c'est comme ça on écourte après l'expérience pour pas qu'il y a trop d'agitations on stoppe et du coup voilà.
17	A. B	Est-ce que vous avez pu atteindre votre objectif prévu pour la séquence ?
18	Prof	Ben l'objectif c'était c'est compliqué de répondre à cette question parce que ça dépend des élèves c'est comme dans toutes les séquences en fait des fois on atteint des fois on atteint pas et puis des fois ça se fait sur plusieurs séances aussi, ce qui m'a posé souci c'est aussi le temps parce que je voulais pas prendre trop longtemps pour faire cette séance parce que on a vraiment un programme qui est très chargé il nous reste peu de

		temps. Le problème c'est que la trace écrite on devait la faire ensemble, par manque de temps j'ai vraiment essayé de vite les aiguiller pour aller plus vite pour que ça aille plus vite qu'ils aillent le temps d'écrire avant que ça sonne, donc la trace on était assez vite à la faire. Bon il y a Aymen qui est un élève très qui tout de suite dit ce que j'attendais que les élèves disent donc du coup on la fait rapidement donc au niveau des objectifs ben comprendre la trace écrite bon je pense qu'on le verra à l'évaluation si ils ont compris si les objectifs sont atteints après objectifs de proposer des hypothèses là il y en a que quelques-uns qui ont su le faire clairement, la plupart ils avaient le matériel ils savaient pas trop quoi faire avec mais je pense que c'est vraiment la consigne qu'ils n'ont pas compris en fait.
19	A. B	Et pour l'expérience, en quoi vous pensez qu'elle est difficile à mettre en place ou à interpréter ?
20	Prof	Peut-être que l'expérience n'est pas adaptée à leur âge, après logiquement c'est des choses qu'ils doivent quand même savoir faire en CM1 mais c'est vrai que c'était un peu compliqué c'est pour ça j'ai essayé de mettre des images de les aiguiller mais sans dire la réponse bien sûr c'est compliqué aussi de les aiguiller sans dire la réponse.
21	A. B	Alors vous avez trouvé l'implication des élèves ? et à quel moment vous trouvez qu'ils impliquent bien ?
22	Prof	C'est compliqué, alors je pense que quand il y a eu de l'expérience ils étaient tous plutôt agités mais pas impliqués vraiment c'était plus s'amuser avec le matériel je dirai qu'il y a encore une fois une poignée d'élèves qui me répondaient en était appliqués on va dire. Après il y a beaucoup d'élèves qui sont passifs qui restent et qui attendent que les autres cherchent.
23	A. B	A quoi avez-vous vu que les élèves se sont appropriés les savoirs lors de cette séquence ?
24	Prof	Ben du coup c'est quand ils répondent aux questions quand ils comprennent l'expérience qu'on a en train de faire quand ils font le schéma de ce qu'on vient de faire si ils ont capté vraiment l'importance donc si ils ont capté ce qu'on a fait normalement le schéma ça doit être tout de suite des petits objets qui flottent des objets qui coulent voilà c'est au niveau des schémas et puis après ben l'évaluation va montrer qu'ils ont compris ou pas.
25	A. B	D'accord, quelles difficultés avez-vous repérés chez les élèves dans cette séquence ?
26	Prof	Ben les difficultés de formuler des hypothèses.
27	A. B	A quoi l'avez-vous vu et comment vous les avez pris en compte ?
28	Prof	Ben alors je l'ai vu parce qu'ils commençaient à utiliser le matériel n'importe comment et prendre en compte ben du coup on essaye comme je vous l'ai dit de mettre un petit peu des images pour montrer qu'il y a des objets qui flottent tout ça mais après c'est un peu compliqué de les mettre sur la voie dans dire la réponse en fait, parce que bon après arrivé à un moment donné on a plus d'indices pour les mettre sur la bonne voie donc c'est à eux de trouver essayer de trouver quoi.
29	A. B	Là c'est des questions par rapport aux expérimentations je pense qu'on a déjà abordé ça. Est-ce que vous avez pu faire toutes les expériences que vous avez prévu ?

