



**HAL**  
open science

# Etude de l'appropriation de modèles précurseurs par les enseignants pour une éducation scientifique en grande section de l'école maternelle : le cas de la lumière et de l'ombre

Danai Arnantonaki

► **To cite this version:**

Danai Arnantonaki. Etude de l'appropriation de modèles précurseurs par les enseignants pour une éducation scientifique en grande section de l'école maternelle : le cas de la lumière et de l'ombre. Education. Université de Bretagne occidentale - Brest; Panepistīmio Patrón, 2021. Français. NNT : 2021BRES0093 . tel-03775519

**HAL Id: tel-03775519**

**<https://theses.hal.science/tel-03775519>**

Submitted on 12 Sep 2022

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

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

# THESE DE DOCTORAT EN COTUTELLE INTERNATIONALE

L'UNIVERSITE DE BRETAGNE OCCIDENTALE

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

L'UNIVERSITE DE PATRAS

DEPARTEMENT DES SCIENCES DE L'EDUCATION ET DE L'EDUCATION  
PRESCOLAIRE

Par

**Danai ARNANTONAKI**

**Etude de l'appropriation de modèles précurseurs par des enseignants  
pour une éducation scientifique en grande section d'école maternelle.**

Le cas de la lumière et de l'ombre.

Thèse présentée et soutenue à Rennes, le 09 décembre 2021

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

## Rapporteurs avant soutenance :

Karine BECU-ROBINAULT, Maîtresse de conférences HDR, Ecole Normale Supérieure de Lyon  
Leonidas GOMATOS, Professeur des universités, School of Pedagogical and Technological Education, Patras, Grèce

## Composition du Jury :

Présidente : Isabelle KERMEN, Professeure des universités, Université de Bretagne Occidentale  
Examineurs : Karine BECU-ROBINAULT, Maîtresse de conférences HDR, Ecole Normale Supérieure de Lyon  
Alice DELSERIEYS PEDREGOSA, Maîtresse de conférences, Aix-Marseille Université  
Leonidas GOMATOS, Professeur des universités, School of Pedagogical and Technological  
Education, Patras, Grèce  
Dimitrios KOLIOPOULOS, Professeur des universités, Université de Patras, Grèce

Dir. de thèse : Jean-Marie BOILEVIN, Professeur émérite, Université de Bretagne Occidentale / Konstantinos  
RAVANIS, Professeur des universités, Université de Patras, Grèce

<b>Remerciements .....</b>	<b>8</b>
<b>Introduction .....</b>	<b>9</b>
<b>PARTIE I : PROBLEMATIQUE .....</b>	<b>14</b>
<b>Chapitre 1. Le contexte social .....</b>	<b>15</b>
1.1 L'enquête TALIS .....	15
1.2 L'enquête PISA .....	16
1.2.1 La culture scientifique et l'enquête PISA.....	17
1.3 L'enquête TIMSS4.....	19
1.4 Désaffection pour les sciences.....	21
1.4.1 Le rôle du milieu socio-économique au niveau scolaire en sciences .....	22
1.4.2 Le rôle du genre en sciences.....	25
1.4.3 La désaffection pour les études scientifiques : le cas français.....	28
<b>Chapitre 2. Le travail de l'enseignant du primaire en lien avec les sciences.....</b>	<b>30</b>
2.1 Facteurs qui influencent le travail de l'enseignant du primaire quant à l'enseignement des sciences.....	30
2.1.1 Les émotions des enseignants du primaire quant à l'enseignement des sciences.....	30
2.1.2 Les convictions des enseignants du primaire par rapport aux sciences.....	32
2.2 Les connaissances pédagogiques des enseignants liées au contenu .....	34
<b>Chapitre 3. L'école maternelle.....</b>	<b>37</b>
3.1 La place de l'école maternelle en France dans les textes d'origine institutionnelle.....	37
3.2 L'école maternelle en France aujourd'hui.....	37
3.3 La formation des enseignants .....	38
3.3.1 La formation initiale et le recrutement des enseignants en France.....	39
3.3.2 La formation continue des enseignants en France.....	42
3.4 La recherche en éducation scientifique à l'âge préscolaire .....	44
3.4.1 Les idées fondatrices des principales orientations de recherche .....	46
3.4.2 L'importance de l'éducation scientifique à l'école maternelle.....	48
3.4.3 Apprentissage à travers la démarche d'investigation, le langage, le jeu et les activités collectives.....	50
<b>Chapitre 4. Pour une éducation scientifique à école maternelle .....</b>	<b>52</b>
4.1 Enseignement des sciences ou initiation aux sciences ?.....	52
4.2 La place des sciences dans le curriculum pour la maternelle .....	53
4.3 La place des sciences dans le curriculum pour la maternelle : le point de vue français.....	54
4.4 Changement de pratiques en sciences et accompagnement des enseignants.....	56
4.5 L'éducation scientifique à l'école maternelle.....	57
<b>Chapitre 5. Questionnement Initial .....</b>	<b>60</b>
<b>Partie II : CADRE THEORIQUE ET OBJECTIFS DE NOTRE RECHERCHE .....</b>	<b>62</b>
<b>Chapitre 1. La Théorie Anthropologique du Didactique .....</b>	<b>63</b>
1.1 Les concepts de la Théorie Anthropologique du Didactique importants pour notre recherche ..	63

1.1.1	L'institution .....	64
1.1.1.1	Rapport privé et rapport public d'un individu à un objet.....	65
1.1.2	Les éléments constituant le concept de praxéologie.....	65
1.1.2.1	Deux postulats de la Théorie Anthropologique du Didactique .....	65
1.1.2.2	Praxéologie : bloc pratico-technique.....	66
1.1.2.3	Praxéologie : bloc technologico-théorique.....	67
1.1.2.4	Différents types de Praxéologie .....	68
1.1.3	La praxéologie de référence .....	71
1.1.4	La praxéologie didactique .....	72
1.2	L'utilisation du cadre de la TAD dans différents champs de recherche.....	72
<b>Chapitre 2. Fondements de notre cadre théorique.....</b>		<b>76</b>
2.1	La notion de modèle .....	76
2.1.1	Fonctions et typologie des modèles en sciences physiques.....	76
2.1.2	Relations entre le modèle et la théorie en didactique des sciences.....	79
2.2	Les notions de lumière et d'ombre .....	83
2.2.1	Le modèle scientifique sur la lumière : un concept qui a beaucoup évolué au fil du temps. 83	
2.2.2	Le modèle scientifique de l'ombre .....	85
2.3	La notion de représentations mentales .....	86
2.4	Des recherches menées en didactique autour des notions de lumière et d'ombre.....	89
2.4.1	Le concept de lumière .....	89
2.4.1.1	Des recherches qui concernent l'école maternelle .....	89
2.4.1.2	Des recherches qui concernent l'école élémentaire.....	90
2.4.2	La notion d'ombre .....	92
2.4.2.1	Des recherches à l'école maternelle .....	92
2.4.2.2	Des recherches à l'école élémentaire .....	94
2.4.3	Synthèse des principales difficultés par rapport aux notions de lumière et d'ombre .....	95
<b>Chapitre 3. Le modèle précurseur .....</b>		<b>97</b>
3.1	Le concept d'objectif-obstacle .....	97
3.2	Le concept de modèle précurseur .....	97
3.2.1	Modèles et modèle précurseur.....	97
3.2.2	La définition initiale du concept.....	98
3.2.3	Points de vue complémentaires sur le modèle précurseur.....	100
3.3	Revue de littérature des travaux sur le modèle précurseur .....	102
3.4	Un modèle précurseur pour le concept de la lumière et le phénomène de la formation d'ombre .....	106
<b>Chapitre 4. Synthèse et objectifs de recherche .....</b>		<b>112</b>
4.1	Synthèse des parties I et II.....	112
4.2	Objectifs de la recherche .....	113
<b>Partie III : METHODOLOGIE .....</b>		<b>114</b>
<b>Chapitre 1. Principes méthodologiques.....</b>		<b>115</b>
1.1	Une recherche qualitative.....	115
1.2	Une recherche herméneutique .....	117
1.3	Une recherche descriptive et explicative.....	117

1.4 Une recherche collaborative inspirée des principes du Design Based Research.....	118
<b>Chapitre 2. Recueil et corpus des données .....</b>	<b>121</b>
2.1 Constitution du groupe d’enseignants .....	121
2.2 Les entretiens semi-directifs.....	123
2.3 Description du guide des entretiens.....	124
2.4 La réunion collective .....	125
2.5 Le scénario pédagogique 1 .....	127
2.6 Les enregistrements vidéoscopiques .....	129
2.7 Le guide d’analyse complété par le professeur des écoles .....	131
2.8 L’entretien d’autoconfrontation simple .....	133
2.9 Le scénario pédagogique 2 et entretien téléphonique avec E1 .....	134
<b>Chapitre 3. Méthode d’analyse .....</b>	<b>135</b>
3.1 Méthode d’élaboration de la praxéologie de référence .....	136
3.2 La grille d’analyse pour la caractérisation des praxéologies didactiques.....	137
<b>PARTIE IV ANALYSE DES DONNEES : DU TRAVAIL COLLECTIF AU TRAVAIL INDIVIDUEL DE L’ENSEIGNANT .....</b>	<b>139</b>
<b>Chapitre 1. La praxéologie de référence .....</b>	<b>140</b>
1.1 La praxéologie de référence pour la notion de lumière .....	140
1.1.1 La praxéologie institutionnelle pour le concept de lumière.....	140
1.1.2 L’analyse épistémologique des savoirs pour le concept de lumière.....	141
1.1.2.1 Les savoirs en jeu .....	141
1.1.2.2 Identification des obstacles et des conceptions des élèves .....	142
1.1.2.3 Les recherches en didactique .....	142
1.1.2.4 Le modèle précurseur .....	144
1.1.3 L’organisation praxéologique de référence sur la lumière .....	145
1.2 La praxéologie de référence pour la notion d’ombre .....	146
1.2.1 Praxéologie institutionnelle .....	146
1.2.1.1 La main à la pâte .....	147
1.2.2 L’analyse épistémologique des savoirs pour la notion d’ombre .....	149
1.2.2.1 Les savoirs en jeu .....	149
1.2.2.2 Identification des obstacles et des conceptions des élèves .....	150
1.2.2.3 Les recherches en didactique des sciences .....	150
1.2.2.4 Le modèle précurseur .....	151
1.2.3 L’organisation praxéologique de référence sur l’ombre.....	151
<b>Chapitre 2. La praxéologie didactique du groupe.....</b>	<b>155</b>
2.1 Présentation des quatre participants aux entretiens et du synopsis de la réunion collective .....	155
2.1.1 L’enseignant E1 .....	155
2.1.2 L’enseignante E2 .....	158
2.1.3 Les enseignantes E3 & E4.....	160
2.1.4 Présentation du synopsis de la transcription de la réunion collective .....	162
2.2 La praxéologie didactique du groupe pour la lumière.....	164
2.2.1 Analyse des scénarios de classe-Séance 1 .....	164
2.2.1.1 Le premier type de tâche pour la première séance .....	166

2.2.1.2 Le deuxième type de tâche pour la première séance .....	167
2.2.1.3 Le troisième type de tâche pour la première séance .....	169
2.2.1.4 Le quatrième type de tâche pour la première séance .....	172
2.2.1.5 La praxéologie didactique du groupe pour la première séance .....	172
2.2.2 Analyse des scénarios de classe-Séance 2 .....	172
2.2.2.1 Le premier type de tâche pour la deuxième séance .....	172
2.2.2.2 Le deuxième type de tâche pour la deuxième séance .....	173
2.2.2.3 Le troisième type de tâche pour la deuxième séance .....	175
2.2.2.4 La praxéologie didactique du groupe pour la deuxième séance .....	176
2.3 La praxéologie didactique du groupe pour l'ombre .....	176
2.3.1 Analyse des scénarios de classe-Séance 3 .....	177
2.3.1.1 Le premier type de tâche pour la troisième séance .....	177
2.3.1.2 Le deuxième type de tâche pour la troisième séance .....	177
2.3.1.3 Le troisième type de tâche pour la troisième séance .....	178
2.3.1.4 La praxéologie didactique du groupe pour la troisième séance .....	179
2.3.2 Analyse des scénarios de classe-Séance 4 .....	179
2.3.2.1 Le premier type de tâche pour la quatrième séance .....	179
2.3.2.2 Le deuxième type de tâche pour la quatrième séance .....	181
2.3.2.3 Le troisième type de tâche pour la quatrième séance .....	181
2.3.2.4 La praxéologie didactique du groupe pour la quatrième séance .....	182
<b>Chapitre 3. La praxéologie didactique de l'enseignant E1 .....</b>	<b>184</b>
3.1 La praxéologie didactique de l'enseignant pour la notion de lumière .....	184
3.1.1 Chronique de la mise en œuvre en classe-Séance 1 .....	184
3.1.2 Présentation du « guide d'analyse » complété par E1-Séance 1 .....	187
3.1.3 Analyse de l'entretien d'autoconfrontation simple -Séance 1 .....	191
3.1.4 La présentation de la praxéologie didactique de E1- Séance 1 .....	194
3.1.5 Chronique de la mise en œuvre en classe-Séance 2 .....	196
3.1.6 Présentation du « guide d'analyse » complété par E1-Séance 2 .....	200
3.1.7 Analyse de l'entretien d'autoconfrontation simple -Séance 2 .....	202
3.1.8 La présentation de la praxéologie didactique de E1-Séance2 .....	204
3.2 La praxéologie didactique de l'enseignant pour l'ombre .....	207
3.2.1 Chronique de la mise en œuvre en classe-Séance 3 .....	207
3.2.2 Présentation du « guide d'analyse » complété par E1-Séance 3 .....	211
3.2.3 Analyse de l'entretien d'autoconfrontation simple -Séance 3 .....	214
3.2.4 La présentation de la praxéologie didactique de E1-Séance 3 .....	215
3.2.5 Chronique de la mise en œuvre en classe-Séance 4 .....	218
3.2.6 Présentation du « guide d'analyse » complété par E1-Séance 4 .....	221
3.2.7 Analyse de l'entretien d'autoconfrontation simple -Séance 4 .....	222
3.2.8 La présentation de la praxéologie didactique de E1 .....	225
<b>Chapitre 4. La nouvelle praxéologie didactique de l'enseignant .....</b>	<b>228</b>
4.1 La nouvelle praxéologie didactique de l'enseignant pour la lumière .....	228
4.1.1 Analyse du nouveau scénario de classe et présentation de la praxéologie didactique -Séance 1 .....	230
4.1.2 Analyse du nouveau scénario de classe et présentation de la praxéologie didactique -Séance 2 .....	234
<b>PARTIE V : SYNTHÈSE GÉNÉRALE .....</b>	<b>238</b>
<b>Chapitre 1. Synthèse et discussion des résultats de notre recherche .....</b>	<b>239</b>
1.1 Premier objectif de recherche : étude de la praxéologie didactique du groupe pour décrire comment les enseignants préparent le scénario .....	239

1.2 Deuxième objectif de recherche : étude de la praxéologie didactique de E1 .....	246
1.2.1 La première séance .....	246
1.2.2 La deuxième séance.....	249
1.2.3 La troisième séance .....	251
1.2.4 La quatrième séance .....	252
1.2.5 Une éventuelle évolution de la praxéologie didactique de l'enseignant E1 ? .....	253
1.3 Les enseignants d'école maternelle peuvent-ils s'emparer d'un modèle précurseur sur les notions de lumière et d'ombre ?.....	256
1.3.1 Discussion sur les praxéologies construites.....	257
1.3.2 Une réflexion sur les conditions pour la mise en œuvre du scénario par E1 .....	260
1.3.3 Une réflexion sur le processus de changement de pratiques .....	260
<b>Chapitre 2. Discussion.....</b>	<b>262</b>
2.1 Discussion des choix du cadre théorique.....	262
2.2 Discussion de la méthodologie.....	263
2.3 Importance de la recherche et lien avec la formation des enseignants de la petite enfance .....	266
2.4 Limites de la recherche.....	268
2.5 Apport de notre recherche et perspectives scientifiques .....	268
<b>Chapitre 3. Conclusion .....</b>	<b>271</b>
<b>Bibliographie.....</b>	<b>273</b>





# Remerciements

---

Je tiens à remercier tout d'abord Monsieur Jean-Marie Boilevin et Monsieur Konstantinos Ravanis qui ont si bien encadré mon travail de thèse durant ces années. Je les remercie pour leur grande disponibilité, leur soutien, leur accompagnement et leur rigueur qui m'ont permis d'avancer et de mener à bien ce travail de thèse.

Je remercie également Madame Karine Bécu-Robinault et Monsieur Leonidas Gomas d'avoir accepté d'être les rapporteurs de ma thèse. De même, je remercie Madame Isabelle Kermen, Madame Alice Delserieys Pedregosa et Monsieur Dimitrios Koliopoulos de prendre part à mon jury de thèse.

Je remercie l'équipe du CREAD qui m'a accueillie et a contribué par de nombreux échanges à l'évolution de mon travail. Je remercie Madame Ghislaine Gueudet et Monsieur Georges-Louis Baron, pour leurs conseils bienveillants lors du comité de suivi.

Je remercie Madame Elisabeth Plé pour ses précieux conseils, pour les discussions et de m'avoir généreusement aidé et accompagnée dans mes enseignements à l'Inspé de Champagne Ardennes ces deux dernières années. Je remercie par ailleurs la direction de l'Inspé du site de Troyes et particulièrement Monsieur Frédéric Castel.

Le travail de thèse n'aurait pu être abouti sans la participation d'enseignants d'école maternelle qui m'ont ouvert leurs classes et m'ont fait confiance. Je remercie les enseignants et les élèves qui m'ont accueilli dans leurs classes.

Je remercie ma famille et mes amis qui m'ont encouragée et accompagnée dans ce long chemin et qui m'ont soutenue dans les moments plus difficiles.

Enfin je remercie tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à l'aboutissement de ce travail de thèse.

# Introduction

---

En ce qui concerne l'enseignement et l'apprentissage des sciences, il s'avère aujourd'hui qu'il s'agit d'un pilier de développement personnel de l'individu mais aussi de la société. Dans le but d'affronter de multiples défis de niveau national et international, à l'instar du changement climatique, de la confiance aux méthodes scientifiques en temps de pandémie, de l'inquiétude de la perte de la biodiversité entre autres, il est nécessaire que les membres de la société soient armés avec des compétences issues de disciplines scientifiques. Il ne s'agit pas seulement des professions avec des exigences grandissantes qui sont susceptibles de nécessiter ces capacités scientifiques mais aussi des individus qui pourront amener des changements dans leur communauté locale avec des décisions critiques pour l'avenir de chaque société (Hofstein, Eilks & Bybee, 2011). D'un côté, se trouvent les initiatives et les avancées scientifiques et, de l'autre, la culture scientifique liée aux sciences, à la technologie, à l'ingénierie et aux mathématiques qui sont souvent considérés comme cruciaux par plusieurs institutions comme les gouvernements ou l'industrie pour le développement, la compétitivité globale et l'innovation (Carter, 2017). Dans un monde en mutation scientifique, technologique et face à de grands défis environnementaux et humains, cet élément n'est pas développé de la même manière ni dans la même mesure dans tous les pays.