30	Prof	Oui, après il y avait aussi une petite expérience que j'ai distribué à la fin c'est recycler du papier, ça je l'ai pas faite et en fait après la trace écrite comme il y en avaient qui avait mal écrit sur leurs cahiers j'ai pris de temps de refaire tout ce qui avait été écrit donc j'ai tapé et je leur ai donné à tous les éléments vraiment important à connaître pour l'évaluation, donc ça j'ai leur ai donné le lendemain ils ont dû la coller sur leurs cahiers parce qu'ils ont y'a qui écrivent très mal ou qui ont pris le temps de tout écrire et du coup pour être sûr que chaque a eu vraiment les informations importantes j'ai donné une feuille avec tout le résumé en fait important à savoir.
31	A. B	Alors est ce qu'il y a des expériences que vous avez mis de côté ?
32	Prof	Oui il y avait c'était pour l'approfondissement c'était recycler du papier, ils avaient une petite expérience à faire, ça encore une fois on a pas du tout le matériel donc je pourrai pas faire ça en classe et du coup je leur ai donné pour qui souhaitaient faire à la maison.
33	A. B	D'accord, pensez-vous que le choix des expériences réalisées en classe était pertinent pour ce sujet à votre avis ?
34	Prof	C'était pertinent pour les objectifs pour qu'ils sachent un petit peu la façon dont on trie les objets visualiser la densité, ce que c'est un élément magnétique après c'est vrai que c'était un petit peu ben j'avoue que c'était un petit peu complexe le fait de formuler des hypothèses donc on aurait pu imaginer d'autres expériences un peu plus simples en fait, j'ai préféré me reporter au livre de sciences que j'avais sous la main parce j'avais pas forcément d'idées en tête comme c'est la première fois que j'ai des CM 1 et que je fais cette séance. J'avais le socle de livre et donc j'ai fait vraiment de A à Z en suivant le livre en fait.
35	A. B	Quelles sont les étapes de la démarche que vous avez suivie ?
36	Prof	Les étapes de cette démarche c'est formuler des hypothèses d'après un problème, donc on a un problème de départ le problème était de différencier comment séparer des matériaux différents matériaux et on doit formuler d'abord des hypothèses donc c'est pour ça qu'au départ avant de venir dans tester je voulais qu'il formulent leurs hypothèses au crayon pour essayer de proposer différentes choses bon c'était un petit peu difficile pour eux et après on teste les hypothèses qu'on a déjà au préalable formulé et après donc en fonction des résultats on fait la conclusion en fait.
37	A. B	Est-ce que y'a-t-il d'autres expériences que vous auriez souhaitées utiliser pour ce sujet-là ?
38	Prof	Non j'avoue que j'avais pas grand-chose en tête en fait.
39	A. B	Vous avez fait ce que vous avez trouvé dans le guide ?
40	Prof	Oui j'ai suivi vraiment le bouquin.
41	A. B	D'accord c'était les expériences les plus adaptés au sujet à votre avis ?
42	Prof	Peut-être pas c'était peut-être pas les expériences les plus adaptées au sujet parce que on peut imaginer plein d'autres expériences, on peut imaginer plein de choses. Ben le tri sélectif c'est quand même quelque chose de très vaste en fait, donc on peut faire pas mal de choses, là on a choisi de faire vraiment sur les propriétés des matériaux donc pour les différencier maintenant on aurait pu imaginer vraiment pas mal de chose, j'aurais pu aussi par exemple leur donner plusieurs objets avec différents matériaux et ils auraient pu les classer essayer de faire des petits

		groupes de matériaux, alors on va mettre tous les cartons les plastiques les objets de ferraille, on aurait pu imaginer plein d'autres expériences mais voilà j'ai fait ce qui dans le bouquin.
43	A. B	Est-ce que vous avez rencontré d'autres difficultés liées à la gestion de la classe lors des expériences ?
44	Prof	Ben oui aussi c'est parce que bon dans une classe là ils sont beaucoup aussi donc on a pas des petites classes de 12 avec des petits groupes où on peut vraiment, là en fait dès qu'on fait une expérience c'est vraiment tout de suite c'est compliqué en fait de gérer parce que ben comme vous avez pu voir il y en a un tiers en fait qui est vraiment dedans et qui formule des hypothèses et le reste ils sont plus à vouloir s'amuser et à être un peu passifs et coup c'était un peu compliqué de vraiment gérer les expériences et après il y a aussi la contrainte du matériel.
45	A. B	On fait parfois la distinction entre manipulation et expérience, qu'en pensez-vous ? quand est-ce que vous pouvez dire que là c'est une manipulation ou une expérience ?
46	Prof	La différence entre manipulation et expérience, manipulation c'est vraiment on essaye de comprendre en manipulant et expérience je dirais que c'est on formule d'abord des hypothèses et après on expérimente ce qu'on a déjà réfléchi. Il y a des idées et après on teste en fait, donc l'expérience c'est plutôt pour valider ou pas les hypothèses et la manipulation je pense que c'est vraiment tout simplement observer par exemple quand je donne un aimant et qui veulent essayer de voir un petit peu ce qui est monté ou pas ça c'est plutôt de la manipulation.
47	A. B	Est-ce que vous avez été confrontées à des difficultés dans la mise en place des expériences, si oui lesquelles ?
48	Prof	Dans la mise en place des expériences ?
49	A. B	Oui.
50	Prof	Oui comme j'ai dit tout à l'heure c'était vraiment compliqué.
51	A. B	Par rapport aux difficultés d'obtenir le matériel expérimental nécessaire à la réalisation de expériences, qu'est-ce que vous avez fait pour ramener du matériel ?
52	Prof	Ben j'ai tout ramené ce que j'avais chez moi, j'avais ramené tous les déchets, j'ai découpé les bouteilles c'était que des affaires que j'avais à ma portée chez moi les aimants pareil j'avais quelques aimants chez moi, c'est vraiment du matériel personnel à chaque fois. Pour les expériences comme j'ai vous dit dans les classes y'a pas grand-chose, du coup c'est vraiment on récupère de chez soi.
53	A. B	D'accord, en exécutant les expériences est-ce que vous pensez que les élèves gardent toujours le problème de départ en tête ou pas forcément ?
54	Prof	Ben justement je pense que là la difficulté c'était de comprendre ce qu'il fallait faire et il y en a beaucoup qui ont pas capté en fait la consigne, et du coup devant les objets effectivement ce qu'il fallait faire. Certains oui ont bien capté tout de suite mais d'autres je sais si ils l'oublient ou si ils le comprennent pas je pense que c'est plutôt je pense pas qu'ils ont oublié je pense qu'ils l'ont pas compris. Après il y a des choses que j'aurais dû peut être fait c'est tout simplement de noter au tableau la consigne en fait parce que c'est vrai que je l'ai dit à l'oral j'ai donné le matériel et j'ai dit on va procéder comme ça j'aurais dû en plus la noter au tableau après je l'ai pas noté au tableau je l'ai dit vraiment au moins cinq six fois la

		consigne à l'oral c'était vraiment pour les rappeler, donc oublier je pense pas qu'ils l'ont oublié je pense que plutôt ils n'arrivaient à comprendre ce qu'il fallait faire.
55	A. B	Le défi dans les expériences était de pouvoir trier les déchets sans y mettre la main, alors quelles hypothèses ont proposé les élèves pour faire ce tri ?
56	Prof	Ben ce qui ont compris pour les boites de conserve ils ont tout de suite utiliser l'aimant après pour le plastique j'ai eu des hypothèses un peu farfouilles je me souviens pas trop mais je crois que c'est Marouane qui m'avait dit en fait on fait tomber le premier qui tombe j'ai pas très bien compris d'ailleurs ce qu'il m'avait dit, il y a eu des hypothèses un peu, donc c'était le premier qui tombe j'ai pas trop bien compris son hypothèse mais bon globalement soit ils comprenaient soit ils comprenaient pas mais il y avait pas l'entre deux il y avait pas vraiment des hypothèses.
57	A. B	Pensez-vous que les élèves ont bien fait le lien entre l'expérimentation et le thème de la séquence, le recyclage, le tri sélectif ou ils se contentent à faire des manipulations sans comprendre pourquoi ils font ça ?
58	Prof	Ben je pense que encore une fois on peut pas dire est ce qu'ils ont compris c'est vraiment en cas par cas et du coup je pense qu'il y a encore une fois un tiers des élèves qui ont compris le but de l'expérience et pourquoi on le faisait et l'autre moitié n'a pas compris quoi, donc c'est un peu le soucis qu'on a dans plusieurs matières c'est toujours il y en a qui, c'est un peu compliqué en fait que ça soit général parce que il y a toujours des élèves qui sont ailleurs ou qui écoutent pas ou alors tout simplement qui n'ont pas fait le lien parce qu'ils n'ont pas compris ou étaient spécialement attentifs.
59	A. B	D'accord, pensez-vous que les expériences mises en place en classe ont bien contribué à répondre à votre question de départ (comment trier facilement les déchets) ? Est-ce que ces expériences ont contribué à la construction des savoirs ?
60	Prof	Ben je pense que oui.
61	A. B	Quelle fonction attribuez-vous aux expériences ?
62	Prof	C'est-à-dire ?
63	A. B	C'est-à-dire quel rôle a eu l'expérience dans la démarche que vous avez suivie ? A quoi elle a servi ?
64	Prof	A quoi elle a servi l'expérience, ben l'expérience était là justement pour démontrer que certains matériaux ont des propriétés en fait, et du coup c'est de savoir que justement on trie par rapport à des propriétés, on trie pas par rapport à des fonctions de l'objet et donc on trie par rapport à des propriétés et c'était du coup d'expérimenter ces propriétés donc la densité et le magnétisme ».
65	A. B	D'accord, alors pensez-vous que les élèves ont compris les concepts scientifiques la densité le magnétisme ?
66	Prof	Oui c'est un peu compliqué, je sais pas si ils l'ont vraiment compris parce que densité pour eux c'est lourd ou pas lourd en fait et même quand on montre des images avec des troncs d'arbres qui flottent ben ça les intrigue et ils se demandent pourquoi mais si ils comprennent vraiment cette notion ça je sais pas.