Dans la note de la Conférence des Nations Unies sur le Commerce et le Développement (CNUCED) en 2017 (ONU, 2017), le lien entre la science, la technologie et l'innovation et les aspects sociaux et économiques d'un pays en développement ont été soulignés. Il semble que, selon la note en question, le rôle de la science soit central parmi d'autres éléments pour viser une croissance économique et pour faire face aux questions écologiques de nos jours. Plus particulièrement, il est mentionné que : « La science, la technologie et l'innovation (STI) ayant prouvé qu'elles pouvaient jouer un rôle moteur dans le changement économique et social, les décideurs devraient avoir comme priorité de les mettre au service de la réalisation des Objectifs de Développement Durable. ». Il est vrai que certains pays à l'instar des Etats-Unis, avec l'exemple de l'organisme « American Association for the Advancement of Science <sup>1</sup> » qui date de 1848, montrent une volonté de permettre à tous les élèves, et d'une manière générale à tous les citoyens, indépendamment de leur niveau socioéconomique, de construire une culture scientifique et technologique de base et de délivrer un enseignement ayant du sens pour tous. Dans le cas du système éducatif français, un certain nombre de questions se pose : est-il question d'ajustements dans le curriculum pour les élèves qui sont moins favorisés ? La formation des enseignants permet-elle une sensibilisation à ce sujet ? L'Etat accorde-t-il un financement plus important aux régions qui sont les plus touchées ? Est-ce que cette situation augmente le stress chez les enseignants, qui sont souvent déjà très gênés pour l'enseignement des sciences ? Dans tous les cas, des initiatives comme la création de la fondation « La main à la pâte » en France, qui offre une variété d'idées et de pratiques visant l'amélioration de la qualité de l'enseignement des sciences à l'école et au collège, montrent qu'il y a une volonté de promouvoir les sciences pour tous.

---

<sup>1</sup> <https://www.aaas.org/>

Aujourd'hui, nous sommes conscients de la nécessité d'une culture scientifique pour tous, et un moyen pour arriver à cet objectif concerne l'école et plus particulièrement l'école maternelle puisqu'il s'agit de la première institution qui est obligatoire pour tous les élèves et qui marque le passage d'un enfant du foyer familial vers un autre contexte. L'école a un rôle très important à jouer afin d'aider les élèves à poursuivre l'évolution de leurs connaissances et de leur pensée afin de former des citoyens réflexifs et d'élaborer une culture scientifique pour tous. Il s'agit de développer un goût pour les sciences ainsi que d'aider les élèves à découvrir les ressorts passionnants des sciences. Il s'avère que cette charge est confiée aux enseignants, qui devraient être formés correctement pour mener cet enseignement et favoriser l'apprentissage des sciences à l'école. Quelles seraient les conditions idéales pour tendre vers cette direction ? Des directives ministérielles et un programme scolaire basés sur les résultats de la recherche, une formation initiale et continue qui offre les bagages nécessaires aux enseignants pour mener des activités didactiques dans la classe ainsi que des espaces et des occasions d'acculturation scientifique pour enseignants et élèves à l'intérieur et l'extérieur de l'école.

L'éducation scientifique et l'élaboration d'une culture scientifique pour tous dépendent également des événements ayant lieu hors de l'école, organisés par des organismes publics ou privés. L'accès et la médiation scientifique dans les musées, les événements qui promeuvent l'accès aux sciences pour le grand public et la mise à disposition d'ouvrages scientifiques à la portée des enfants et des adultes par l'intermédiaire des bibliothèques sont quelques exemples. Parmi les événements annoncés figurent « la Fête de la Science » (<https://www.fetedelascience.fr/>) en France, « le printemps des sciences » (<https://www.sciences.be/evènements/printemps-des-sciences/>) en Belgique, « Scientastic » (<https://www.epfl.ch/campus/events/fr/evènements/evènements-publics/scientastic/>) le festival des sciences en Suisse, le festival « Athens Science Festival » ( <https://www.athens-science-festival.gr/en/>) en Grèce, le festival « USA science and engineering festival » (<https://usasciencefestival.org/>) aux Etats-Unis.

C'est aux concepteurs des programmes scolaires et aux décideurs politiques d'agir dans ce sens-là. Selon Chevallard (1991), il s'agirait de la noosphère, d'un réseau d'influences qui détermine dans le monde éducatif par exemple, les éléments qui seront travaillés à l'école. La noosphère est souvent formée par des spécialistes, des politiciens, des auteurs de manuels, des responsables de l'éducation, et elle est responsable d'une partie du processus de la transposition didactique. Chevallard (1991) souligne qu'il faut évaluer constamment les besoins d'un système éducatif afin de proposer les changements nécessaires en ce qui concerne le savoir, le besoin créé et les attentes à un niveau social : « Avec le temps, le savoir traité par le système d'enseignement vieillit ; il apparaît un jour comme vieux par rapport à la société (par rapport au savoir savant et par rapport au savoir banalisé). » (p. 26).

Ainsi, nous nous retrouvons devant le besoin évoqué par la CNUCED au niveau social et économique concernant la nécessité d'investir dans le domaine scientifique et technologique et le rôle de la recherche et du développement pour atteindre les dix-sept objectifs de développement durable, un projet mené par l'Organisation des Nations Unies (ONU, 2017). Nous soulignons le rôle de la noosphère dans la structuration des différents objectifs et méthodes qui peuvent arriver par ce moyen dans la classe. A travers notre travail de recherche, nous souhaitons mettre en exergue la nécessité d'une éducation scientifique dès le plus jeune âge, le besoin en formation des professeurs des écoles, le besoin d'élaborer un lien entre la recherche et la pratique dans la classe. Si d'un côté ce besoin en sciences et technologie est

évoqué à un niveau mondial par les Nations Unies et de l'autre la recherche indique la manière dont ce type de décisions peut arriver dans la classe, nous pensons qu'il est temps de nous tourner vers cette direction. Cette nécessité concerne en grande partie les élèves qui sont l'avenir. Hildebrand (2001) souligne :

I also want students to be actively thinking, informed and engaged critics of: the social world of scientists as it constructs their practice; of the impact that science has on society; and of the power dimensions involved in the scientific community and the ways these are used politically, economically and socially to support particular authoritative positions and to oppress other perspectives in society. (p. 11)

Si nous nous concentrons sur les enseignants, nous pouvons nous apercevoir des attentes que nous avons vis-à-vis de leurs capacités et de leurs pratiques. Nous nous attendons à ce qu'ils aient une compréhension profonde et holistique en ce qui concerne le contenu et les destinataires de cet enseignement. Il s'avère que d'un côté les pratiques enseignantes, et de l'autre les connaissances personnelles d'un enseignant peuvent influencer le processus d'apprentissage chez l'élève. De la part de l'enseignant, cela implique un bon niveau de connaissance de la discipline enseignée, un bon niveau de connaissance du programme officiel et du curriculum ainsi qu'un bon niveau de connaissances de la manière dont les élèves apprennent dans la discipline en question. Les enseignants doivent avoir les moyens afin de créer un environnement propice aux apprentissages pour les élèves.

Nous supposons que des connaissances scientifiques sont bénéfiques pour un enseignant car quand il dispose par exemple d'une aptitude à l'investigation et à la recherche et qu'il l'a intégré cela dans sa pratique, il développera un goût pour continuer à se former, pour suivre des formations faisant le lien avec les résultats de la recherche en éducation ou d'une didactique disciplinaire et qu'ainsi il optera pour un apprentissage personnel tout au long de la vie. Si nous suivons ce raisonnement, l'enseignant n'attend pas que ce soit une obligation de la part de l'institution mais il s'intéresse à avoir constamment les moyens pour aller plus loin dans ses propres capacités. C'est dans ce sens aussi qu'un enseignant peut influencer son élève ; l'élève peut adopter ce comportement et poursuivre plus facilement de son côté un apprentissage tout au long de la vie. Le changement de pédagogie de la part de l'enseignant ne correspond pas seulement au changement de ses pratiques mais il concerne plus globalement une reconsidération du processus d'apprentissage et des rôles de l'élève et de l'enseignant (Stephen et al., 2010). A la suite de ce changement de point de vue, Larsson (2013) souligne l'importance de l'éducation scientifique à l'école maternelle surtout quand cet apprentissage est évoqué de manière émergente.

Du point de vue de l'institution, il est vrai que la manière dont le collectif d'enseignants se forme dans une école peut avoir un impact sur chaque enseignant. Schleicher (2020) souligne que le sentiment d'auto-efficacité chez l'enseignant est souvent associé à la culture collaborative d'une école et il propose que les écoles encouragent la collaboration professionnelle entre pairs. Il est notable que selon l'enquête internationale TALIS, de l'Organisation de Coopération et de Développement Economique (OCDE), sur l'enseignement et l'apprentissage, un enseignant sur cinq n'estime pas travailler dans une école caractérisée par la culture de la collaboration et du soutien mutuel. Il s'avère que seul 28% des enseignants interrogés organisent leurs cours au sein d'une équipe une fois par mois. Cette enquête met l'accent également sur la valeur du « feedback » donné aux enseignants par rapport à leur travail

car quasiment 75% des enseignants ayant reçu du « feedback » ont considéré cela comme utile pour l'amélioration de leur pratique. Si on normalisait cela dans l'institution, on pourrait fonder cette culture de « feedback » afin de développer un écosystème d'apprentissage continu, qui enfin pourrait promouvoir la reconnaissance du métier de l'enseignant au niveau international (Schleicher, 2020). De notre côté, nous considérons qu'il est primordial de travailler sur cette pratique de construction au sein d'une équipe d'enseignants, procédure qui pourrait se caractériser par la richesse des échanges et nous estimons que la culture de « feedback » pourrait naître petit à petit en cultivant cette ouverture d'esprit et des classes à partir de la formation des enseignants, sans que cela s'arrête brutalement ensuite en laissant les enseignants travailler de manière isolée et enfermés dans leur classe.

Pour notre part, et pour travailler dans une logique constructive en petit groupe, nous décidons de mener une recherche qui englobe l'élément de la réflexion sur les pratiques employées par les enseignants. Ainsi, nous menons une recherche doctorale exploratoire qui aborde un concept issu de la recherche en didactique des sciences : le modèle précurseur. Ce concept est étudié par les chercheurs de façon approfondie, mais le plus souvent leurs travaux sont axés sur les apprentissages des élèves. De notre côté, nous proposons pour la première fois de découvrir le point de vue de l'enseignant au cours de l'utilisation du concept en question. Notre travail vise à caractériser d'une part le lien entre la recherche en didactique des sciences et particulièrement en éducation préscolaire et d'autre part la pratique des enseignants en maternelle. Ces derniers prennent en effet en charge la première éducation scientifique et technologique des élèves et nous considérons qu'ils ont besoin d'outils pour mener à bien cette éducation première. Nous nous intéressons alors à la manière dont ces enseignants peuvent se servir de ces éléments issus de la recherche en éducation. Le présent manuscrit rend compte de cette recherche en cinq parties.

La première partie est consacrée à la problématique qui sous-tend la recherche. Elle comprend cinq chapitres. Le chapitre 1 porte sur le contexte social de notre recherche qui s'articule autour de différentes enquêtes internationales et expose certains facteurs pouvant influencer le lien avec les sciences. Le chapitre 2 se centre sur le travail de l'enseignant du primaire en rapport avec les sciences. Le chapitre 3 correspond à un regard sur l'école maternelle du point de vue de l'élève, de l'enseignant et de la formation. Le chapitre 4 porte sur différents éléments pour mener une éducation scientifique à l'école maternelle. Enfin, le chapitre 5 présente notre questionnement initial.

La deuxième partie porte sur le cadre théorique et sur les objectifs de notre recherche ; elle est composée de quatre chapitres. Le chapitre 1 porte sur le cadre théorique que nous empruntons dans cette recherche, celui de la Théorie Anthropologique du Didactique. Le chapitre 2 développe certains éléments théoriques nécessaires pour arriver à la présentation du chapitre 3 portant sur le concept de modèle précurseur qui englobe la présentation de celui concernant la lumière et l'ombre. Enfin dans le chapitre 4 nous exposons une synthèse intermédiaire qui nous amène à la présentation de nos objectifs de recherche.

La troisième partie porte d'un côté sur les aspects méthodologiques ; elle est composée de trois chapitres. Le chapitre 1 présente les principes méthodologiques de cette recherche qualitative. Le chapitre 2 présente le recueil et le corpus de nos données. Enfin, dans le chapitre 3, nous exposons la méthode d'analyse de données.

La quatrième partie présente les résultats de notre recherche et est composée de quatre chapitres. Dans le chapitre 1, nous présentons la construction de la praxéologie de référence. Le chapitre 2 expose la construction de la praxéologie du groupe participant dans cette recherche. Dans le chapitre 3, nous présentons la construction de la praxéologie d'un enseignant de ce groupe. Enfin, le chapitre 4 porte sur la construction de la nouvelle praxéologie de cet enseignant.

Enfin, la cinquième et dernière partie de cette thèse comporte deux chapitres. Dans le chapitre 1 nous élaborons une synthèse et une discussion interne par rapport à nos trois objectifs de recherche prenant position sur les résultats de ce travail. Dans le chapitre 2 nous présentons une discussion par rapport au cadre théorique choisi et une discussion concernant la méthodologie mise en œuvre. Puis il présente les difficultés rencontrées au cours de ce travail et envisage des pistes de recherche à la suite de cette étude. Nous terminons cette recherche par une conclusion.

# **PARTIE I : PROBLEMATIQUE**

---

Comme il a été mentionné dans notre introduction, le lien entre les sciences et le développement social et économique est étroit. Le rôle de l'institution scolaire semble important car il s'agit d'un des moyens possibles pour apporter une série de changements qui paraissent aujourd'hui nécessaires. Dans cette première partie de notre thèse, dans le premier chapitre, nous présentons le contexte social qui nous amène à la prise en compte d'un problème concernant le niveau des élèves français en sciences. Nous étudions le domaine de l'enseignement des sciences par les enseignants et les facteurs pouvant jouer un rôle sur les résultats des élèves. Dans le deuxième chapitre, nous étudions d'un côté les facteurs qui peuvent influencer le travail d'un enseignant par rapport aux sciences, et de l'autre nous nous concentrons sur les connaissances pédagogiques des enseignants liées au contenu. Dans le troisième chapitre, nous présentons l'institution de l'école maternelle et nous insistons sur l'importance de l'éducation scientifique des élèves dès le plus jeune âge. La formation des enseignants constitue un point particulièrement important qui figure à la fin de notre troisième chapitre. Enfin, dans le quatrième chapitre, nous nous penchons sur des questions plus spécifiques en ce qui concerne l'éducation scientifique à l'école maternelle par les enseignants. L'ensemble de ces éléments nous aident à construire notre problématique et nous conduisent vers nos questions de recherche.

## Chapitre 1. Le contexte social

Dans ce chapitre nous présentons le contexte social de notre recherche qui englobe les facteurs culturels, économiques et historiques qui influencent l'enseignement des sciences dans le milieu éducatif. Plus particulièrement, nous présentons une série de résultats d'enquêtes internationales qui nous aident à situer la France par rapport à l'éducation scientifique du point de vue des enseignants et des élèves. Ensuite, nous nous référons au phénomène de la désaffection des sciences ainsi qu'au rôle joué par le milieu socioéconomique, le genre et la particularité du cas français par rapport à ce désintéressement.

### 1.1 L'enquête TALIS

TALIS est une enquête internationale initiée par l'Organisation de Coopération et de Développement Economiques (OCDE) qui offre aux enseignants et aux chefs d'établissement l'opportunité de s'exprimer en ce qui concerne les conditions de travail et d'apprentissage dans leur école afin de produire une image de son fonctionnement dans un but d'amélioration au niveau national. Elle rend possible des comparaisons des systèmes éducatifs qui y participent. Cette enquête périodique a commencé en 2008 et a lieu tous les cinq ans, la dernière ayant été réalisée en 2018 (OECD, 2019c) et la prochaine prévue pour 2024. Les enseignants et les chefs d'établissement s'expriment à travers un questionnaire centré autour d'un certain nombre de thématiques. Ils décrivent leurs expériences et pratiques professionnelles et ils donnent des éléments concernant les conditions d'exercice de leur métier via cette enquête par le biais d'une auto-déclaration qui n'a ni le rôle ni le statut d'une évaluation. La France a participé en 2013 pour la première fois en ce qui concerne le second degré et elle a continué en 2018 où elle a participé en école élémentaire avec près de 50 pays. Plus précisément, la dernière édition (OECD, 2019c) contient les différents thèmes suivants. Du point de vue de la formation des enseignants, l'enquête s'intéresse à la formation initiale et au développement professionnel. Ensuite, en ce qui concerne l'institution, elle s'intéresse aux pratiques enseignantes en classe et à l'environnement pédagogique, au climat scolaire et au climat de classe. Enfin, du point de vue de l'enseignant, l'accent est mis sur les motivations et leur satisfaction professionnelle et des questions d'innovation, d'équité et de diversité sont aussi traitées.

D'après les résultats de l'enquête de 2018 (tableau 1), environ 27% des enseignants français de l'école élémentaire sont âgés de plus de 50 ans. Seuls 22% des enseignants se sentent préparés à gérer leur classe et il semble surprenant de constater que seuls 8% ont le sentiment de pouvoir enseigner dans une classe avec une configuration multiculturelle (OECD, 2019c). Il s'agit d'éléments qui nous questionnent par rapport à la capacité des enseignants à s'adapter à un nouveau programme ou à de nouvelles directives, par exemple concernant l'éducation scientifique des élèves à l'école maternelle.



Tableau 1-Indicateurs et pourcentages qui montrent concernant les enseignants français en 2018 (OECD, 2019c)

Indicator	2018
Teachers aged 50 and above, %	27.2
Class time spent on teaching and learning, %	74.7
Teachers feeling prepared to manage the classroom, %	22.3
Teachers feeling prepared for the use of ICT for teaching, %	28.7
Teachers feeling prepared to teach in multicultural settings, %	8.2
Teachers feeling prepared to teach in mixed-ability settings, %	25.3

## 1.2 L'enquête PISA

PISA (Programme for International Student Assessment) est un programme international qui a lieu tous les trois ans depuis 2000 et qui est organisé par l'Organisation de Coopération et de Développement Economiques (OCDE). Ce programme concerne les élèves de 15 ans et évalue leur capacité à appliquer le savoir scolaire reçu pendant leur scolarité pour répondre à des situations issues de la vie quotidienne. En même temps, à travers les résultats obtenus dans différents pays, PISA nous donne une image des systèmes éducatifs des pays participants et de leur efficacité car de nombreux éléments sont évalués. A un premier niveau PISA se centre sur trois domaines : la compréhension de textes, les mathématiques et les sciences. A un deuxième niveau, il tient compte d'un ensemble de facteurs. Il s'agit de la capacité des élèves à réfléchir pleinement, à utiliser une pensée de façon synthétique d'une part et de manière analytique d'autre part, à détecter des éléments qui concernent des opinions et des contradictions dans leur environnement proche et dans leur espace social. De plus, il est porté une attention particulière à l'identification et à la formulation des opinions ou des pensées des élèves concernant un certain nombre de sujets qui peuvent être d'actualité à un moment donné. L'évaluation des élèves dans les trois domaines ne concerne alors pas seulement les connaissances, les compétences et les attitudes développées pendant leur scolarité mais également un certain nombre de facteurs liés à l'environnement familial et social qui peuvent avoir un impact sur ce développement. L'éducation est un facteur important dans la vie d'une personne car elle peut influencer le développement personnel et l'insertion sociale de l'individu. Ces éléments sont visibles par exemple dans les résultats de la dernière enquête PISA en 2018 (OECD, 2019b) qui sont analysés en six tomes. Le premier concerne les connaissances et les capacités des élèves, le deuxième concerne le domaine où tous les élèves peuvent réussir, le troisième met l'accent sur le lien entre la vie dans l'école et la vie quotidienne des élèves. Ensuite, sont examinés dans le quatrième les aspects économiques par rapport aux élèves alors que le cinquième tome est intitulé « stratégies efficaces pour des écoles réussies ». Enfin le dernier concerne la préparation des élèves pour s'épanouir dans un monde interconnecté.

Compte tenu du fait que cette enquête est d'une grande ampleur et pas uniquement focalisée sur les scores des élèves en sciences, en mathématiques et en la compréhension de textes, il

nous semble que les résultats obtenus pour chaque pays participant peuvent constituer un point de repère en ce qui concerne le système éducatif du pays. Autrement dit, il nous semble que les résultats obtenus pourraient nous offrir certains indicateurs pour comparer et estimer l'efficacité des systèmes éducatifs des pays participants. A chaque fois que les résultats obtenus lors des enquêtes PISA sont publiés, on en peut tirer des éléments importants concernant le système et les acteurs du système. Cependant, les institutions et les responsables y font référence d'une manière souvent superficielle puisqu'au bout de plusieurs années, il semble qu'on n'observe ni grands changements, ni réformes, ni volonté d'élaborer une politique éducative plus appropriée en lien avec ces résultats.

Pour chaque enquête, un domaine majeur est privilégié. Les enquêtes de 2006 et de 2015 étaient axées sur les sciences alors que le domaine majeur d'évaluation de l'enquête PISA 2018 était la compréhension de l'écrit. En ce qui concerne les résultats de cette dernière enquête, la France s'est classée entre le 20<sup>e</sup> et le 26<sup>e</sup> rang des 79 pays présents, au même titre que l'Allemagne, la Belgique, le Portugal, la République tchèque et la Slovaquie. Elle obtient 493 points dans le domaine de la compréhension de l'écrit, légèrement au-dessus des 487 points de moyenne dans les pays de l'OCDE. La Chine occupe la première place avec 555 points devant Singapour ayant obtenu 549 points. Une appréciation générale qui concerne le système éducatif français, et qui confirme les résultats des années précédentes comme en 2015, porte sur l'impact du milieu socio-économique sur les résultats scolaires. D'après l'OCDE, le système d'éducation français apparaît inégalitaire. Plus particulièrement, dans un récent rapport (OCDE, 2020b, p. 3) concernant les perspectives des politiques d'éducation en France, il est souligné que « Les élèves français de milieux socioéconomiques défavorisés sont cinq fois plus nombreux que ceux de milieux favorisés à ne pas atteindre le niveau minimal de lecture. ». Il semble que ces inégalités sont observées assez tôt dans la scolarité d'un élève en France : « Les inégalités observées dans les performances des élèves en France apparaissent dès le plus jeune âge pour ensuite s'accroître dans la progression des compétences tout au long de la vie » (OCDE, 2020b, p. 3).

### 1.2.1 La culture scientifique et l'enquête PISA

Il est vrai que d'un côté l'alphabétisation scientifique et la compréhension des sciences et de l'autre la culture scientifique sont des éléments importants qui doivent apparaître dans l'éducation des jeunes (American Association for the Advancement of Science, 1989 ; COSCE, 2011 ; Fensham, 1985 ; Millar and Osborne, 1998 ; National Research Council, 2012 ; Boilevin, 2013). Selon l'OCDE (2019a), les sciences sont un élément essentiel et obligatoire dans le curriculum de nombreux pays depuis l'école maternelle jusqu'à la fin de l'éducation obligatoire.

Soulignons ici que dans les enquêtes PISA, mais aussi dans les textes anglophones, nous repérons souvent le terme « literacy » qui pourrait être traduit en tant que culture scientifique, alphabétisation scientifique ou encore littéracie scientifique. Par exemple, le cycle PISA 2006 emploie le terme « culture scientifique » même à la place du terme « sciences ». La définition du terme employé nous éclaire également sur les aspects de l'enquête où les élèves sont évalués. Le terme est défini comme suit (OCDE, 2006b, p. 25) :

- Les connaissances scientifiques de l'individu et sa capacité d'utiliser ces connaissances pour identifier les questions auxquelles la science peut apporter une réponse, pour acquérir de nouvelles connaissances, pour expliquer des phénomènes scientifiques et pour tirer des conclusions fondées sur des faits à propos de questions à caractère scientifique ;
- La compréhension des éléments caractéristiques de la science en tant que forme de recherche et de connaissance humaine ;
- La conscience du rôle de la science et de la technologie dans la constitution de notre environnement matériel, intellectuel et culturel ;
- La volonté de s'engager en qualité de citoyen réfléchi à propos de problèmes à caractère scientifique et touchant à des notions relatives à la science.

Cette clarification concernant le terme employé est rappelée ultérieurement dans le rapport de l'enquête PISA menée en 2018. Il est souligné que l'utilisation du terme « littéracie scientifique » au lieu de « sciences » explique également l'importance qui est donnée à l'évaluation de l'application de connaissances scientifiques dans un contexte lié à des situations réelles. La capacité de s'engager dans des questions liées aux sciences en tant que citoyen semble particulièrement intéressante pour l'enquête PISA (OECD, 2019a).

Une personne qui dispose d'une certaine culture scientifique dispose également d'un certain nombre de compétences afin d'engager un discours raisonné concernant les sciences et la technologie, et elle est capable, non seulement de donner des explications pour une gamme de phénomènes technologiques et naturels, mais également d'évaluer des explications qui sont fournies sur de tels phénomènes scientifiques. De plus, cette personne est capable d'évaluer et de concevoir une recherche scientifique. Plus particulièrement, à l'école par exemple, l'élève peut décrire une investigation scientifique et il peut émettre également des hypothèses. Enfin, il est en mesure d'interpréter des données, de les analyser et de les évaluer ainsi que de formuler des conclusions appropriées (OECD, 2019a).

En ce qui concerne les résultats PISA obtenus en 2018, il semble qu'en moyenne, dans les pays participants, une grande majorité des élèves se situent, selon l'échelle de culture scientifique, à un niveau qui est caractérisé par la maîtrise des compétences qui permettent aux élèves de faire face à des situations de la vie quotidienne en rapport avec les sciences et la technologie. A ce niveau, les élèves sont capables d'expliquer des phénomènes scientifiques familiers et de faire usage de leurs connaissances pour déterminer, dans des cas simples, si une conclusion est valide en fonction des données fournies. On rencontre les pourcentages les plus élevés de ce niveau de connaissances concernant la culture scientifique dans plusieurs pays asiatiques ainsi qu'en Estonie (OECD, 2019b).

Plus particulièrement, les résultats de la France en sciences se situent, comme son score général, quasiment dans la moyenne des pays de l'OCDE. Elle obtient 495 points en sciences alors que les deux premières places dans le classement sont occupées par la Chine avec 590 points et Singapour avec 551 points. Plus précisément, la France se classe entre la 16<sup>e</sup> et la 23<sup>e</sup> place pour les performances scientifiques, avec un score moyen comparable entre autres à celui de l'Autriche, de la Belgique, du Danemark, de l'Irlande, de la Norvège, de la Suède, de la Suisse et de la République tchèque. Une grande majorité des élèves français peuvent reconnaître l'explication correcte de phénomènes scientifiques familiers, ils peuvent également utiliser ces

connaissances pour identifier, dans des cas simples, la validité d'une conclusion sur la base des données fournies. Un faible pourcentage des élèves français sont considérés comme très performants en sciences et sont capables d'appliquer de façon créative et autonome leurs connaissances à une grande variété de situations, y compris celles qui leur sont inconnues (OCDE, 2019b). La performance des élèves français apparaît assez stable au fil des années, car comme nous pouvons le constater par le graphique qui suit (figure1), le score est toujours inférieur à 500 points depuis l'enquête de 2006 jusqu'à la dernière en 2018. Cette performance est indiquée par les points rouges et elle est statistiquement supérieure ou inférieure à la performance moyenne des pays OCDE qui est marqué par la courbe bleue. Enfin, la courbe noire représente la tendance à la baisse pour la France (OCDE, 2019).

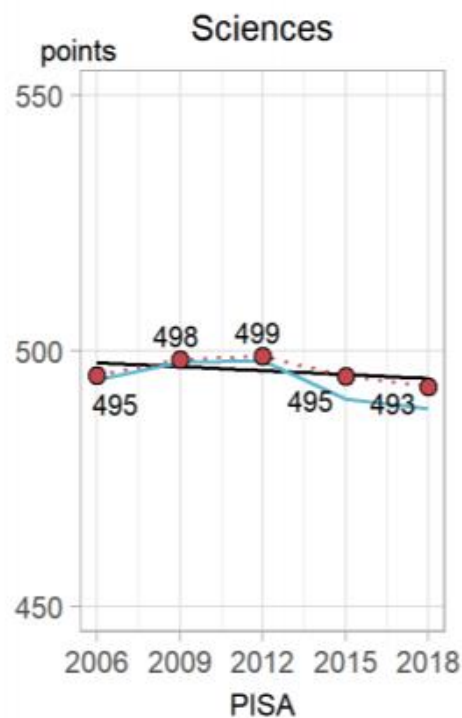


Figure 1-La performance de la France en culture scientifique à l'enquête PISA (OCDE, 2019, p. 4)

### 1.3 L'enquête TIMSS4

TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) est une étude qui existe depuis 1995, ayant lieu tous les quatre ans, et concernant deux niveaux d'élèves. Pour le système français, il s'agit d'un niveau d'école élémentaire et d'un niveau de collège. Nous présentons ici l'étude TIMSS4 (Colmant & Le Cam, 2020) qui concerne l'école élémentaire. Cette étude évalue les compétences des élèves en fin de quatrième année des enseignements (4th grade) qui correspondent à la classe de CM1 en France. L'évaluation porte sur les mathématiques et les sciences. La France a participé aux deux derniers cycles de l'étude (2015 et 2019). Selon la note d'information de la Direction de l'évaluation, de la prospective et de la performance (Colmant & Le Cam, 2020), TIMSS caractérise le niveau des élèves à partir de scores de référence.

Les élèves doivent obtenir un score d'au moins 625 pour atteindre un niveau avancé ; 550 ou plus pour le niveau élevé ; 475 ou plus pour le niveau intermédiaire ; 400 ou plus pour le niveau bas qui correspond à des compétences élémentaires. Avec un score inférieur à 400, les élèves ne prouvent pas qu'ils possèdent des connaissances élémentaires. En France, 15 % des élèves en mathématiques et 14 % en sciences sont dans ce cas. (p. 3)

Selon le Centre national d'étude des systèmes scolaires (Cnesco), le score pour les études de PISA et de TIMSS est calculé de la façon suivante :

Pour les deux enquêtes, les scores des pays sont donnés sur une double échelle qui permet de représenter à la fois les estimations des niveaux de compétences des élèves et les difficultés des questions. Ces modèles sont probabilistes. On postule de façon assez raisonnable que la probabilité qu'un élève donne une réponse correcte à une question est fonction à la fois de sa compétence et de la difficulté de la question (ex : un élève très compétent a ainsi une probabilité élevée de répondre correctement à une question difficile). (<http://www.cnesco.fr/fr/comparaison-pisa-timss/presentation-des-enquetes/>)

Les résultats de la dernière enquête TIMSS4 en 2019 pour les élèves de 9 à 10 ans, en ce qui concerne les sciences, montrent que les pays asiatiques maintiennent les meilleurs scores avec Singapour en tête avec un score de 595 points. Le premier pays de l'Union européenne, la Finlande, occupe le sixième rang avec un score de 555 points. La France, ayant obtenu 488 points, se situe une place au-dessous de la Bulgarie et elle se situe au-dessous de la moyenne européenne ainsi que de celle des pays de l'OCDE (Mullis et al., 2020). Si nous portons un regard plus global en ce qui concerne le niveau des élèves en sciences d'un point de vue international, nous constatons que 92% des élèves possèdent un niveau très bas et une compréhension des concepts scientifiques très limitée. En France, selon la note d'information de la DEPP consacrée aux résultats de TIMSS4 (Colmant & Le Cam, 2020), un élève sur sept ne maîtrise pas des compétences élémentaires. De plus, il est souligné que :

Lorsque l'on ordonne tous les élèves des 24 pays européens participants en fonction de leur score et que l'on découpe cet ensemble en quatre groupes de même taille (quartiles), les élèves français se trouvent surreprésentés dans le quartile le plus faible : au lieu des 25 % attendus, ils sont 45 % en mathématiques et 41 % en sciences. À l'inverse, seuls 13 % des élèves français font partie du quartile européen le plus performant en mathématiques, et 12 % en sciences, au lieu des 25 % attendus. (pp. 2-3)

Cela montre un niveau très faible en mathématiques et en sciences pour les élèves français en milieu de l'école élémentaire. Cette étude nous apporte également un certain nombre d'informations en ce qui concerne les enseignants car ils ont été interrogés sur leurs pratiques d'enseignement et sur la formation continue obtenue. Nous présentons ici leur point de vue en ce qui concerne les sciences. D'abord, il apparaît que, selon les enseignants, les prescriptions horaires officielles, qui sont de 72 heures annuelles, ne sont pas respectées. Les enseignants français expliquent qu'ils ne consacrent en moyenne que 47 heures aux sciences en CM1 ; autrement dit on parle d'un déficit de 35 %. Ce volume horaire concernant la situation en France peut être comparé avec ce qui se fait dans les autres pays de l'Union européenne où les enseignants déclarent faire 67 heures d'enseignement de sciences. Par ailleurs, d'après leurs

déclarations, les enseignants de CM1 passent seulement 5 % du temps de classe à l'enseignement des sciences quand ils passent 21 % à l'enseignement des mathématiques. Mais soulignons ici que les résultats des élèves en mathématiques sont aussi bas que les résultats en sciences pour ce dernier cycle en 2019 (Colmant & Le Cam, 2020). En ce qui concerne la formation continue des enseignants en sciences, elle semble être la plus limitée des pays de l'Union européenne. Plus particulièrement, en 2015 et en 2019, le nombre d'enseignants qui n'a participé à aucune formation en sciences au cours des deux années écoulées est assez élevé, puisqu'environ 74 % des élèves français ont un enseignant qui n'a pas participé à ce type de formation. Au contraire, dans les autres pays européens, la situation a évolué positivement puisque ce taux passe de 51 % en 2015 à 42 % en 2019 (Colmant & Le Cam, 2020).

## 1.4 Désaffection pour les sciences

L'enseignement des sciences a toujours été un enjeu dans la plupart des pays développés (Gendreau-Massaloux & Léna, 2000 ; Larochelle & Désautels, 1992). Comme nous avons pu le constater dans les sections précédentes, un certain nombre d'études et d'enquêtes internationales montrent des résultats faibles au niveau de l'apprentissage des sciences, cas dans lequel se trouve également la France. Ces résultats provoquent souvent un débat sociétal à propos de l'enseignement de ces disciplines. Boilevin (2014) souligne l'importance du développement de ces disciplines pour le développement d'une culture scientifique et technologique qui aura ensuite un impact sur la société mais également sur l'éducation des individus. Cet auteur met l'accent sur le rôle de cette éducation au développement et à l'accès aux études scientifiques et technologiques qui sont caractérisées par une désaffection importante depuis quelques années dans de nombreux pays développés comme la France, la Grande-Bretagne et les États-Unis.

Un certain nombre d'institutions ont publié des rapports et ont organisé des conférences afin d'éclaircir la situation à l'instar du Forum mondial des sciences mis en place par l'OCDE (OCDE, 2006b, 2008) qui a eu lieu pour la première fois en 1999 alors que son édition la plus récente date de 2019. Au niveau européen, il est démontré par les études présentées auparavant (par ex. PISA, TiMSS) que les systèmes éducatifs et les heures attribuées à l'enseignement des sciences et de la technologie ne sont pas les mêmes dans chaque pays. En même temps, il n'y a pas de vraie adaptation à cette situation des systèmes éducatifs des États membres puisque les questions qui se posent se répètent depuis ces vingt dernières années. Plus particulièrement, il s'agit de questions autour du pourcentage d'étudiants diplômés en STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) dans l'Union européenne et de la place des femmes dans les études et les carrières scientifiques. Ces éléments ne concernent pas seulement les pays européens, l'accent mis sur l'importance des sciences se fait au niveau global (Marginson et al., 2013) et les institutions concernées expriment souvent leur inquiétude par rapport au nombre d'étudiants qui choisit une option scientifique surtout au lycée (Timms et al., 2018). Ces éléments nous amènent à nous interroger sur la motivation et l'intérêt que les élèves peuvent porter autour des sciences et de la culture scientifique. Il s'agit d'un sujet qui anime la discussion du point de vue de la recherche et également du point de vue de l'institution (Osborne et al., 2003 ; Osborne, 2008 ; European Commission, 2004, 2005, 2007 ; Venturini, 2007 ; OECD, 2008 ; Boilevin, 2013). Il semble que les élèves trouvent les sciences importantes d'une manière générale (DeWitt, Archer, & Mau, 2016) mais cela ne se reflète pas dans leurs

choix tant à l'école que dans leur parcours professionnel. Plus précisément, il semble qu'ils ne choisissent pas cette discipline et qu'au contraire ils l'évitent quand ils peuvent. De la même façon, ils ont tendance à ne pas choisir une carrière scientifique (Gorard & See, 2009) dans le futur, souvent à cause d'un manque de motivation (Lavonen et al., 2008 ; Osborne, 2008 ; Tytler et al., 2008 ; Woolnough, 1996). Cela est dû aussi aux opinions et images stéréotypées (Archer et al., 2013) autour des professions liées aux sciences (Scherz & Oren, 2006). Le phénomène de désaffection pour les sciences est également mentionné par l'Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture (UNESCO) qui développe des coopérations internationales dans le domaine des sciences tant en relation avec la société qu'avec le développement et la recherche (UNESCO, 2015, 2019). Un autre point essentiel nous semble être la distinction entre l'intérêt pour les sciences et l'intérêt pour les sciences à l'école. Cette distinction n'est malheureusement pas toujours effectuée dans les articles ou les rapports institutionnels. Pourtant, ces deux notions se différencient, l'intérêt pour les sciences étant plutôt lié à la motivation individuelle alors que l'intérêt pour les sciences à l'école peut dépendre des curriculums mais aussi des pratiques enseignantes.