67	A. B	Est-ce que vous pensez qu'ils ont compris pourquoi les plastiques opaques flottent et les plastiques transparents coulent, et pourquoi l'aimant attrape les éléments en fer ?
68	Prof	Ben je pense qu'ils ont appris le terme donc ils savent magnétique et densité, mais alors après vraiment physiquement pourquoi ça non je pense que c'est pas possible. D'ailleurs il y en a qui m'ont dit pourquoi l'aimant pourquoi ça s'attire. On peut leur expliquer en CM1 ces propriétés-là mais pas vraiment au niveau de la physique, donc c'était les aborder mais à approfondir après.
69	A. B	Par rapport à la gestion du temps scolaire, est-ce que vous avez eu le temps pour tout faire, est-ce que vous avez le temps pour faire tout ce que vous avez prévu ?
70	Prof	On avait dû un peu raccourci, par exemple la trace écrite j'aurais préféré qu'ils participent davantage, bon là clairement on avait pas trop le temps, et comme je dois avancer dans le programme on essaye de faire quand même le maximum de choses donc des fois on accélère on va dire. Pareil pour l'expérience comme ça commencer à être un petit peu du n'importe quoi qui renversaient l'eau partout quand c'est comme ça on écourte aussi. Donc la gestion du temps ça se fait un peu au feeling en fait en fonction de ce qui se passe en fait, ça peut être plus ou moins longue.
71	A. B	Si s'était à refaire, que modifieriez-vous, l'année prochaine si vous devriez la refaire que changez-vous ?
72	Prof	Ben l'année prochaine si je devrai refaire cette séance, bon déjà l'expérience je sais pas si je reprendrai cette expérience parce que c'est quand même, les concepts sont assez compliqués. Donc je pense que je referai une expérience qui est plus quand même à leur portée parce que c'est vrai que les propriétés c'est un peu compliqué en fait magnétisme densité je pense que c'est difficile de situer les capacités des élèves vu que en sciences il y en a qui ont quand même compris et qui savaient répondre tout de suite, j'essaierai de voir un petit peu, ben là j'ai suivi le bouquin j'essaierai de voir s'il y a pas des expériences un peu plus à leur portée.
73	A. B	Ce sujet de tri des déchets appartient à l'éducation au développement durable, est-ce que vous pensez que cette séance a contribué à les éduquer à des gestes dans la classe et dans la vie courante ?
74	Prof	En fait c'est vrai que c'est une séance qui est pas forcément très pragmatique on va dire c'est-à-dire que voilà on essaye de leur apprendre des propriétés mais au niveau du quotidien de vraiment d'apporter des éléments utiles qui pourrait leur servir tous les jours, c'est pas la séance vraiment très appropriée en fait. Si je devrai critiquer un petit peu la séance que j'ai faite et le déroulement et la séance du livre, je ferai peut être une séance un peu plus je dirai utile pour la vie de tous les jours en fait, c'est-à-dire que là on cherchait vraiment à savoir des choses un peu technique sur ce qui se passe au niveau dans le tri dans les machines tout ça. Si je devrai refaire une séance sur le tri des déchets je parlerai plutôt de ce qui se passe avant c'est-à-dire vraiment concrètement un peu plus pour eux et un peu plus concret pour la vie quotidienne, comment on trie et les conséquences si on trie pas en fait la pollution tout ça peut être. Faire un petit peu concret apporter plus de concret parce que c'est vrai c'était des termes un petit peu compliqués pour eux la densité magnétique