Selon Martinand (2010), le désintérêt et le désengagement pour les sciences, et plus généralement pour les disciplines scientifiques, pourrait être lié à leur niveau d'abstraction élevé. Plus précisément, une difficulté qui concerne la compréhension, l'enseignement du côté de l'enseignant et l'apprentissage du côté de l'élève de ces disciplines, se résume à l'articulation entre le concret et l'abstrait. Il apparaît que cette désaffection concerne également une grande partie des enseignants, qui ne disposent pas, pour la plupart d'entre eux d'une formation initiale scientifique. Le recrutement d'enseignants en primaire est souvent fort en langues et en sciences humaines et plutôt faible en sciences (Pachod, 2016). D'ailleurs, Decroix et Kermen (2016) soulignent que de nombreux enseignants délèguent l'enseignement des sciences lorsqu'ils le peuvent, cela étant probablement dû à certaines barrières vis-à-vis de cette discipline. Selon certains chercheurs qui travaillent sur l'étude du facteur « genre », les sciences sont culturellement situées dans les sociétés et font apparaître des communautés élitistes avec une certaine hiérarchie (Andersson & Gullberg, 2014). Il semble que d'un côté la construction scientifique dans les sociétés européennes- occidentales, et de l'autre l'idée dominante du « génie masculin », peuvent provoquer un certain nombre de problèmes d'estime de soi et de confiance chez les enseignants de l'école maternelle et élémentaire (Harding, 1986). Pour Gilbert (2001) il est essentiel de se centrer sur un apprentissage qui éduque les élèves d'une manière holistique en ce qui concerne les sciences au lieu de préparer les élèves à devenir de futurs scientifiques. Hildebrand (2001) souligne, de son côté, l'importance de développer un esprit critique et une culture scientifique au lieu de reproduire des activités en sciences et suggère qu'il faut repenser et transformer l'enseignement des sciences à l'école.

Selon Guo, Piasta et Bowles (2015), les compétences scientifiques des élèves sont souvent associées dans la littérature avec le niveau socioéconomique de la famille, le genre, les capacités cognitives et les compétences en mathématiques et en langage. Nous développons ci-dessous quelques éléments relatifs à cette idée.

#### 1.4.1 Le rôle du milieu socio-économique au niveau scolaire en sciences

Les résultats de la dernière enquête PISA (OCDE, 2019) confirment que le milieu-socio-économique agit grandement sur le niveau des élèves. Cette inégalité entre les familles riches

et les familles plus pauvres est traduite par un exemple souligné par l'enquête selon lequel le niveau à l'écrit de 10% des élèves des familles qui sont dans la première catégorie correspond à une avance de trois années scolaires par rapport aux 10% des élèves les plus pauvres. Il s'agit d'un grand écart qui est encore plus prononcé dans le cas de la France et de l'Allemagne. L'incapacité du système éducatif français d'offrir les mêmes opportunités aux élèves de tout niveau socio-économique est souvent souligné par les enquêtes PISA car les résultats mettent en lumière qu'il favorise la réussite d'une élite. Les résultats de la dernière enquête PISA concernant la France montrent également que l'écart, qui semble stabilisé depuis au moins dix ans, entre la réussite des enfants issus d'un milieu favorisé et celle des enfants issus d'un milieu défavorisé est plus grand d'environ 20 points par rapport à celui observé en moyenne dans les pays de l'OCDE.

Ainsi, nous observons souvent que la situation socio-économique d'une famille peut constituer un obstacle à l'éducation de l'enfant. L'accès au capital économique permet aux parents d'offrir plus d'opportunités pour promouvoir le capital culturel de l'enfant, élément important pour l'éducation future de l'élève (Bourdieu, 1977). Il apparaît que les enfants issus d'une famille aisée peuvent avoir accès plus facilement aux activités extra curriculaires comme les cours particuliers en sciences, les cours de langues étrangères et la pratique d'un loisir (Cooper & Berry, 2020). Il est vrai que dans ce cas l'accès à la culture semble plus facile et les élèves ont également accès par exemple, à la lecture de revues et d'ouvrages. La participation à ce type d'activités contribue à la formation du capital culturel des enfants, qui selon DiMaggio et Mukhtar (2004) peut être interprétée par les enseignants comme un signe de culture et de raffinement qui contribue à l'adoption d'une attitude positive envers eux.

En ce qui concerne le rapport du capital culturel à l'éducation scientifique, il semble que la participation d'un élève en physique ou en chimie a tendance à être associée au capital culturel de la famille en rapport avec les sciences (Lyons, 2006 ; Adamuti-Trache & Andres, 2008). Ce dernier est considéré également comme un facteur important afin que les élèves s'impliquent davantage ou au contraire s'éloignent de l'enseignement scientifique après son enseignement obligatoire à l'école (Elmesky & Tobin, 2005). D'autres recherches confirment également que les élèves provenant d'un milieu socioéconomique bas ont moins de possibilités de poursuivre un enseignement scientifique après l'âge de 16 ans. Il apparaît que le niveau socioéconomique des élèves peut servir d'élément de prédiction pour l'implication des élèves dans les disciplines scientifiques (Means et al., 2017 ; The Royal Society, 2008). Même quand une partie d'entre eux continue au lycée, souvent la performance et les notes ne sont pas assez élevées pour continuer dans l'enseignement supérieur (Cooper et al., 2018 ; Gorard & See, 2009). D'ailleurs, les enfants qui vont souvent vers l'excellence académique sont ceux qui sont issus d'une famille avec un niveau socioéconomique élevé (Sirin, 2005).

Cooper et Berry (2020) soulignent l'importance du rôle de l'institution scolaire à poser un cadre dans le système éducatif contre l'exclusion des élèves ayant un profil socio-économique bas afin d'éviter leur éloignement de l'apprentissage scientifique. Selon les chercheurs, un bon exemple à suivre est celui de la Finlande qui réussit à obtenir une certaine mixité dans la classe surtout à l'école primaire et qui est encadrée par des enseignants bien qualifiés (McConney & Perry, 2010). Cooper et Berry (2020) comparent le système finlandais avec celui de l'Australie qui est selon eux très inégalitaire et qui présente une grande ségrégation. Cooper et Berry (2020) mettent l'accent sur la responsabilité des enseignants et des chefs d'établissement afin



d'implémenter un programme en sciences capable de satisfaire les besoins de tous les élèves et plus particulièrement de ceux qui ont plus difficilement accès à la connaissance provenant du capital culturel et scientifique. Nous considérons qu'il est de grande importance d'offrir aux élèves une variété de choix curriculaires avec des approches pédagogiques qui s'adaptent à tous, et surtout d'offrir une pédagogie adaptée aux élèves en provenance d'un niveau socio-économique bas.

De leur côté, Betancur, Votruba-Drzal & Schunn (2018) expliquent que les disparités entre élèves concernant la culture scientifique et l'apprentissage des sciences par rapport au niveau socio-économique de la famille peuvent souvent émerger tôt dès le début de la scolarité de l'enfant. Ils soulignent que les programmes et les stratégies éducatives qui se centrent sur la réduction des écarts doivent se focaliser sur la situation des élèves depuis l'école maternelle. Guo, Piasta et Bowles (2015) expliquent que le statut socioéconomique des enfants d'âge préscolaire peut impacter l'apprentissage de sciences. Il en est de même pour les capacités en mathématiques et en langage à l'âge préscolaire, le niveau socioéconomique de la famille peut servir comme facteur de prédictibilité. Autrement dit, les capacités langagières et mathématiques des enfants provenant d'un milieu socioéconomique bas seront vraisemblablement en décalage par rapport aux autres élèves (Payne et al., 1994 ; Burchinal et al., 2002 ; Mashburn et al., 2009).

Heckman (2008) mentionne, que d'un point de vue politique, il est important d'investir à l'école maternelle dans le but de maximiser les résultats obtenus de cet investissement sur le long terme. Cet élément montre la façon dont la politique éducative et le programme officiel d'un pays peuvent influencer, d'un côté l'apprentissage d'une manière générale, et de l'autre, l'apprentissage des sciences à l'école maternelle. Aux Etats-Unis, un grand nombre de rapports institutionnels mettent en avant l'importance d'une éducation scientifique solide depuis l'âge préscolaire (National Research Council 2012a, 2012b). Il est vrai que certains pays à l'instar des Etats-Unis (American Association for the Advancement of Science) montrent une volonté de permettre à tous les élèves, et d'une manière générale à tous les citoyens, de construire une culture scientifique et technologique de base et de délivrer un enseignement ayant du sens pour tous. En France, nous pouvons supposer que cet effort est fait par des organismes comme la fondation « La main à la pâte » et des évènements comme « la fête de la Science ».

Enfin, nous concluons que le niveau socio-économique des élèves et le capital culturel des familles peuvent influencer l'implication des enfants dans les disciplines à caractère scientifique. Cela ne joue pas seulement un rôle important lorsque les élèves sont encore à l'école mais cela influence également leur carrière et oriente leurs choix concernant l'entrée dans l'enseignement supérieur. Il apparaît que l'écart augmente quand l'école, les directives ministérielles, les stratégies éducatives, les ressources pédagogiques ne sont pas bien adaptées à la situation, même depuis l'école maternelle. Le rôle de l'enseignant est encore une fois important pour donner à tous les élèves l'opportunité d'accueillir une pléthore d'expériences et de connaissances scientifiques. Ce rôle est également crucial pour éliminer des idées discriminatoires concernant le genre et les sciences. Selon Le et Matias (2019), les professeurs de sciences confrontent souvent ces idées discriminatoires concernant les sciences et les conceptions des individus par rapport à la façon dont on imagine un scientifique. Walls (2012) a mené une expérience afin de repérer les stéréotypes en sciences, inspiré par une recherche antérieure menée aux Etats-Unis par Chambers (1983). Walls (2012) demande aux élèves de

dessiner leur représentation concernant un scientifique et il montre que pour les élèves de primaire c'est un homme blanc. Les participants à la recherche ne percevaient pas les gens de couleur en tant que scientifiques (Chambers, 1983 ; Walls, 2012). Les résultats d'une autre recherche, menée en Australie, confirment ceux des deux recherches américaines car un très grand pourcentage (95%) des élèves de 10 ans a dessiné l'image d'un scientifique comme un homme blanc (Purbrick, 1997). Dans le contexte français, ces résultats sont en accord avec les travaux de Lafosse-Marin (2010).

#### 1.4.2 Le rôle du genre en sciences

Les stéréotypes de genre en ce qui concerne l'implication des élèves en sciences sont présents mais ont-ils une véritable base ? Les résultats de la recherche révèlent des avis qui divergent sur cette question (Boilevin, 2013 ; Kalali, 2019). En effet, un certain nombre de recherches montrent que les filles et les garçons ont la même motivation et performance quand ils sont très jeunes vis-à-vis des sciences. Il apparaît qu'il n'y a pas une véritable différence entre les garçons et les filles concernant l'intérêt qu'ils montrent à l'égard de l'apprentissage des sciences surtout quand ils sont très jeunes (Mantzicopoulos, Patrick, & Samarapungavan, 2008). Plus précisément, les élèves à l'école maternelle disposent de connaissances similaires en sciences sans différenciation entre les deux sexes (science content knowledge) (*ibid.*). Guo et al. (2015) soulignent que les garçons et les filles ont les mêmes capacités pour comprendre les concepts scientifiques de la même manière durant l'âge préscolaire. Une autre recherche, menée en Turquie sur 360 élèves, âgés de 5 à 6 ans, montre qu'il n'y a pas de différence statistiquement significative concernant l'apprentissage et la compréhension des sciences (science content knowledge) chez les deux sexes (Olcer, 2017).

Cependant, une étude menée en Angleterre, Estonie et aux Etats-Unis pour des élèves de 5 à 6 ans a révélée des différences de genre dans les trois pays. Les filles disposent d'une plus grande habileté à l'éveil de l'écrit et aux compétences socio-émotionnelles, à l'instar de l'empathie, ainsi qu'une tendance à se sociabiliser plus facilement que les garçons. L'étude en question ne met pas en évidence de différences concernant l'éveil de l'énumération même si les enseignants ont souligné que les filles étaient plus à l'aise que les garçons dans ce domaine (OCDE, 2020a). Dubosarsky (2011) souligne que selon le genre des enfants, il y aura une différence de développement des concepts en matière scientifique. De même Saçkes et al. (2013) confirment les résultats de la recherche précédente indiquant que le genre est un facteur important concernant la performance des jeunes élèves en sciences. Leibham et al. (2013), de leur côté, ont mené une recherche longitudinale avec 116 élèves concernant l'intérêt des élèves envers les sciences pendant l'école maternelle (4 à 6 ans) et pendant une partie de l'école élémentaire (6 à 8 ans). L'objectif de la recherche était d'étudier cet intérêt avec son effet potentiel sur le développement et la performance scientifique dans le futur, en se concentrant particulièrement sur le genre des élèves. Selon les chercheurs, cet intérêt est plus fort chez les garçons de 4 à 6 ans, et ils soulignent que l'intérêt des élèves envers les sciences dès le plus jeune âge peut apparaître crucial pour favoriser l'obtention de meilleurs résultats en sciences pour les filles.

Selon Vincent-Ruz et Schunn (2017), les filles ont tendance à perdre leur intérêt à partir de l'âge de 9 ans jusqu'à l'âge de 14 ans. De même, le nombre de femmes qui poursuivent une carrière scientifique reste assez limité (*ibid.*). Les garçons commencent à avoir de meilleurs résultats un peu avant leur entrée au collège et cette différence de performance est accentuée

ensuite au fil des années du parcours scolaire (Muller, Stage, & Kinzie, 2001 ; United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization - UNESCO, 2017). Les femmes sont ainsi sous représentées dans des domaines comme les sciences et la technologie (Wang & Degol 2017). Cette sous-représentation des femmes présente des défis d'ordre économique et influence l'équité entre les deux sexes surtout dans le domaine de la physique (Cooper & Berry, 2020). Pourtant, il y a une volonté pour inciter les femmes à participer aux domaines en question et mettre en œuvre des stratégies pour augmenter cette participation (Brotman & Moore 2008). Selon Stoet et Geary (2018), le choix de carrière peut être défini par la perception que les élèves disposent de leur point fort scolaire relatif, ainsi que par leur confiance en leurs capacités en sciences et leur intérêt pour ce domaine. Par exemple, Cooper et Berry (2020) expliquent qu'en Australie, seul 6% des étudiants en physique sont des femmes, pourcentage qui est beaucoup plus élevé pour les études de chimie et de biologie. Ce sont plutôt des facteurs extérieurs aux capacités cognitives, à l'instar de facteurs culturels et de préjugés même dans l'inconscient, qui font que les femmes sont en retrait par rapport aux hommes (Osborne, Simon, & Collins, 2003 ; Halpern et al., 2007). Plus particulièrement, concernant les stéréotypes, il semble que consciemment et inconsciemment, ils sont omniprésents dans notre culture car nous avons souvent des attentes différentes de la part des femmes et de la part des hommes concernant les matières scientifiques. Ce fait, selon Francis et Skelton (2005), contribue à l'élaboration d'une idée et à la construction d'une identité qui considère les disciplines scientifiques (STEM) comme quelque chose d'intelligent et d'ingénieur. Higgins (2018), qui était la présidente de l'Institut de la Physique en Angleterre, souligne que :

Sometimes it is the idle comments that have the deepest effect in discouraging girls from taking physics to a higher level. An ill-judged quip that girls “can’t” do maths, or physics is “too hard”, can lead to girls making life-changing decisions that alter the subjects they study or the career they pursue. Women in physics are still in the minority, and this lack of visibility preserves the myth and cements the fact that physics is simply not a subject for girls (p. 3).

Selon un certain nombre de recherches, les parents et les manuels utilisés à l'école sont parmi les raisons pour lesquelles les filles montrent un intérêt limité envers les disciplines scientifiques. Crowley et al. (2001) ont observé le comportement des parents dans un musée de science et de technologie aux Etats-Unis. Ils ont trouvé que les parents expliquaient trois fois plus souvent les expositions aux garçons qu'aux filles en utilisant surtout les expositions interactives du musée. Il s'agit possiblement d'un acte inconscient de la part des parents. Cependant, la recherche menée par Andre et al. (1999), montre que certains parents ont des idées déterminées sur le sujet. Plus précisément, il semble que ces derniers évaluent différemment la performance de leurs fils par rapport à celle de leurs filles sur les sciences et l'enseignement scientifique. De même, un certain nombre de parents soutient l'idée que l'apprentissage des sciences est plus important pour les garçons que pour les filles (*ibid.*).

En ce qui concerne l'utilisation des manuels scolaires, il semble qu'ils sont une source d'informations pour les élèves, à la fois d'ordre social et culturel, et qu'ils révèlent les attitudes et opinions de la société (Gouvias & Alexopoulos, 2018). Plus particulièrement, en ce qui concerne les manuels des sciences, ils peuvent influencer l'intérêt des élèves vers la discipline en question tant pour les garçons que pour les filles. En effet, le « fossé » observé entre les deux sexes, surtout pour les jeunes adolescents, peut être influencé par la manière dont le genre est

représenté dans le manuel scolaire (Elgar, 2004). La chercheuse souligne que l'image de l'homme est dominante dans les manuels de physique dans une région d'Asie et que cela pourrait inciter moins de filles à s'orienter vers les disciplines scientifiques. De même, les images qui sont présentées dans les manuels scolaires d'école primaire en Grèce peuvent amener les élèves à penser que les garçons sont plus aptes pour les disciplines scientifiques et que même l'histoire des sciences est plutôt écrite par des hommes sans mettre en avant les femmes scientifiques. Ces éléments peuvent éloigner les filles des études scientifiques ainsi qu'expliquer un certain désintérêt de leur part qui s'accroît au collège (Πλιόγκου, Κανταρτζή & Τριανταφύλλου, 2017)<sup>2</sup>.

Nous avons souligné que les filles et les garçons au début de leur scolarité ne présentent pas de différence dans leur performance en sciences. Cependant, les avis sont partagés concernant la motivation et l'intérêt des élèves de l'école maternelle pour les sciences. Ensuite, les garçons semblent être plus attirés par les disciplines scientifiques que les filles non seulement jusqu'à la fin de leur scolarité mais également à l'entrée dans l'enseignement supérieur et pour le choix de leur carrière. Cependant, si on considère la performance des femmes et des hommes dans le domaine scientifique, il apparaît qu'elle ne présente pas de véritables différences (Stoet & Geary, 2018). En ce qui concerne la réalisation d'une carrière scientifique, il semble que le choix des filles n'est pas seulement lié à tout ce qui a été dit précédemment mais qu'il dépend également de leur performance dans les matières non scientifiques. Les filles peuvent être aussi performantes que les garçons en sciences, mais sont en moyenne susceptibles d'être encore meilleures en compréhension de l'écrit. Par conséquent, pour garantir une meilleure représentation des femmes dans les carrières scientifiques, il peut s'avérer tout aussi important de lutter contre la sous-performance des garçons en compréhension de l'écrit que de soutenir seulement l'attitude des filles dans les matières en rapport avec les disciplines scientifiques (STEM).

Nous présentons par la suite quelques éléments tirés des deux dernières enquêtes PISA (2015, 2018) sur la performance des filles et des garçons. Il semble que selon les résultats obtenus à la dernière enquête, les garçons présentent de meilleurs résultats en sciences que les filles dans 22 des pays participant à l'enquête PISA, alors qu'on observe l'inverse dans 19 pays. Il est notable que dans quasiment tous les pays participants (65/67) les garçons affichent un point fort relatif en sciences car le score qu'ils obtiennent est supérieur à leur performance moyenne dans l'ensemble des trois principaux domaines d'évaluation (Mostafa, 2019). Mostafa (2019) souligne qu'il y a un certain nombre de différences en faveur des garçons qui se traduisent principalement par une plus grande confiance en leurs capacités d'apprentissage en sciences et par un intérêt plus marqué pour les sujets scientifiques. Ces éléments expliquent, selon lui, les faibles taux d'obtention d'un diplôme universitaire dans les domaines scientifiques (STEM) chez les femmes. Plus précisément, parmi les filles qui ont eu de bons résultats en sciences et en mathématiques, seul 14% envisage d'étudier et de travailler dans le domaine des sciences ou de l'ingénierie. Au contraire, dans le même cas, nous avons plus de 26% des garçons qui envisagent, de leur côté, de continuer dans cette voie. Il est important de noter que des pays comme l'Estonie, la Finlande, la Pologne et la Slovénie ne présentent pas de « fossé » entre les deux sexes concernant les perspectives de carrière où 15% des garçons et des filles ont une performance exceptionnelle en maths et en sciences. Le « fossé » existant dans d'autres pays

---

<sup>2</sup> Pliogou, Kantartzi & Triantafillou

peut atteindre jusqu'à 15 à 20%. En ce qui concerne les résultats de l'enquête PISA en 2015, ils s'avèrent les mêmes qu'en 2018, les garçons présentent de meilleurs résultats en sciences que les filles dans 39 des 67 pays et économies participant à l'enquête. De même, dans 51 pays, les garçons font preuve d'un plus grand intérêt que les filles pour les sujets scientifiques.

### 1.4.3 La désaffection pour les études scientifiques : le cas français

Une série de recherches (Bricheno et al., 2000 ; Venturini, 2004, 2007 ; Marbá-Tallada et Márquez, 2010 ; Brígido et al., 2013) soulignent la place que prennent l'attitude et les émotions face aux sciences au fil des années jusqu'à l'entrée dans l'enseignement supérieur. Les chercheurs expliquent que l'intérêt des élèves diminue au fur et à mesure, montrant une désaffection envers les sciences. Brígido et al. (2013) précisent que les émotions négatives envers les matières scientifiques peuvent être liées à un manque de confiance souvent en ce qui concerne plus particulièrement les sciences physiques. Les chercheurs mentionnent que ce manque de confiance peut établir une attitude négative envers les matières scientifiques. Les chercheurs mettent l'accent sur le fait que les enseignants doivent avoir établi ce sentiment de confiance en tant qu'élèves mais également en tant que futurs enseignants pendant leur formation initiale afin de développer des compétences didactiques et pédagogiques.

En ce qui concerne le phénomène de la désaffection des études scientifiques en France, il semble qu'un effort a été fait afin d'estimer la situation du point de vue institutionnel. Ainsi, un certain nombre de rapports ont été rédigés par le ministère de l'Éducation nationale et l'Inspection générale de l'éducation nationale au début des années 2000 (Ourisson, 2002 ; Porcher, 2002 ; Inspection Générale de l'Éducation Nationale, 2007). D'autres rapports ont suivi ensuite concernant les difficultés de l'enseignement de sciences surtout au lycée et à l'université (Dercourt, 2004 ; Académie des Sciences, 2007, 2008).

Boilevin (2013, 2014) présente un certain nombre d'éléments qui concernent la particularité du cas français en les comparant avec la situation internationale. En particulier, le chercheur met en évidence certains éléments par rapport à la situation en France (2014, pp 10,12) :

- La désaffection pour les études scientifiques touche essentiellement certaines disciplines (physique et chimie en particulier) au niveau du premier cycle de sciences fondamentales de l'université ;
- Les bacheliers scientifiques privilégient des études organisées principalement dans les filières sélectives et professionnalisantes ;
- L'insertion professionnelle des scientifiques est très sensible à la conjoncture. Le cœur des métiers de l'emploi scientifique (recherche, enseignement) n'est plus accessible qu'au niveau Bac+5 ;
- La filière S du lycée sélective, élitiste et à caractère trop généraliste, accueillant de surcroît de nombreux élèves pas réellement intéressés par les sciences ;
- Une double contradiction du système éducatif français : coexistence de voies multiples dans l'enseignement supérieur français ; les filières sélectives proposant un encadrement intense et les filières plus « ouvertes » s'appuyant sur l'autonomie individuelle alors que le public accueilli aurait besoin de soutien pédagogique.

Il semble que l'enseignement des sciences en France au niveau du lycée et de l'enseignement supérieur reste souvent assez fermé et élitiste. Ces faits observables donnent l'impression de devenir une situation culturelle. C'est pour cela que nous considérons que l'intérêt pour les disciplines scientifiques doit se cultiver le plus tôt possible à l'école, quand les élèves caractérisés par une forte curiosité n'ont pas encore formé des *a priori* par rapport à la difficulté de chaque discipline. Le rôle de l'enseignant reste primordial car nous avons vu que les parents, consciemment ou inconsciemment, peuvent exprimer des idées qui ne sont pas valorisantes pour l'ensemble des enfants.

Enfin, les résultats des enquêtes internationales, auxquelles la France participe, montrent que d'un côté les enseignants ont besoin d'un accompagnement approprié et de formations en ce qui concerne l'éducation scientifique. De l'autre, tant à la fin de l'école primaire qu'à la fin du collège, la performance des élèves en sciences est moyenne. Certains systèmes éducatifs visent une éducation scientifique précoce pour les jeunes élèves afin de lutter contre la désaffection des jeunes pour les études scientifiques (Cabe Trundle & Saçkes, 2015). Cela pourrait être interprété comme un choix de l'institution de développer chez les élèves le goût pour les sciences dès le plus jeune âge. Nous considérons qu'il serait intéressant d'étudier de plus près l'engagement des acteurs des institutions en lien avec les sciences. Ainsi, dans le chapitre suivant, nous nous focalisons sur les enseignants.

## Chapitre 2. Le travail de l'enseignant du primaire en lien avec les sciences

Nous menons notre étude sous un prisme didactique, mais nous considérons qu'il est important de mentionner qu'il existe une série de facteurs influençant le travail et la « qualité » d'enseignement des sciences, qui commencent par l'expérience de l'enseignant en tant qu'élève jusqu'à la qualité des formations initiale et continue. Nous pensons que le passé et le parcours de chaque enseignant peut avoir un impact sur ses pratiques et ses conceptions actuelles.

### 2.1 Facteurs qui influencent le travail de l'enseignant du primaire quant à l'enseignement des sciences

Il semble que les enseignants du primaire rencontrent souvent une plus grande difficulté à préparer et à mettre en œuvre des expériences liées à l'éducation scientifique des enfants en comparaison avec les activités liées au langage. Decroix et Kermen (2016) soulignent que de nombreux enseignants délèguent l'enseignement des sciences lorsqu'ils le peuvent et que la démarche pédagogique prévue n'est pas toujours effective. Plus précisément, ce sont souvent les aspects cognitifs qui sont le plus étudiés dans la recherche concernant l'enseignement des sciences. Les aspects affectifs liés à cet enseignement (Bell, 1998) sont quant à eux moins développés surtout quand il s'agit des émotions (Brígido et al., 2013). Cependant, ces dernières ne doivent pas être négligées car elles accompagnent l'enseignement des sciences avec les valeurs et la personnalité des enseignants. Ces derniers arrivent à s'identifier à leur métier à travers leurs émotions (Garritz, 2010). Il est essentiel de considérer les émotions et les attitudes des enseignants dans l'enseignement des sciences. Zembylas (2002), souligne l'importance de la prise en considération de ces éléments.

#### 2.1.1 Les émotions des enseignants du primaire quant à l'enseignement des sciences

Les émotions des enseignants sont aussi importantes que l'aspect cognitif de l'enseignement (Hargreaves 1998, 2000 ; Nias 1996). Depuis des années, les enseignants éprouvent une difficulté à enseigner les sciences. Selon Charpak (1996), les sciences paraissent « bien compliquées, tant aux enseignants qu'aux parents. Plusieurs enquêtes montrent que leur absence à l'école est essentiellement due au sentiment d'insécurité, d'anxiété, en tout cas au malaise qu'éprouvent nombre d'enseignants » (p. 18). Vu que les émotions jouent un rôle important dans ce métier, et plus particulièrement dans l'enseignement des sciences, il est nécessaire d'inclure cet aspect dans la formation des enseignants. Par ailleurs, il apparaît qu'il est plus probable que les enseignants les plus jeunes intègrent la dimension émotionnelle dans le changement de leurs pratiques éducatives (Hargreaves, 2005). Parmi les facteurs à prendre en compte pour apprendre à enseigner les sciences, il faut inclure la régulation des émotions selon Oosterheert et Vermunt (2001). De toute manière, les enseignants ont leurs propres conceptions, attitudes et expériences

acquises pendant leur parcours scolaire en tant qu'élèves (Mellado et al. 2008). Comment le vécu des enseignants peut-il impacter l'enseignement des sciences ?

D'une manière générale, les émotions négatives vécues dans le passé peuvent impacter la future pratique des enseignants du primaire (Brígido et al. 2009, 2010). Brígido et al. (2013) soulignent que quand un enseignant a vécu, à un moment donné, une situation qui a provoqué un sentiment négatif, cela peut affecter sa propre efficacité. Les chercheurs ont mené une recherche auprès de futurs enseignants du primaire concernant l'enseignement des sciences. Les résultats montrent que les enseignants expriment des émotions différentes par rapport à leur future pratique des sciences naturelles comme par exemple la biologie, et des émotions différentes pour les sciences dites « dures » comme par exemple la physique. Il semble que les enseignants du niveau élémentaire expriment, avant d'être titulaires, un sentiment d'insécurité concernant leurs futures pratiques dans la classe.

Watters et al. (2001) mettent en évidence le fait que l'expérience scolaire des enseignants en tant qu'élèves concernant les sciences a souvent été un processus passif, où il fallait collecter les informations fournies par le professeur qui gardait le rôle central dans le processus éducatif. Cet élément, selon ces chercheurs, peut avoir un effet négatif sur la posture des enseignants vis-à-vis de l'enseignement et de la compréhension des sciences. De même, cet élément peut souvent décourager les enseignants à s'engager dans de nouvelles activités scientifiques. Brígido et al. (2013) expliquent qu'il est essentiel de prêter attention aux émotions manifestées tant du côté de l'enseignant que du côté des élèves pendant l'enseignement et l'apprentissage des sciences car elles peuvent provoquer des problèmes dans le processus éducatif à l'instar d'un faible sentiment d'efficacité (*ibid.*, 2013). Par ailleurs, certains chercheurs (Hoy & Spero, 2005 ; Brígido et al., 2013) proposent d'inclure dans la formation des enseignants des stratégies afin d'améliorer leur « auto-efficacité » (self-efficacy) par rapport à des disciplines qui provoquent des difficultés cognitives et émotionnelles aux enseignants à l'instar de la physique. De même, des émotions négatives pour l'enseignement et l'apprentissage de cette matière peuvent générer des soucis dans un système éducatif comme la désaffection que nous avons déjà évoquée et le choix de la filière concernant l'accès à l'enseignement supérieur. Les enseignants déclarent ressentir du stress et de la pression afin de donner la priorité au développement des compétences langagières, lesquelles laissent moins de temps pour d'autres domaines comme pour les sciences (Greenfield et al., 2009).

Il semble que les enseignants en formation et ceux en fonction n'ont pas le même sentiment d'efficacité concernant l'enseignement des sciences. Les premiers semblent être plus positifs et se sentent plus compétents dans l'enseignement des sciences indépendamment de l'âge des élèves. Cependant, certains futurs enseignants peuvent ressentir de l'insécurité pendant l'enseignement des sciences (Appleton, 1995) et de l'anxiété quand il s'agit d'un contenu complexe (Brígido et al., 2009, 2010, 2013). Au contraire, les enseignants en fonction semblent être beaucoup moins optimistes que les enseignants en formation. Les émotions négatives affectent leur pratique car ces enseignants consacrent souvent moins de temps à l'enseignement des sciences, faute de confiance en eux (Jones & Carter, 2007). Enfin, il est souligné qu'il est important d'accompagner les enseignants en formation, comme les enseignants déjà titulaires à travers des programmes de soutien émotionnel, afin qu'ils développent le mieux possible cette compétence (Appleton, 2008 ; Blanco et al., 2010).

De leur côté les enseignants de maternelle semblent se sentir plus sûr d'eux avant de devenir titulaires par rapport à l'éducation scientifique axée plutôt vers les sciences de la vie et non pas



vers les sciences physiques (Murphy, Neil et Beggs, 2007 ; Brigido et al., 2013). D'une manière plus générale, il semble que les enseignants travaillent plutôt sur des thématiques où ils se sentent le plus rassurés. Enfin, ils apparaissent moins rassurés pour travailler autour de concepts plus abstraits (Olcer, 2017), comme cela peut être le cas pour des concepts de physique. Dans le premier cas, les enseignants expriment des émotions positives quand ils travaillent sur les thématiques qu'ils connaissent, contrairement au deuxième cas où les émotions exprimées sont plutôt négatives.

Hollingsworth et Vandermaas-Peeler (2017) ont mené une étude chez des enseignants expérimentés de maternelle. Ils ont étudié les avis des enseignants sur leur efficacité et leurs convictions et pratiques par rapport à la démarche d'investigation scientifique. En ce qui concerne les résultats, les chercheurs mentionnent que les enseignants ont un sentiment d'efficacité assez élevé et qu'ils essaient d'intégrer plusieurs domaines à travers les activités proposées aux enfants. Cependant, ils semblent avoir moins de connaissances, et d'implémenter moins souvent la démarche d'investigation. Les enseignants ne se sentent pas compétents pour choisir ni les concepts les plus adaptés au développement cognitif des enfants de cet âge, ni les méthodes cohérentes pour aborder les concepts en question. Cela veut dire que les enseignants sont fréquemment en difficulté dans le dessein de créer le matériel adapté à leur pratique vu qu'ils disposent de connaissances liées au contenu scientifique assez limitées et qu'ils reçoivent une formation initiale et continue qui ne suffit pas souvent à couvrir leurs besoins en matière scientifique (Appleton, 1992 ; Kallery & Psillos, 2001 ; Saçkes, 2015 ; Nayfeld et al., 2018). Cependant, ce type de connaissance professionnelle joue un rôle important dans la qualité de l'éducation préscolaire (Barenthien et al., 2020).

### 2.1.2 Les convictions des enseignants du primaire par rapport aux sciences

Nous considérons que les convictions des enseignants sont un autre élément important, à part leurs émotions, quant à l'enseignement des sciences qui peuvent avoir un impact sur l'interprétation du curriculum et sur la pédagogie employée dans la classe. Ces convictions interviennent entre les connaissances des enseignants et leur performance (Bandura, 1997). Elles changent difficilement sauf quand elles sont défiées (Raths, 2001) et elles sont souvent liées à l'efficacité des enseignants en termes d'enseignement. Quand les enseignants considèrent qu'ils sont incapables d'enseigner les sciences ils peuvent être moins efficaces et peuvent éviter l'enseignement des sciences (Riggs & Enochs, 1990 ; Joseph, 2010). En se basant sur la théorie de l'apprentissage social de Bandura, Riggs et Enochs (1990) ont développé un outil nommé « Instrument de conviction concernant l'efficacité de l'enseignement des sciences » (Science Teaching Efficacy Belief Instrument). Cet outil concerne d'un côté le sentiment de confiance en soi que les enseignants éprouvent envers la capacité d'enseigner les sciences et de l'autre la conviction que l'apprentissage de la part des élèves peut être influencé par un enseignement scientifique efficace. Cet outil a été utilisé dans une pléthore de recherches pour détecter l'efficacité des enseignants en formation initiale en matière d'enseignement des sciences et l'impact de l'éducation scientifique sur les convictions des enseignants (Joseph, 2010 ; Velthuis et al., 2014 ; Bergman & Morpew, 2015).

Les conceptions que les enseignants se font pour un certain nombre de notions scientifiques sont parmi les facteurs qui expliquent leur désintérêt pour l'enseignement des sciences (Kallery

& Psillos, 2001 ; Kallery, 2004), une posture négative (Tosun, 2000 ; Skamp & Mueller, 2001) et un manque de confiance en soi afin d'enseigner les sciences (Appleton, 2006 ; Flear, 2009). Enfin, un autre facteur qui influence la relation des enseignants avec les sciences est le doute qu'ils ont concernant les avantages de l'enseignement des sciences (Eshach & Fried, 2005).

Par ailleurs, le fait que les sciences occupent une place assez limitée dans le programme scolaire, ajoute une difficulté chez les enseignants qui, excepté le fait qu'ils se sentent incapables d'enseigner les sciences, considèrent que le temps scolaire ne suffit pas pour se focaliser sur ce type d'enseignement. Ainsi, ils mettent l'accent plutôt sur d'autres enseignements et parfois même ils considèrent que les élèves sont probablement incapables d'apprendre des concepts scientifiques (Saçkes, 2014). Saçkes (*ibid.*) a mené une étude aux Etats Unis sur un grand nombre d'enseignants de maternelle. Il a analysé la fréquence à laquelle ces enseignants travaillent autour de notions scientifiques dans la classe ainsi que les facteurs qui peuvent influencer cette fréquence. Les résultats de la recherche montrent que les facteurs en question sont souvent influencés par les effets causés par la perception des enfants en ce qui concerne leur capacité à apprendre des notions scientifiques. De même, un autre facteur, selon le chercheur, est la disponibilité de l'équipement scientifique et du matériel d'une classe de maternelle.