		machin donc je referai quelque chose d'un peu plus concret de la vie de tous les jours, pour que ce soit plus utile en fait.
75	A. B	Dans cette séance, il y a avait une articulation entre des notions en physique et une éducation à.
76	Prof	Après cette séance elle s'inscrit dans un continuum dans une progression, du coup l'enseignant qui est en classe en CM2 m'a demandé de suivre ce livre parce que en fait on fait un continuum avec les autres classes, donc en CE2 ils sont sensés à apprendre concrètement comment faire le tri des déchets dans la vie quotidienne, l'année prochaine il y a aussi une séance sur les déchet et là c'est encore un autre approfondissement et du coup comme on doit se cordonner entre guillemets entre chaque enseignant on a chacune une séance concrète à mettre en ouvre et du coup moi j'ai suivi ce livre parce que l'année il y aura la suite en fait de cette séance.

Annexe 39. Fiches préparatoires de la séquence du tri des déchets (ressources Retz, 2016).

SÉANCE 1

Comment trier facilement les déchets ?

L'ESSENTIEL À SAVOIR POUR L'ENSEIGNANT

Sous couvert d'aborder le tri des déchets, cette séance permet de distinguer les matériaux et de les classer, c'est-à-dire de **définir leurs propriétés**.

Les élèves exploreront la diversité de la matière : métaux, plastiques, papier, verre, etc.

Pour distinguer ces matériaux, ils devront rechercher des propriétés discriminantes. Les propriétés abordées (densité et magnétisme) sont volontairement limitées pour que la séance soit efficace et la moins confuse possible.

Pour cela, le tri se fera entre 3 matériaux :

- l'acier (issu des canettes) ;
- le plastique transparent (issu des corps de bouteilles) ;
- le plastique opaque (issu des bouchons de bouteilles).

L'enseignant constituera donc des petits sacs de déchets à partir de :

- canettes métalliques arborant le symbole *magnétisme* ; 
- bouchons plastiques ;
- bouteilles plastiques transparentes.

QU'EST-CE QU'UN MATÉRIAU MAGNÉTIQUE ?

Le terme exact est **ferromagnétique**, mais le terme *magnétique*, largement utilisé dans le

langage courant, suffira à décrire le phénomène avec les élèves.

Un matériau ferromagnétique est attiré par un **aimant**.

Seuls les matériaux contenant du fer, du nickel et du cobalt sont ferromagnétiques. En effet, les aimants n'attirent pas tous les métaux. L'aluminium, par exemple, n'est pas ferromagnétique.

NOTION DE DENSITÉ

La densité est une grandeur relative à l'eau. Un litre d'eau a une masse de 1 kg. Un litre d'huile de cuisine a pour masse 920 g soit 0,92 kg.

La densité de l'huile est donc de 0,92. *A contrario*, un litre de fer a une masse de 7,87 kg, la densité du fer est donc de 7,87.

Les matériaux ayant une densité inférieure à 1 flottent, les autres coulent.

Dans la séance proposée, il n'est en aucun cas nécessaire d'aller vers des mesures chiffrées, par contre il faut amener les élèves à utiliser le bon vocabulaire : l'huile n'est pas plus légère que l'eau, elle est moins dense.



L'industrie utilise aimant ou électroaimant pour transporter ou trier les métaux ferromagnétiques.



Au Canada, certains bucherons utilisent le fait que le bois est moins dense que l'eau (et donc qu'il flotte) pour le transporter via les cours d'eau et le trier.

SÉANCE 1

Comment trier facilement les déchets ?

L'ESSENTIEL À SAVOIR POUR L'ENSEIGNANT

Sous couvert d'aborder le tri des déchets, cette séance permet de distinguer les matériaux et de les classer, c'est-à-dire de **définir leurs propriétés**.