Deux autres recherches (Kallery & Psillos, 2001, 2002) ont étudié la manière dont des enseignants de maternelle expérimentés travaillent autour des notions scientifiques et les problèmes qu'ils rencontrent dans leur pratique. Les enseignants ont été observés dans leur classe pendant qu'ils menaient des activités scientifiques avec leurs élèves. Les chercheurs soulignent le bas niveau de connaissances scientifiques de ces enseignants et expliquent que ces derniers sont conscients de ce manque de connaissances et de l'importance de cet élément afin de travailler les sciences efficacement en termes d'apprentissage avec les jeunes élèves. Il semble que ce manque provoque chez les enseignants un manque de confiance en eux et de l'insécurité à mener des activités scientifiques (Holroyd & Harlen, 1996). Ainsi, il s'avère que les enseignants en maternelle sont souvent en difficulté par rapport à la sélection de concepts scientifiques et à l'application de ces concepts en tâches d'apprentissage pour les élèves. Greenfield et al. (2009) soulignent que les enseignants de maternelle avec beaucoup d'années d'expérience ont souvent reçu une formation initiale qui ne les a pas préparés afin de pouvoir mener une éducation scientifique dans leur classe.

Par ailleurs, parmi les sciences, la physique et la chimie sont les moins populaires et les moins choisies par les enseignants (Osborn, Simon & Collins, 2003). Les futurs enseignants manquent de confiance en soi et semblent être défavorables à une formation potentielle à ces disciplines (Brígido et al., 2013 ; Tosun, 2000 ; Wenner, 1993). Kallery (2004) confirme de son côté que les professeurs des écoles, chargés d'une classe de maternelle, considèrent que leurs difficultés liées au contenu scientifique ont un réel impact sur leur comportement durant l'enseignement, sur leur personnalité et sur leur motivation pour enseigner les sciences. La chercheuse explique également que ces difficultés leur provoquent des soucis concernant la qualité et l'efficacité de leur pratique en sciences dans la classe. Il est important de noter que l'étude de Kallery (2004) met en évidence les besoins exprimés par les enseignants expérimentés chargés d'une classe de maternelle. Il s'agit d'un côté de besoins éducatifs afin d'améliorer leurs connaissances liées à la matière en question, et de l'autre, de besoins matériels au niveau de l'école et du soutien au niveau ministériel.

Kallery et Psillos (2001) expliquent que ce doute, et d'une manière générale leur point de vue concernant la nécessité des connaissances scientifiques, est un élément probablement lié au faible niveau de connaissances des enseignants. Selon les chercheurs, les enseignants du préscolaire ne considèrent pas qu'ils aient les connaissances suffisantes afin de dispenser une éducation scientifique à leurs élèves. De même, ils paraissent ignorer certaines fois à quoi devrait correspondre le contenu scientifique et ils rencontrent des difficultés à prévoir les réponses des élèves selon leur niveau en maternelle. De plus, les chercheurs mentionnent que les enseignants du préscolaire se limitent souvent à comprendre un concept scientifique et à essayer de transférer ce concept aux enfants. Les chercheurs ont prouvé que les enseignants de maternelle ont souvent des connaissances des concepts scientifiques partiellement ou entièrement inadéquates par rapport au concept scientifique qu'ils veulent enseigner. Enfin, ils soulignent que les enseignants rencontrent également des difficultés à suivre la démarche scientifique et plus particulièrement, la transformation des questions posées par les élèves en questionnement scientifique. Pourtant, cette transformation du questionnement pourrait amener les élèves à s'initier à la recherche. Kallery et Psillos recommandent que les études qui englobent la formation des enseignants prennent en charge et s'assurent que les enseignants acquièrent les connaissances scientifiques nécessaires. Cet élément est confirmé par d'autres recherches car ce faible arrière-plan scientifique des enseignants se reflète souvent dans les pratiques enseignantes employées dans la classe et dans la mise en second plan de l'enseignement des sciences en le considérant comme un élément non prioritaire (Πλακίτση, 2008<sup>3</sup>).

## 2.2 Les connaissances pédagogiques des enseignants liées au contenu

Shulman (1986, 1987) et Tamir (1988) développent l'idée que la manière dont un contenu est formulé et représenté dans le but d'être compréhensible par d'autres personnes constitue un aspect des connaissances pédagogiques de l'enseignant liées au contenu (teachers' Pedagogical Content Knowledge). Shulman (1986) mentionne qu'une partie des connaissances pédagogiques liées au contenu (PCK) concernent la capacité des enseignants à repérer dans un thème à enseigner les éléments précis qui le rendent plus difficile ou plus facile pour les élèves. Shulman (1987) souligne que la manière dont l'enseignant comprend et considère ce que les élèves vont apprendre et découvrir en priorité, devrait être le point de départ de sa pratique dans le but de décider quelles sont les opportunités d'apprentissage qui sont « proches » et disponibles pour les élèves. L'enseignant selon ses connaissances pédagogiques liées au contenu appréhende l'enseignement et l'apprentissage différemment. Ces connaissances pédagogiques liées au contenu sont définies comme : « an understanding of how particular topics, problems, or issues are organized, represented, and adapted to the diverse interests and abilities of learners, and presented for instruction » (Shulman, 1987, p. 8). Elles concernent les compétences professionnelles et les connaissances d'une discipline. Le cadre de référence développé par Shulman est utilisé principalement dans des recherches ayant comme objet d'étude des professeurs du secondaire. A notre connaissance, les recherches qui traitent ce type de connaissances professionnelles à l'école primaire se résument seulement à quelques travaux dont nous présentons quelques éléments par la suite.

---

<sup>3</sup> Plakitsi

Les connaissances liées au contenu de la part de l'enseignant jouent un rôle important dans le processus d'apprentissage de l'élève. Selon Smith & Neale (1989), il semble que les enseignants d'école primaire n'aient pas l'arrière-plan scientifique nécessaire pour enseigner les sciences. Par ailleurs, la difficulté des enseignants du préscolaire à représenter ou à formuler un contenu adaptable aux jeunes élèves démontre que même les enseignants expérimentés rencontrent ce problème de développement inadéquat de leurs connaissances pédagogiques liées au contenu scientifique (PCK). Les enseignants considèrent que ce développement inadéquat est dû aux connaissances limitées dont ils disposent concernant la matière en question (CK- content knowledge) (Kallery, 2004). Plus généralement, de nombreuses études (Leinhardt & Smith, 1985 ; Magnusson et al., 1999 ; Abell, 2007 ; Bécu-Robinault, 2007 ; Gess-Newsome, 2015 ; Kermen, 2015 ; Kermen & Izquierdo-Aymerich, 2017 ; Jameau, 2021) portent sur le lien entre les connaissances d'une matière (CK) chez les enseignants et un certain nombre d'aspects des connaissances pédagogiques liées au contenu (PCK) de ces enseignants. Kallery (2004) explique que si on arrive à améliorer cette capacité chez les enseignants et leurs connaissances scientifiques, on pourrait espérer qu'ils aient les moyens de produire un contenu pédagogique adapté aux besoins des enfants.

De leur côté, Wilson et al. (1987) proposent sept catégories afin de caractériser les connaissances des enseignants. Il s'agit d'abord des connaissances de contenu, des connaissances sur la pédagogie, des connaissances concernant le curriculum. Ensuite, il s'agit des connaissances concernant les apprenants et à l'apprentissage, les connaissances du contexte scolaire, les connaissances pédagogiques liées au contenu et les connaissances par rapport aux philosophies éducatives et aux objectifs éducatifs. Ainsi, nous observons que le métier d'enseignant est complexe et qu'il faut maîtriser une variété de connaissances.

Pour ce qui est des enseignants de l'école primaire, une série de recherches qui portent sur les connaissances de contenu scientifique des enseignants et sur la compréhension de concepts scientifiques, montrent que les enseignants disposent souvent de conceptions alternatives ou erronées (Antink-Meyer & Meyer, 2016) par rapport aux idées scientifiques et plus particulièrement en physique (Lawrenz, 1986 ; Kaltakci-Gurel et al., 2017). En ce qui concerne les enseignants du primaire en formation initiale, qui n'ont pas encore exercé leur métier, leurs connaissances du contenu liées aux sciences semblent limitées, caractérisées par un manque de compréhension et souvent basées sur des expériences de la vie quotidienne ainsi que leur vécu en tant qu'élèves avant de passer à l'enseignement supérieur (Anderson & Mitchener, 1994).

Au même titre, les enseignants de maternelle, selon Kallery et Psillos (2001), présentent des conceptions qui ne coïncident pas avec les idées scientifiques ; conceptions qui sont souvent du même type que celles des enseignants d'école élémentaire. Mais il est certainement difficile de maîtriser un grand champ de plusieurs matières (Kallery, 2004). Dans le but d'aborder cette mauvaise maîtrise parfois de certaines matières, les enseignants arrivent à minimiser le temps consacré aux sciences (Appleton & Kindt, 1999). Même les professeurs du secondaire qui disposent d'une formation plus élaborée en sciences n'ont pas nécessairement les connaissances pédagogiques liées au contenu pour enseigner d'autres matières scientifiques (Appleton, 2008).

Aujourd'hui, nous ne sommes pas en mesure (au moins par la recherche en éducation menée en France) de définir le temps que les enseignants consacrent dans la classe à l'apprentissage d'un contenu lié à la biologie, la chimie ou la physique à l'école maternelle mais nous savons que les enseignants n'accordent pas une grande place dans leur enseignement aux activités scientifiques à l'école maternelle (Bati et al., 2010). Garbett (2003) a testé les connaissances

scientifiques conceptuelles des enseignants du préscolaire en formation initiale à travers un questionnaire à choix multiple (Q.C.M.). Il a été souligné qu'il est primordial que les enseignants, même à ce stade de leur formation, se rendent compte du fait que leurs propres attitudes et postures vis-à-vis des sciences influencent ensuite leur capacité et leur volonté à concevoir des situations d'enseignement et d'apprentissage dans le contexte préscolaire par exemple. La chercheuse met l'accent sur le fait que l'éducation scientifique est de grande importance pour les jeunes élèves à ce stade de leur développement où ils apprennent à comprendre le monde qui les entoure.

Selon Garbett (2003), les enseignants de maternelle doivent disposer d'un niveau de connaissances bien plus élevé que les connaissances finalement enseignées aux élèves et disposer d'une capacité d'ajustement de leurs connaissances pour construire des scénarios pédagogiques adaptés à leurs élèves et pour transposer les concepts à enseigner. Ainsi, cela implique une très bonne connaissance des phénomènes scientifiques rencontrés dans la vie quotidienne, la capacité d'élaborer des raisonnements et souvent des connaissances concernant la démarche d'investigation. La chercheuse considère que l'enseignant doit être capable de reconnaître les différentes étapes de cette démarche et d'avoir les connaissances nécessaires afin d'introduire les bons exemples pour représenter les concepts scientifiques à enseigner. Il est également souligné par la chercheuse que les connaissances scientifiques des enseignants influencent leurs connaissances pédagogiques liées au contenu et leur capacité de rendre accessibles aux enfants de nouvelles idées, de nouveaux concepts. De même, il apparaît que le niveau de connaissances scientifiques des enseignants peut affecter leur capacité à poser des questions significatives aux enfants. Dans sa recherche, Garbett (2003) mentionne que les futurs enseignants en maternelle ont généralement un niveau de connaissances en sciences assez faible. Cependant, il semble que ces derniers étaient inconscients de leur niveau de connaissances au moment de l'étude et de l'impact que cela pourrait avoir sur leur capacité de réaliser des activités scientifiques avec les élèves.

Quant à la première éducation scientifique des enfants, elle exige une bonne connaissance des concepts scientifiques de la part des enseignants mais également une bonne connaissance de la démarche d'investigation et de la démarche scientifique (Eshach, 2006 ; Kinzie et al., 2015). Cela signifie que les enseignants exerçant à l'école maternelle doivent disposer de connaissances de contenu scientifique (CK sciences), d'une part des connaissances de contenu des concepts en sciences (CK concepts) et d'autre part des connaissances de contenu qui concernent l'investigation (CK investigation) (Barenthien et al., 2020).

Comme les connaissances du contenu scientifique des élèves dépendent en grande partie des enseignants et de l'institution « école », nous nous centrons sur la première école des enfants, l'école maternelle.

## Chapitre 3. L'école maternelle

Les cinq premières années de la vie de l'enfant sont résumées en une période fructueuse où l'enfant peut développer des compétences cognitives, sociales et émotionnelles. Cette période donne d'un côté des opportunités importantes à l'enfant et de l'autre le risque d'adopter des comportements négatifs qui continueront à exister après l'âge préscolaire. L'impact sera probablement présent dans la scolarité de l'enfant et même pendant l'âge adulte. Ainsi, la qualité de l'apprentissage de l'enfant à l'âge préscolaire peut accélérer le futur développement de l'enfant alors qu'un mauvais début peut créer un blocage (OCDE, 2020). Il est indéniable que l'école maternelle joue un rôle crucial dans la vie de l'enfant et pour son futur développement. Dans ce chapitre, nous présentons l'école maternelle en France aujourd'hui en accordant une place particulière à l'éducation scientifique des élèves et à la formation des enseignants.

### 3.1 La place de l'école maternelle en France dans les textes d'origine institutionnelle

Au fil des années, l'importance de l'école maternelle est évoquée dans les textes institutionnels français, avec une évolution observée concernant cette importance au cours des dernières années après que la scolarisation des enfants dès l'âge de 3 ans a été rendue obligatoire. Pour illustrer ce point de vue, nous présentons quelques extraits de textes ministériels qui font référence à l'école maternelle : « *L'école maternelle est une école centrée sur l'enfant* » (Ministère de l'Éducation nationale, 1995). « La maternelle est une école organisée pour les jeunes enfants et il incombe à tous les adultes présents, sous la responsabilité de l'enseignant, de créer pour chaque enfant les conditions d'un développement harmonieux, respectueux de ses rythmes de croissance et de sa personnalité » (Ministère de l'Éducation nationale, 2002). « La mise en œuvre du programme doit prendre en compte les étapes et le rythme de développement de l'enfant » (Ministère de l'éducation nationale, 2008). « Sa mission principale est de donner envie aux enfants d'aller à l'école pour apprendre, affirmer et épanouir leur personnalité. Elle s'appuie sur un principe fondamental : tous les enfants sont capables d'apprendre et de progresser. En manifestant sa confiance à l'égard de chaque enfant, l'école maternelle l'engage à avoir confiance dans son propre pouvoir d'agir et de penser, dans sa capacité à apprendre et réussir sa scolarité et au-delà. » (Ministère de l'Éducation nationale, 2015). « La loi de refondation de l'École crée un cycle unique pour l'école maternelle et souligne sa place fondamentale comme première étape pour garantir la réussite de tous les élèves au sein d'une école juste pour tous et exigeante pour chacun. » (Ministère de l'Éducation nationale, 2020).

### 3.2 L'école maternelle en France aujourd'hui

L'école maternelle en France aujourd'hui est une institution d'enseignement et d'apprentissages préscolaires avec des textes officiels nationaux qui la régissent depuis sa création. Parmi ces textes, les programmes prescrivent des contenus organisés en domaines d'activité et dans lesquels on ne trouve pas de structuration liée à des disciplines scolaires. Il

n'y est donc pas question d'une organisation selon un découpage particulier et cloisonné des contenus de savoir à enseigner.

L'école maternelle en France n'a pas eu toujours le statut qu'elle a aujourd'hui. C'est plutôt depuis 1995 que les programmes de l'école maternelle fixent des compétences à faire acquérir aux enfants à la fin de la scolarité maternelle et montrent que la maternelle est bien un lieu majeur d'enseignement et d'apprentissages premiers. Ces programmes organisent les contenus en divers domaines d'activités et précisent « la nature et les contenus des activités » de ces domaines.

L'école maternelle en France est obligatoire dès l'âge de 3 ans depuis la rentrée 2019. Elle comprend les classes de petite section (PS), pour les enfants de 3 à 4 ans, de moyenne section (MS), pour les enfants de 4 à 5 ans, et de grande section (GS), pour les enfants de 5 à 6 ans. Ces trois classes forment le premier cycle d'apprentissage de l'école primaire, le cycle 1, appelé « cycle des apprentissages premiers ». À ces trois classes s'ajoute, dans certaines écoles, la toute petite section de maternelle (TPS), pour les enfants de 2 à 3 ans.

Comme il est évoqué dans le bulletin officiel n° 31 du 30 juillet 2020 (Ministère de l'Éducation nationale, 2020) les enseignements à l'école maternelle sont organisés en 5 domaines d'apprentissage :

- « Mobiliser le langage dans toutes ses dimensions »
- « Agir, s'exprimer, comprendre à travers l'activité physique »
- « Agir, s'exprimer, comprendre à travers les activités artistiques »
- « Construire les premiers outils pour structurer sa pensée »
- « Explorer le monde »

Le dernier domaine d'apprentissage « explorer le monde » englobe deux autres domaines : « se repérer dans le temps et l'espace » et « explorer le monde du vivant, des objets et de la matière ». Les activités liées aux sciences se regroupent dans le domaine « explorer le monde du vivant, des objets et de la matière ». Plus particulièrement dans le programme, nous retrouvons les catégories : « découvrir le monde du vivant », « explorer la matière », « utiliser, fabriquer, manipuler des objets » et « utiliser des objets numériques » qui sont possiblement les précurseurs successivement des sciences de la vie et de la terre, des sciences physiques et de la technologie, matières que les élèves rencontreront plus tard dans leur scolarité.

### 3.3 La formation des enseignants

Boilevin (2007) souligne le lien entre la pratique et la théorie en mentionnant que « considérer la formation des enseignants comme une recherche de professionnalisation amène à choisir un dispositif où théorie et pratique interagissent » (p. 69). Cette interaction entre pratique et théorie, comme l'explique Gomatots (2010), génère des questions « dont un grand nombre part des contenus (comment expliquer ceci, comment surpasser telle difficulté d'élèves, comment faire avec les représentations erronées des élèves etc.) » (p. 88). Ainsi, Boilevin (2007) conclut que la didactique tient un rôle important dans de programmes de formation car l'analyse

didactique d'un point de vue épistémologique, psychologique et pédagogique intervient dans la composante pratique de la formation. Après avoir présenté la structure de l'école maternelle en France aujourd'hui, il nous paraît essentiel de nous pencher sur la formation des enseignants.