Les élèves exploreront la diversité de la matière : métaux, plastiques, papier, verre, etc.

Pour distinguer ces matériaux, ils devront rechercher des propriétés discriminantes. Les propriétés abordées (densité et magnétisme) sont volontairement limitées pour que la séance soit efficace et la moins confuse possible.

Pour cela, le tri se fera entre 3 matériaux :

- l'acier (issu des canettes) ;
- le plastique transparent (issu des corps de bouteilles) ;
- le plastique opaque (issu des bouchons de bouteilles).

L'enseignant constituera donc des petits sacs de déchets à partir de :

- canettes métalliques arborant le symbole *magnétisme* ;
- bouchons plastiques ;
- bouteilles plastiques transparentes.

QU'EST-CE QU'UN MATÉRIAU MAGNÉTIQUE ?

Le terme exact est **ferromagnétique**, mais le terme *magnétique*, largement utilisé dans le

langage courant, suffira à décrire le phénomène avec les élèves.

Un matériau ferromagnétique est attiré par un **aimant**.

Seuls les matériaux contenant du fer, du nickel et du cobalt sont ferromagnétiques. En effet, les aimants n'attirent pas tous les métaux. L'aluminium, par exemple, n'est pas ferromagnétique.

NOTION DE DENSITÉ

La densité est une grandeur relative à l'eau. Un litre d'eau a une masse de 1 kg. Un litre d'huile de cuisine a pour masse 920 g soit 0,92 kg.

La densité de l'huile est donc de 0,92. *A contrario*, un litre de fer a une masse de 7,87 kg, la densité du fer est donc de 7,87.

Les matériaux ayant une densité inférieure à 1 flottent, les autres coulent.

Dans la séance proposée, il n'est en aucun cas nécessaire d'aller vers des mesures chiffrées, par contre il faut amener les élèves à utiliser le bon vocabulaire : l'huile n'est pas plus légère que l'eau, elle est moins dense.



L'industrie utilise aimant ou électroaimant pour transporter ou trier les métaux ferromagnétiques.



Au Canada, certains bucherons utilisent le fait que le bois est moins dense que l'eau (et donc qu'il flotte) pour le transporter via les cours d'eau et le trier.

DÉROULEMENT DE LA SÉANCE

Connaissances et compétences associées

- Identifier les différentes familles de matériaux.
- Proposer une ou des hypothèses pour répondre à un problème.
- Proposer des expériences simples pour tester une hypothèse.
- Interpréter un résultat expérimental, en tirer une conclusion.

DURÉE : 1 h environ.

ÉTAPE 1

ÉTUDE DE DOCUMENTS RELATIFS AU TRI SÉLECTIF

DURÉE : 10 min

ORGANISATION : en collectif

MATÉRIEL : document « Le recyclage »

• vidéo « C'est pas sorcier » Une seconde vie pour nos poubelles »

• fiche documents « La centrale de tri »

1) AFFICHER¹ LE DOCUMENT ET LAISSER UN COURT TEMPS D'OBSERVATION.



2) QUESTIONNER LA CLASSE SUR LE DOCUMENT.

> **Qu'indique cette image ?** Elle présente ce qu'on a le droit de jeter dans la poubelle jaune. C'est le tri sélectif.

> **Pourquoi trie-t-on ?** Parce que certains déchets vont être recyclés, c'est-à-dire qu'ils vont servir à fabriquer de nouveaux objets.

3) DIFFUSER UN EXTRAIT DE LA VIDÉO C'EST

PAS SORCIER : Une seconde vie pour nos poubelles ou distribuer la fiche document « La centrale de tri ». L'enseignant met le film sur pause à la cinquième minute.

> **Que devient le contenu de la poubelle jaune ?** Il est trié par des machines et des personnes dans une usine appelée centre de tri.



¹ L. Afficher signifie, systématiquement, vidéoprojecter ou imprimer le matériel disponible sur le DVD-Rom.

> **Comment trie-t-on le contenu de la poubelle jaune ?** Les métaux, les cartons, les plastiques transparents ou opaques sont séparés.

Remarque : au besoin, l'enseignant définit le terme opaque. Un objet opaque est un objet dont il est impossible de voir au travers.

> **Autrement dit, sur quels critères sépare-t-on les emballages ?** Les emballages sont séparés selon leur matériau, non selon leur fonction.