### 3.3.1 La formation initiale et le recrutement des enseignants en France

Il est essentiel de mentionner que les enseignants ont besoin de connaissances professionnelles spécifiques qui ne se centrent pas seulement sur les connaissances liées aux sciences, et plus généralement au contenu. Les connaissances qui sont également de grande importance sont celles concernant la didactique qui impliquent les savoirs sur le « comment enseigner » et le « comment prodiguer une éducation scientifique à l'école maternelle ». Il s'agit d'éléments primordiaux pour la formation des enseignants. Il semble que l'ensemble de ces connaissances permettent aux enseignants d'offrir aux enfants une éducation scientifique de qualité (Siraj-Blatchford et al. 2002). Cela nous amène à réfléchir sur la formation et le recrutement des enseignants en France.

Il est de grande importance de mentionner qu'en France, il n'y a pas de distinction entre l'école maternelle et l'école élémentaire du point de vue de l'institution. Le même enseignant peut enseigner à tous les niveaux de l'école primaire et il recevra la même formation pour tous les niveaux d'élèves. Il n'y a pas de spécification pour les « enseignants d'école maternelle » comme dans d'autres pays à l'instar de la Grèce, l'Espagne et la Suisse. Charles (2012) parle dans sa thèse de « spécialité enseignante ». Il souligne que les enseignants de l'école maternelle comptent un ensemble de compétences professionnelles très différentes de leurs homologues de l'élémentaire. Il met l'accent sur le fait que l'école maternelle se caractérise par l'âge des enfants et des modalités pédagogiques spécifiques. Le chercheur mentionne que les enseignants, au cours de leur carrière en France, choisissent souvent plutôt la maternelle ou l'élémentaire et que la mobilité entre les deux est très faible.

En France, il existe plusieurs manières de devenir professeur des écoles dans une école publique. Pour commencer, un étudiant titulaire d'une licence d'une durée de trois ans habituellement, peut intégrer le master Métiers de l'Enseignement, de l'Éducation et de la Formation (MEEF) du premier degré. Dans ce master d'une durée de deux ans, il recevra des enseignements disciplinaires et des enseignements axés sur la pratique. A la fin de la première année de ce master, les étudiants passent un concours nommé concours de recrutement de professeurs des écoles (CRPE) au sein de l'Académie où ils souhaitent travailler, et s'ils y réussissent ils travaillent dans une école à mi-temps, et parallèlement ils continuent en deuxième année de master. S'ils échouent au concours, ils continuent à temps plein la deuxième année de master et ils retentent le concours à la fin du master. Il s'agit d'un master qui prépare et qui donne la possibilité de travailler en tant qu'enseignant dans une école publique en France. En ce qui concerne le lieu de formation, avant l'année 1990, les enseignants du premier degré étaient formés dans des écoles normales. Ensuite, sont nés les Instituts Universitaires de Formation des Maîtres (IUFM), remplacés en 2013 par les Écoles Supérieures du Professorat et de l'Éducation (ESPE), appelés aujourd'hui Instituts Nationaux Supérieurs du Professorat et de l'Éducation (INSPE). De plus, il est également possible de devenir professeur des écoles en ayant obtenu un autre master (de tout domaine) et en réussissant le concours (CRPE). Il existe aussi la possibilité de passer le concours (CRPE) sans être titulaire d'un master : l'étudiant, dans ce cas, doit justifier d'au moins cinq années d'expérience professionnelle effectuée sous contrats



de droit privé, sans condition de diplôme, ou doit justifier de trois ans d'expérience dans un service public et détenir une licence (ou un équivalent).

Il s'avère que peu d'enseignants du premier degré ont une formation initiale scientifique. Il s'agit plutôt d'un recrutement fort en langues et en sciences humaines, et plutôt faible en sciences (Pachod, 2016). Ainsi, même s'il ne s'agit pas de la situation la plus fréquente, un étudiant peut avoir bénéficié d'une licence dans le domaine des sciences. En ce qui concerne la formation initiale des enseignants, ces derniers, selon la maquette proposée par l'Académie où ils décident de s'inscrire afin de suivre le master MEEF, peuvent bénéficier d'un certain nombre d'heures de cours sur la didactique des sciences physiques et naturelles. Nous présentons ci-dessous un exemple afin de constater de plus près la présence des sciences dans la formation initiale des enseignants. Il s'agit ici de la formation proposée par l'Académie de Reims.

Au premier semestre (tableau 2) les étudiants de la première année de master reçoivent des cours dans le cadre de l'unité didactique « culture disciplinaire ». Il s'agit de 4h de cours magistraux et de 12h de travaux dirigés en sciences physiques et naturelles.

Tableau 2-La présence des sciences au premier semestre

Culture disciplinaire	1a	Mathématiques	25, 26	4	8	30	8
	1b	Mathématiques	25, 26	8	8	30	8
	2a	Français	7, 9, 10	4	20	20	6
	2b	Français	7, 9, 10	8	20	20	6
	3a	Arts	18	1		3	12
	4a	Education comparée perspectives internationales	70	1		12	
	5a	Sciences	28, 68, 70	2	4	12	
	6a	Formation disciplinaire en histoire et géographie: connaissances en histoire et en géographie pour enseigner à l'école primaire	22, 23	2	8	8	
7a	Savoirs disciplinaires en EPS	74	2	2	8	5	

Au deuxième semestre (tableau 3) les étudiants de la première année de ce master reçoivent des cours en didactique des sciences. Plus précisément, il s'agit de 4h de cours magistraux et 11h de travaux pratiques réparties entre didactique de la physique et de la technologie et entre didactique des sciences de la vie et de la terre.

Tableau 3-La présence des sciences au deuxième semestre

Didactique	1a	Didactique		7	16	34	11
		détail de l'EC			16	34	11
		Didactique des Mathématiques	25, 26, 70		6	10	
		Didactique des LV	11, 70		2	13	
		Sciences	28, 68, 70		4		11
		Formation didactique en histoire et géographie: processus d'enseignement apprentissage en histoire et géographie, conception et analyse de situation didactiques	22, 23, 70		4	11	
	1b	polyvalence et didactique	70	7		63	
	2	Numérique	71, 70	2			15

Au cours du troisième semestre (tableau 4), comme nous l'avons déjà mentionné, les étudiants se divisent en deux catégories. Il s'agit des étudiants qui ont réussi le concours et qui continuent à suivre la formation à mi-temps tout en étant en charge d'une classe également à mi-temps. Puis, dans l'autre catégorie nous retrouvons les étudiants qui continuent la formation à temps plein et qui retenteront leur chance au concours à la fin de la deuxième année de master. Ainsi, au troisième semestre les étudiants qui continuent la formation à mi-temps et qui forment un groupe à part, recevront 14h de travaux pratiques en didactique des sciences physiques et naturelles. Dans ce semestre, les étudiants qui continuent la formation à temps plein ne reçoivent aucun cours lié aux sciences.

Tableau 4-La présence des sciences au troisième semestre

Didactique	1a	Didactique		12	2	24	54
		détail					
		Gestes professionnels, corps et voix	70				10
		Ateliers de pratiques réflexives	70				8
		Sciences	28, 68, 70				14
		Didactique de l'EPS et analyse de situations professionnelles	74, 70			2	12
		Didactique des LV	11, 70		2	8	
		Arts	18, 70			4	6
		Planifier, mettre en oeuvre et réguler les enseignements en histoire et géographie: conception et analyse de situation d'enseignement apprentissage	22, 23, 70			10	

Pendant le quatrième et dernier semestre (tableau 5), les étudiants qui ont réussi le concours ne suivent pas de cours en rapport aux sciences. De leur côté, les étudiants qui ont échoué au concours suivent le cours de « culture scientifique et technique » dans le cadre de l'unité didactique nommée « culture disciplinaire ».

Tableau 5-La présence des sciences au quatrième semestre

Culture disciplinaire	1a	Culture disciplinaire : français	7, 9, 10	1		6	6
	1b	Culture scientifique et technique	28, 68, 70	4		10	
	2a	Langues (obligatoire si UE 15 non validée)	11	2			15
	2b	Option		2			15

En ce qui concerne le concours CRPE, il n'y a pas d'épreuve de sciences, sauf pour les étudiants qui font le choix des « Sciences et technologie » pour la première épreuve orale d'admission. Les étudiants doivent réussir deux épreuves écrites, une en français et une autre en mathématiques. Ensuite, ceux qui sont admissibles à cette première phase du concours, passent une épreuve orale nommée « mise en situation professionnelle » dans un domaine de leur choix, parmi lesquels figurent les sciences. Selon l'Académie des sciences et l'Académie des technologies (2020),

Cette situation, renforcée par le jeu des choix optionnels qui presque toujours se font dans les matières choisies en licence, n'encourage pas les formations en science, notamment pour le développement de compétences en démarche d'investigation [...] Les sciences et technologie sont donc optionnelles depuis 2014, alors que cette épreuve était obligatoire auparavant. Le projet d'arrêté concernant le concours de professeurs des écoles à partir de 2022 introduit dans les épreuves d'admissibilité les sciences et

technologie comme une option parmi trois, ce qui constituerait une évolution positive. (p. 24).

Ainsi, nous constatons qu'aujourd'hui nous nous retrouvons dans une phase transitoire car les sciences auront une place un peu différente dans le concours malgré le fait que la priorité soit donnée aux matières fondamentales (le français et les mathématiques) par l'Éducation Nationale. Avec les éléments présentés, nous pouvons constater qu'il est possible d'être professeur des écoles sans avoir bénéficié d'une véritable formation en sciences et en didactique des sciences depuis le lycée. Les heures de formation proposées dans le cadre du master sont souvent insuffisantes afin de couvrir le côté disciplinaire et didactique surtout en ce qui concerne l'école maternelle où existent des spécificités qui la différencient par rapport à l'enseignement des sciences à l'école élémentaire. De même, il n'y a pas d'heures consacrées entièrement à la formation initiale de tous les étudiants concernant la manière dont ils peuvent prodiguer une éducation scientifique à l'école maternelle.

### 3.3.2 La formation continue des enseignants en France

Lorsque les professeurs des écoles sont titulaires, ils bénéficient de 18 heures par an d'animations pédagogiques qui concernent l'enseignement du français ou des mathématiques. Ainsi, un enseignant, qui n'est pas volontaire pour recevoir une formation en sciences et qui souhaite prioriser une formation sur d'autres domaines que les sciences, pourra ne pas avoir suivi de formation scientifique de toute sa carrière. Surtout, si cet enseignant ne reçoit aucune formation initiale par le biais d'un autre master par exemple. Dans ce cas, il passera directement le concours CRPE et il peut être titulaire sans formation initiale et sans avoir passé aucun concours en sciences. Cependant, si un enseignant du premier degré souhaite se former en sciences il pourra le faire, grâce à des formations de circonscription ou des formations plus longues, inscrites dans le Plan Académique de Formation (PAF).

Pourtant, selon l'Académie des sciences et l'Académie des technologies (2020),

Les journées consacrées aux sciences et technologies ne représentent que 1 à 2 % du nombre des journées stagiaires de formation pour l'ensemble des domaines d'enseignement [...]. La priorité donnée depuis 2018 à la maîtrise des fondamentaux et l'obligation d'utiliser les 18 heures de formation annuelle réglementaire par professeur des écoles pour des formations en français et mathématiques a eu un impact fort sur le nombre de journées stagiaires pour les autres disciplines et domaines. (pp. 26-27).

L'Académie des sciences et l'Académie des technologies (2020) souligne que « Ce déficit n'est actuellement compensé ni par une formation initiale adéquate, ni par une formation continue à la hauteur des enjeux (p. 6). [...] les besoins des enseignants pour des formations en sciences et technologies sont réels et exprimés. » (p. 28).

Cette institution propose un certain nombre de recommandations afin d'améliorer l'enseignement des sciences à l'école primaire. Plusieurs de ces recommandations concernent la formation des professeurs des écoles :

Il en ressort une recommandation préalable à toute autre : faire de la science et de la technologie des enjeux importants dans la formation initiale des futurs professeurs et

lors des premières années de métier. [...] Donner plus d'initiative aux professeurs en s'inscrivant dans une démarche d'établissement ou de circonscription, pour définir leurs besoins de formation en sciences et technologie (pp. 34-35).

Dans une note d'information concernant la dernière évaluation internationale TIMSS des élèves de CM1 en mathématiques et en sciences, selon les enseignants français, l'offre de formation continue en sciences ne s'est pas améliorée entre 2015 et 2019, ce qui n'est pas le cas en mathématiques où les enseignants constatent que la situation s'est améliorée (Colmant & Le Cam, 2020). De son côté, l'enquête TALIS par rapport à la formation des enseignants en France, montre qu'il y a un certain nombre d'éléments dont la présence dans la formation des enseignants a un effet important sur leur sentiment d'efficacité personnelle et de satisfaction au travail. Plus particulièrement, il s'agit des éléments relatifs au contenu, à la pédagogie et à la pratique en classe. Une partie des résultats de l'enquête TALIS, réalisée en 2018 dans 50 pays dont la France, porte sur la formation initiale des enseignants. Il semble que les enseignants français de l'école primaire sont généralement insatisfaits de leur formation initiale. Ils considèrent que les autres enseignants européens sont mieux préparés qu'eux. Plus précisément, en ce qui concerne la gestion de classe, seul 16% exprime un sentiment positif contre 65% par exemple en Angleterre. Les enseignants français expriment globalement « un sentiment d'efficacité personnelle [...] dégradé en comparaison de leurs voisins européens, en matière d'enseignement, de gestion de classe et d'engagement des élèves » (OECD, 2019c).

Par ailleurs, les enseignants en France peuvent recourir volontairement à d'autres institutions afin de se préparer à dispenser un enseignement des sciences dans leur classe. Il y a tout d'abord « La main à la pâte », une fondation qui propose des idées, des pratiques, des outils permettant d'améliorer l'enseignement des sciences à l'école primaire et au collège. Sur le site internet de cette fondation (<https://www.fondation-lamap.org/>), nous rencontrons des pages vers des ressources, des formations, des réseaux éducatifs, des tutoriels et des séquences d'enseignement toutes faites. Cette fondation, créée un peu avant le début des années 2000 par Charpak, propose sous des influences américaines une nouvelle manière d'enseigner les sciences pour les habitudes françaises : une méthode plutôt axée sur l'expérimentation où les élèves font des manipulations et travaillent en groupe (Plé & Orange, 2000).

Le projet *Maisons pour la Science au service des professeurs* est né à l'initiative de l'Académie des Sciences en 2012 afin d'aider les enseignants à faire évoluer leurs pratiques d'enseignement des sciences et de la technologie, de l'école maternelle jusqu'à la fin du collège. Le réseau des Maisons pour la Science (MPLS) (<https://www.maisons-pour-la-science.org/>) est coordonné par la Fondation La main à la pâte, et ces Maisons sont implantées au niveau régional au sein des universités à l'instar des cas de la Bretagne (<https://www.maisons-pour-la-science.org/fr/bretagne>) et de Reims (<https://www.maisons-pour-la-science.org/champagne-ardenne>). On y propose également des formations pour le développement professionnel d'autres acteurs de l'éducation à titre d'exemple pour les conseillers pédagogiques, les inspecteurs et les directeurs d'établissement scolaire. Les Maisons pour la science assurent, dans certaines académies, la formation continue en sciences des professeurs des écoles et des professeurs de collège. Dans la plupart des cas, ces formations sont relativement courtes (de quelques heures à une semaine). Lors de la rédaction de cette thèse, nous n'avons pas repéré de formation destinée aux enseignants du cycle 1. Signalons également l'existence du « réseau Canopé », opérateur public proposant de nombreux outils pédagogiques, qui offre également la possibilité d'accéder à des ouvrages, des mallettes pour manipuler, des vidéos et d'autres ressources. C'est

aussi bien entendu le cas des bibliothèques universitaires. Enfin, le site de référence pour les professeurs, « Éduscol » (<https://eduscol.education.fr/>), proposé par le Ministère de l'Éducation nationale, propose de nombreux documents afin d'aider les enseignants à construire une séquence.

En ce qui concerne la formation des enseignants en dehors de la France, celle-ci n'est pas uniforme en Europe. Par exemple, la Finlande est un pays qui réussit à avoir de bons résultats dans les enquêtes internationales concernant la performance des élèves mais qui réussit à avoir en même temps des enseignants satisfaits. La Finlande a réussi à rendre très attractives les études destinées à la formation des enseignants. Plus précisément, chaque place disponible dans cette formation, attire l'intérêt de neuf candidats. Les personnes intéressées sont évaluées par rapport aux notes obtenues à la fin du lycée et au score obtenu aux examens finaux, qui représentent l'équivalent du baccalauréat en France. Après cette première sélection, les candidats sont observés dans une situation d'enseignement et ils sont interrogés. Ainsi, les personnes qui seront finalement sélectionnées auront, d'un côté, une aptitude pour enseigner et un objectif clair avant de s'investir dans la formation et, de l'autre, une forte performance scolaire, éléments importants pour commencer avec une bonne base. Cette profession aujourd'hui en Finlande dispose d'un statut élevé d'un point de vue social. Selon Schleicher (2020), cela est dû aux requis nécessaires et aux exigences afin d'être sélectionné pour cette formation et ensuite parce que les conditions d'exercice du métier sont optimales à l'instar de l'autonomie donnée aux enseignants afin de travailler et d'avoir le contrôle de leur classe.

### 3.4 La recherche en éducation scientifique à l'âge préscolaire

Olcer (2017) cite une série de thématiques qui sont souvent liées à l'éducation scientifique des élèves. Il souligne que les sciences physiques sont souvent associées entre autres aux propriétés de la matière, aux états de la matière, aux mélanges, à l'énergie, à la lumière et aux ombres, etc. Marxen (1995) explique que les activités qui sont appropriées pour les jeunes enfants sont celles qui laissent aux élèves une certaine liberté de créer, changer et transformer leurs propres actions.

La compréhension de quelques concepts scientifiques fait partie des compétences à acquérir à l'école maternelle dans le domaine des sciences, éléments qui font partie des connaissances de contenu scientifique des élèves. Comme nous l'avons déjà évoqué, d'un côté ces connaissances sont importantes pour la compréhension d'autres concepts plus avancés, tant pendant l'école maternelle que pendant le reste de la scolarité des enfants. Ces connaissances de contenu des jeunes enfants commencent à émerger très tôt et se développent au fil des années. D'un autre côté, ces connaissances de contenu peuvent être associées ensuite avec un intérêt aux carrières scientifiques (National Research Council, 2012b).

Les jeunes élèves montrent qu'ils ont des idées, des conceptions, des éléments d'explication pour une variété de notions. Les chercheurs suggèrent que le contenu scientifique pour les enfants soit préférablement basé sur des phénomènes observables dans la vie quotidienne des élèves (French, 2004). C'est le cas, par exemple, des concepts autour de notions comme celles de la lumière et de l'ombre qui peuvent être observées par les enfants dans leur environnement immédiat.