> **Que deviennent les plastiques opaques ? les plastiques transparents ?** Les plastiques opaques sont utilisés pour fabriquer des bidons, des gros pots de fleurs, des tuyaux pour les canalisations. Les plastiques transparents sont utilisés pour fabriquer de la fibre polaire, utilisée dans les vêtements d'hiver. On en trouve aussi dans le rembourrage des oreillers.

ÉTAPE 2

COMMENT TRIER LES MATÉRIAUX SANS L'INTERVENTION D'UNE PERSONNE ?

DURÉE 35 min

ORGANISATION en groupes de 4 élèves

MATÉRIEL

- des sacs de déchets (canette métallique en acier donc contenant du fer, bouteille d'eau, bouchons de bouteille) préparés par l'enseignant avant la séance selon le mode évoqué ci-dessous
- des aimants
- des gobelets, si possible transparents (un par groupe)
- des petites cuillères
- de l'eau
- fiche activité 1 « Le défi »
- photos à afficher



Pour préparer les déchets, il suffit de découper quelques morceaux dans une bouteille d'eau et une canette en acier. Une bonne paire de ciseaux est tout à fait satisfaisante pour ce découpage. Découper des bouchons et des bouteilles plastiques de couleurs différentes permet de montrer que le matériau est indépendant de la couleur.

Et les aimants ? Si l'école ne possède pas d'aimants, il est possible d'en acheter bon marché (quelques euros) dans un magasin de bricolage au rayon placards. Les aimants en question sont ceux servant à fermer les portes de placard.

1) **PRÉSENTER LES 3 TYPES DE DÉCHETS QU'IL VA falloir TRIER :** les plastiques transparents, les plastiques opaques et les canettes. Les autres déchets, comme indiqué dans la vidéo de l'étape 1, sont encore triés à la main.

> **Nous avons vu comment les choses se passaient dans l'usine. Nous allons essayer de comprendre comment le tri s'opère après le passage des déchets dans la déchiqueteuse.**
À ce stade, les papiers et cartons ont été retirés par les opérateurs.

2) **DISTRIBUER LA FICHE ACTIVITÉ 1 ET EXPLIQUER LE DÉFI.**

> **Chaque groupe reçoit un ensemble de déchets découpés par une déchiqueteuse, un aimant, de l'eau et un gobelet. Grâce au matériel à votre disposition, vous devez trouver comment séparer ces déchets pour les recycler sans les toucher !**

Il y a trois matériaux différents. Il faut imaginer deux expériences permettant de les séparer.

Remarque : au besoin, l'enseignant peut diffuser à nouveau l'extrait de C'est pas sorcier : « Une seconde vie pour nos déchets ».

3) **QUELQUES PISTES POUR AIGUILLER LES ÉLÈVES.**

Les deux photos de la fiche peuvent être diffusées, sans commentaire, afin de donner des indices.

Les états et la constitution de la matière • SÉANCE 1

- > Les emballages sont triés selon leurs matériaux : quelles sont les différences entre ces matériaux ? Sur la photo 1, l'aimant dessiné sur la canette montre qu'elle peut être attirée par un aimant. Sur la photo 2, on voit que certains déchets flottent sur l'eau.



Canette de soda.



Eau polluée par des déchets ménagers.

4) INVITER LES ÉLÈVES À OBSERVER LE MATÉRIEL À LEUR DISPOSITION. À partir de ce matériel, ils choisissent quelques éléments pour réaliser leur expérience. L'enseignant circule et aiguille les groupes en difficulté à partir de remarques.

Remarque : si la manipulation relative à l'aimant ne devrait pas poser de problème aux élèves, celle reposant sur la densité est plus compliquée. Il ne faut donc pas hésiter à laisser les élèves tâtonner sans forcément noter de façon formelle tous les essais.

La solution attendue :

Dans un premier temps, on enlève les morceaux de canettes en acier (contenant du fer) avec un aimant. Puis on met le reste des déchets (plastiques) dans un verre. Pour accélérer le processus, on peut mélanger avec une cuillère. Le plastique transparent coule, le plastique opaque reste en surface.

ÉTAPE 3

EXPLOITATION DE L'EXPÉRIENCE

DURÉE 10 min

ORGANISATION en collectif

MATÉRIEL • photo « Transport de bois flottant »

1) ATTIRER TOUS LES MORCEAUX MÉTALLIQUES AVEC UN AIMANT.

- > **Comment expliqueriez-vous cette expérience ?** L'aimant attire les déchets contenant du fer.
> **Comment cela s'appelle-t-il ?** Le fer est magnétique, il est donc attiré par les aimants. On parle de magnétisme.

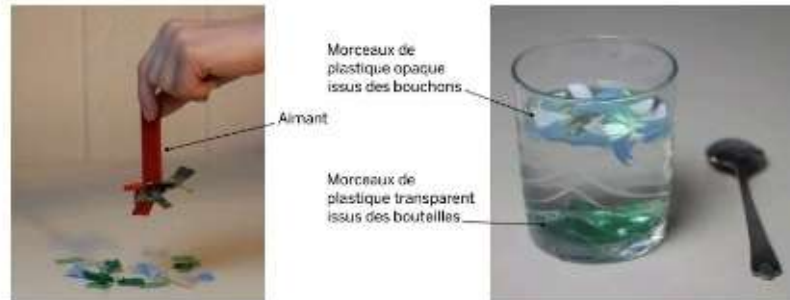
Si aucun enfant ne connaît le terme *magnétisme*, l'enseignant peut l'introduire.

Pour aller plus loin : l'enseignant peut demander aux enfants s'ils connaissent d'autres matériaux magnétiques. Le caractère magnétique de ces derniers sera testé rapidement devant les enfants par l'enseignant. Il est notamment possible de prévoir des pièces de monnaie ou de l'aluminium pour montrer que tous les métaux ne sont pas attirés par les aimants.

Remarque :

- Les pièces de 1, 2 et 5 centimes en acier recouvertes de cuivre sont attirées par l'aimant.
- Les pièces de 10, 20 et 50 centimes en alliage cuivre, zinc, aluminium ne sont pas attirées.
- Les pièces de 1 et 2 euros : avec leur centre en 3 couches (acier, zinc, et nickel, acier, zinc) et l'anneau en alliage cuivre, nickel sont attirées.

2) PLONGER LES DÉCHETS PLASTIQUES DANS UN VERRE D'EAU ET MÉLANGER AVEC UNE CUILLÈRE. On constate que les morceaux de plastique opaque restent en surface et les morceaux de plastique transparent coulent au fond du verre.



> **Comment expliqueriez-vous cette expérience ?**

La réponse est ici moins évidente. Les élèves répondront probablement que les morceaux « lourds » coulent et les « légers » flottent. Le contraire peut être démontré en utilisant une balance haute précision, mais ce matériel est rarement disponible en école... Pour contrecarrer cette idée, l'enseignant peut diffuser la photo ci-dessous.

> **À votre avis, ces morceaux de bois sont-ils lourds ou légers ? Les morceaux de bois qui flottent sont lourds !**

> **Pourquoi certains matériaux flottent et d'autres coulent ?**

L'enseignant peut expliquer qu'à taille/volume égal, si le matériau est plus léger que l'eau il flotte, sinon il coule. C'est ce qu'on appelle la densité. Le bois est moins dense que l'eau, alors il flotte.

Ici les matériaux en plastique opaque flottent, ils sont moins denses que l'eau. Ceux en plastique transparent coulent, ils sont plus denses que l'eau.



Ces lourdes buches flottent sur l'eau.

ÉTAPE 4

SYNTHÈSE

DURÉE 15 min

ORGANISATION en individuel et en collectif

MATÉRIEL • fiche activité 1 « Le défi »

1) RÉALISER INDIVIDUELLEMENT UN SCHÉMA DES DEUX EXPÉRIENCES.

2) CONSTRUIRE COLLECTIVEMENT LA TRACE ÉCRITE.

> **À quoi sert le tri sélectif des déchets ?** Le tri permet de recycler certains matériaux.

> **Comment sont triés les déchets ?** Les déchets sont traités dans une centrale de tri en passant d'abord dans une machine puis ils sont encore triés à la main par des hommes.

> **Comment avons-nous réussi à trier facilement les déchets ?** Nous avons pu facilement trier les déchets en utilisant leurs propriétés (magnétisme et densité) pour les séparer.

3) COMPLÉTER COLLECTIVEMENT LA CONCLUSION DE LA FICHE ACTIVITÉ.