Dans leur recherche, Guo et al. (2015) examinent les facteurs qui peuvent influencer les connaissances de contenu scientifique des jeunes enfants à l'âge préscolaire. Plus particulièrement, ils étudient la relation entre les connaissances de contenu en sciences des jeunes enfants et le niveau socioéconomique de la famille, le genre, le niveau éducatif de la mère, les compétences cognitives et les capacités liées en mathématiques et au langage. Les chercheurs évaluent comment chacune de ces variables est associée aux connaissances de contenu en sciences mais également comment ces variables peuvent être associées à l'augmentation de ces connaissances de contenu durant une année scolaire. Les variables évaluées par les chercheurs sont plutôt des éléments qui ont été associés à la performance des élèves en sciences comme nous l'avons déjà évoqué auparavant. Un nouveau type de variable concerne plutôt les capacités cognitives associées aux connaissances du contenu scientifique des élèves en préscolaire. Les chercheurs expliquent qu'il peut y avoir une relation significative entre ces deux éléments car les capacités cognitives, à l'instar des capacités de raisonnement, peuvent fournir une base pour l'apprentissage des sciences. Les chercheurs soulignent que ces capacités peuvent permettre aux enfants d'expliquer leur pensée et de valider par exemple la solution à un problème. Selon les résultats de cette recherche, le genre ne semble pas avoir un impact sur les connaissances de contenu en sciences. Néanmoins, il semble que ces connaissances sont associées plutôt au niveau d'éducation de la mère de l'enfant, comme également aux compétences cognitives et aux capacités liées aux mathématiques et au langage. Ce sont plutôt les capacités liées aux mathématiques qui paraissent contribuer à prévoir une véritable évolution par rapport aux connaissances du contenu scientifique au long de l'année scolaire. Les chercheurs expliquent que les enfants d'âge préscolaire montrent qu'ils ont quelques connaissances de contenu en sciences, même au début de l'année scolaire, qui semblent augmenter ensuite vers la fin de l'année scolaire. Ainsi, comme d'autres recherches le prouvent également, tant les expériences de la vie quotidienne que les activités expérimentales à l'issue de l'apprentissage scientifique peuvent aider les élèves à évoluer ensuite vers une bonne base (French, 2004 ; Eshach & Fried, 2005 ; Greenfield et al., 2009).

Guo et al. (2015) soulignent que les jeunes élèves semblent avoir une amélioration moins importante pendant l'année scolaire en sciences en comparaison avec les mathématiques, les capacités langagières, les capacités de lecture et d'écriture. Il semble que les enfants ne sont pas assez souvent stimulés par rapport à l'éducation scientifique à l'âge préscolaire. Les chercheurs émettent l'hypothèse que les connaissances du contenu scientifique des élèves à l'école maternelle peuvent être plus limitées que celles d'autres domaines parce que les opportunités d'apprentissage à cet âge sont plus limitées et que la qualité de l'éducation scientifique dans les classes peut être assez faible (Greenfield et al., 2009 ; Pelatti et al., 2014 ; Piasta et al., 2014 ; Trundle & Saçkes, 2015). Ainsi, il semble que les connaissances de contenu en sciences des élèves à l'âge préscolaire sont étroitement liées aux opportunités d'apprentissage dans la classe et à leurs enseignants.

Comme nous l'avons évoqué, certaines fois les enseignants n'ont pas les connaissances nécessaires pour dispenser l'éducation scientifique des enfants à l'âge préscolaire, et ils en sont souvent conscients (Kallery & Psillios, 2001, 2004 ; Kallery, 2004). Connor et al. (2006) indiquent dans leur recherche que seuls trois minutes par jour sont consacrées à l'éducation scientifique dans les classes d'école maternelle. Piasta et al. (2014) évoquent un temps plus important concernant les opportunités d'apprentissage par rapport aux sciences dans les classes de maternelle qui dépasse les vingt minutes. Ces chercheurs ont mené une recherche dans 65

classes de maternelle et ont corrélé le type et la fréquence des activités liées aux sciences avec un certain nombre de facteurs. Plus précisément, ils mettent en évidence que les opportunités d'apprentissage par rapport aux sciences parmi d'autres facteurs sont associées à l'ancienneté de l'enseignant. Cependant la qualité de ce temps lié à l'éducation scientifique est questionnée (Saçkes et al., 2011). Plus particulièrement, Tu (2006) souligne qu'un grand pourcentage (86.8%) des activités proposées par les enseignants pour l'éducation scientifique des jeunes enfants n'est pas lié à des concepts scientifiques. Ce chercheur explique plus précisément qu'aucune classe ne disposait de matériel pour trier des objets par exemple, élément qui limitait les opportunités des enfants d'élaborer des processus comme la comparaison ou la classification. Le chercheur a également exprimé son étonnement concernant le fait que même si un grand pourcentage (70%) de classes disposait d'une plante, les enseignants ne proposaient pas aux enfants d'élaborer par exemple des observations en rapport avec ce sujet.

### 3.4.1 Les idées fondatrices des principales orientations de recherche

L'éducation scientifique à l'âge préscolaire est un domaine de recherche qui fait l'objet de plus en plus d'intérêt et de développement dans la sphère des sciences de l'éducation. Aujourd'hui, nous savons que les jeunes élèves sont capables d'élaborer une pensée scientifique (Ravanis & Bagakis, 1998 ; Ravanis, 1999, 2000 ; Gelman & Brenneman, 2004, 2012 ; Koliopoulos et al., 2004 ; Robbins, 2005). Ravanis (2017) souligne que la recherche relative à ce domaine s'articule autour d'un cadre qui englobe plusieurs tendances théoriques qui coïncident avec certaines orientations de recherche en ayant toujours l'objectif d'étudier la manière dont les élèves peuvent s'initier à l'éducation scientifique à l'âge préscolaire. Ce dernier élément reste la préoccupation centrale de toutes les orientations de recherche et autour de l'élève, on étudie souvent l'enseignant et le processus d'enseignement. Le chercheur identifie dans son article quatre catégories quant aux orientations de recherche. Plus précisément, il mentionne l'empiriste, la piagétienne, la sociocognitive et la socioculturelle.

En ce qui concerne le rôle de l'enseignant dans l'approche empiriste, il se situe au centre du processus éducatif. Plus concrètement, c'est lui qui choisit les thématiques de travail, c'est lui qui mène les discussions et qui guide les activités en sciences. Quant aux expériences, elles sont présentées et menées par l'enseignant. Ce dernier joue un rôle central, il pose des questions en se centrant sur les réponses correctes des élèves. Dans cette relation éducative, l'élève suit les actions du professeur et participe aux activités qui lui sont proposées (Ravanis, 2017).

De son côté, l'approche piagétienne soutient l'idée que les jeunes élèves sont incapables de réfléchir autour de phénomènes abstraits, de raisonner ou d'élaborer des explications pour ces phénomènes. Les sciences sont considérées comme « some combination of abstract principles and controlled experimentation with multiple variables » (French & Woodring, 2012, p. 9). Quand les élèves sont à ce stade de leur développement, selon leur âge, ils peuvent alors plutôt utiliser des symboles à l'instar d'images afin de représenter leur pensée. Après l'approche piagétienne, les conceptions post-piagésiennes soulignent que les jeunes enfants peuvent acquérir des connaissances sur un domaine précis à travers l'expérience. Inagaki (1992) souligne que les élèves sont capables d'élaborer des prédictions et d'expliquer les résultats observés lors d'une expérience par exemple. Ainsi, l'acquisition de connaissances scientifiques est possible pour les jeunes élèves. L'interaction de ces derniers avec du matériel pédagogique

et des objets est encouragée (Kamii, 1982). La classe est organisée de telle manière qu'elle mette en valeur le travail des élèves. Selon Ravanis (1994), le rôle de l'enseignant se résume à soutenir et encourager les élèves pendant le processus éducatif. De plus, il repère les actions et les difficultés des élèves.

De nombreuses études menées dans le domaine de la didactique des sciences concernant l'éducation scientifique des élèves à l'âge préscolaire se focalisent sur le développement cognitif des élèves. Ces recherches sont souvent réalisées selon des procédés qui sont éloignés de la réalité et du travail fait dans une classe (Venville, 2004). Dans le courant sociocognitif, selon Ravanis (2017), l'idée est de rapprocher la pensée scientifique. Les représentations des élèves sont le point de départ et l'objectif est d'arriver à des idées compatibles avec la pensée scientifique à travers certaines situations d'enseignement. Le rôle de l'enseignant et du chercheur est de créer des conditions propices aux apprentissages et de surmonter des obstacles épistémologiques afin que les élèves acquièrent de nouvelles connaissances. Les enfants participent à des activités organisées par l'adulte, ils sont encouragés à élaborer des prédictions et à explorer dans des activités à travers un « environnement social dans l'apprentissage » dans le but de reconstruire leur raisonnement. Canedo-Ibarra et al. (2010) soulignent que le rôle de l'interaction sociale dans un environnement conçu par l'enseignant pour l'apprentissage est très important. Cette interaction peut contribuer à changer les représentations des enfants ou à construire de nouvelles représentations afin de rapprocher les représentations conceptuelles des modèles scientifiques. Cet élément est soutenu par l'idée que l'interaction sociale est une caractéristique essentielle pour former les connaissances scientifiques chez les enfants (Chinn, 1998) dans le cadre du constructivisme social. Havu- Nuutinen (2005) redéfinit l'efficacité en termes d'apprentissage de l'acquisition de connaissances chez les élèves dans un cadre dominé par les interactions sociales et quand l'enseignant a un rôle de médiation. Il apparaît que cette approche est plus efficace que celle où l'enseignant a le rôle principal dans le processus ou celle où l'apprentissage est basé sur une approche qui place l'enfant au centre de ces découvertes.

De leurs côtés, les approches socioculturelles et historico socioculturelles, fondées sur le travail de Vygotski (1934/1962), mentionnent que l'apprentissage et le développement de l'enfant proviennent de caractéristiques culturelles, historiques et sociales de l'enfant (Hedegaard & Flear, 2008). Selon Hedegaard (2004), l'apprentissage a lieu dans tous les processus où l'enfant participe à l'école et en dehors de l'école. La chercheuse souligne que le langage et tout élément utilisé pour l'apprentissage, ainsi que ses aspects culturels et historiques, sont essentiels en tant qu'opportunités pour apprendre mais également pour comprendre le processus de l'apprentissage. Larsson (2013) souligne que dans cette perspective l'enseignant doit avoir une position épistémologique claire lors de l'interaction avec les élèves car s'il se concentre beaucoup par exemple sur l'aspect social de l'activité de l'enfant, il pourrait être difficile pour l'élève d'arriver à l'apprentissage d'un contenu scientifique précis. Ainsi, selon cette étude, il apparaît nécessaire que les enseignants aient développé des connaissances liées au contenu et des connaissances pédagogiques liées au contenu. Ainsi, si l'enseignant souhaite par exemple travailler autour du concept de la lumière, il pourra identifier les connaissances nécessaires concernant le concept en question et proposer cela aux enfants comme une opportunité de vivre une expérience, d'explorer et d'apprendre.

Une attention particulière est accordée au jeu et à l'exploration à travers le jeu, qui sont souvent orientés vers un objectif et sont considérés comme une excellente opportunité pour l'enseignant d'améliorer certains aspects de l'apprentissage. Selon Vygotski (1967), le cœur d'une activité



autour du jeu est la création d'une situation imaginaire. En sciences, des situations imaginaires peuvent émerger d'un questionnement relatif à des phénomènes scientifiques tirés de la vie quotidienne des élèves ainsi que de leur envie et de leur curiosité naturelle pour l'investigation (Vartiainen & Kumpulainen, 2020). Dans cette approche, les activités servant à passer à la situation imaginaire et le langage en tant qu'outil social et culturel jouent un rôle important. Cette transition vers la situation imaginaire peut être déclenchée avec de petites histoires comme dans l'exemple de Playworlds (Lindqvist, 1996 ; Fler, 2019 ; Fler, Fragkiadaki & Rai, 2020) ou des objets comme un héros-poupée qui peuvent avoir un sens pour les jeunes enfants. Fler (2019) met l'accent sur le fait que le processus de transformation de concepts rencontrés dans la vie quotidienne par les enfants en concepts scientifiques peut être facilité par le jeu et l'imagination.

### 3.4.2 L'importance de l'éducation scientifique à l'école maternelle

L'éducation scientifique dès le plus jeune âge semble être un apprentissage important qui est pointé par la recherche mais qui est négligé quelques fois à l'école maternelle. Gelman et al. (2010) soutiennent l'idée que les jeunes élèves sont des « scientifiques en cours d'élaboration » car ils peuvent même dès un jeune âge développer des concepts scientifiques abstraits. Cependant, selon les chercheurs l'apprentissage ne doit pas être limité aux éléments scientifiques tirés d'un curriculum. Les enfants ont besoin d'apprendre à réfléchir, à explorer des idées scientifiques et à apprendre méthodiquement le langage et les pratiques en sciences (Gelman & Brenneman, 2012). Il est important de souligner que les élèves ne retiennent pas d'informations découpées. Au contraire, les enfants à cet âge apprennent en associant un apprentissage existant avec de nouvelles connaissances à travers des expériences pratiques (Gelman & Brenneman, 2012 ; Greenfield et al., 2009). De plus, il semble que l'apprentissage ne soit pas un processus linéaire mais qu'il s'agisse plutôt d'un processus évolutif. Durant ce processus, les élèves s'impliquent plus dans de situations qui ont du sens pour eux (Zohar & Nemet, 2002). Même quand les élèves ne disposent pas des connaissances nécessaires afin de répondre à une situation-problème, quand cela a du sens pour eux, c'est un bon point de départ d'exploration d'un sujet scientifique (Eshach, 2006).

Selon Andersson et Gullberg (2014), l'éducation scientifique à l'école maternelle et à l'école élémentaire ne doit pas se limiter à l'apprentissage de concepts scientifiques. Les chercheurs mettent en évidence dans leur recherche que les élèves ressentent un sentiment de satisfaction en pratiquant les sciences qui est de grande importance. Plus précisément, quand les élèves travaillent avec une méthode et produisent leurs questions et investigations, ils sont capables d'autoguidé leur processus d'apprentissage. Ce processus selon les chercheurs peut créer chez les élèves une confiance importante pas seulement pour les sciences mais également pour d'autres domaines.

Pour renforcer l'idée que l'éducation scientifique est importante pour les jeunes élèves, de son côté, Eshach (2006) présente six principaux arguments à ce sujet. Il explique d'abord que les jeunes élèves aiment naturellement faire des observations et réfléchir sur ces observations. Les enfants qui s'impliquent dans ce type de situations développent une posture positive vis-à-vis des sciences. Ensuite, le chercheur souligne que cette première éducation scientifique, et plus particulièrement l'exposition des jeunes élèves à des phénomènes scientifiques, est

extrêmement importante pour la compréhension des notions scientifiques qu'ils rencontreront plus tard dans le cadre des disciplines scientifiques. Puis, l'initiation des élèves à l'utilisation d'un langage scientifique rend plus familier aux enfants l'usage des notions scientifiques plus tard. Un autre point évoqué par le chercheur est que les enfants qui s'initient aux sciences dès un jeune âge peuvent ensuite comprendre les notions et le raisonnement scientifique. Enfin, Eshach met l'accent sur le fait que les sciences forment un cadre efficace afin de développer la pensée scientifique des jeunes élèves. Ainsi, avec des pratiques enseignantes adaptées, les élèves sont capables de raisonner et de conceptualiser des phénomènes naturels par exemple (Havu- Nuutinen, 2005 ; Ledrapier, 2010).

De leur côté, Andersson & Gullberg (2014) mentionnent que la recherche qui concerne l'éducation à l'âge préscolaire pointe les compétences pédagogiques qui sont importantes à élaborer chez l'enfant par rapport à l'apprentissage et au développement du jeune élève. Pramling Samuelsson et Mårdsjö (dans Andersson & Gullberg, 2014) mettent l'accent sur trois principes afin d'élaborer ces compétences pédagogiques. D'abord, il s'agit de créer et de proposer des situations d'apprentissage auxquelles les élèves sont capables de penser et de discuter. Ensuite, il est important d'encourager les élèves à réfléchir et à s'exprimer oralement mais également par d'autres moyens. Enfin, l'enseignant peut profiter de la diversité que présentent les idées des élèves pour enrichir les tâches d'apprentissage.

L'éducation scientifique à l'âge préscolaire est étroitement liée d'un point de vue théorique et empirique à un bon développement des concepts scientifiques (O'Connor et al., 2021) et du raisonnement causal, mais également à une bonne compréhension de la lecture et à un intérêt croissant envers les sciences. Les élèves sont intéressés et curieux concernant des sujets qui relèvent des sciences et sont capables d'élaborer ce raisonnement causal mais également un raisonnement déductif, éléments essentiels pour l'éducation scientifique (Watters, Diezmann, Grieshaber, & Davis, 2000 ; French, 2004 ; Kallery, 2004 ; Eshach & Fried, 2005 ; Schulz & Bonawitz, 2007 ; Cook, Goodman & Schulz, 2011 ; Legare, 2014). Guo et al. (2015), soulignent que si l'éducation scientifique est si importante et l'objectif visé se résume à améliorer la performance des jeunes élèves dès l'âge préscolaire afin de préparer leur future scolarité, il serait nécessaire de financer le domaine de l'éducation préscolaire.

D'un point de vue scientifique, de nombreuses études montrent l'importance du travail scientifique adapté à l'âge préscolaire, et renforcent l'argument déjà présenté ci-dessus, selon lequel il serait nécessaire d'initier les jeunes élèves à l'éducation scientifique dès l'école maternelle. Il est souligné que les enfants sont capables d'approcher le monde empirique et de travailler autour de notions qui englobent des objets et des substances. Selon Kuhn et Pearsall (2000), les élèves à l'école maternelle ont une curiosité naturelle et ils aiment explorer le monde autour d'eux à travers l'observation, l'interaction et la communication avec l'enseignant et les pairs, par le biais du jeu ou d'autres activités. Les enfants utilisent habituellement les ressources cognitives dont ils disposent pour interpréter ce qui se passe autour d'eux sans utiliser nécessairement des sources qui permettent d'élaborer des connections d'un point de vue scientifique (Vygotsky, 1978 ; Canedo-Ibarra et al., 2010). De même, les jeunes enfants peuvent formuler des représentations de la réalité, résoudre des problèmes et comprendre graduellement des phénomènes physiques (Driver, Guesne & Tiberghien, 1985 ; Ledrapier, 2010 ; Chanoine, 2019). Selon une série de recherches, il est également mentionné que les jeunes élèves arrivent progressivement vers l'expertise d'un domaine quand ils arrivent à acquérir de nouvelles

connaissances sur une base de connaissances déjà existantes (Wellman & Gelman, 1992, 1998 ; Legare et al., 2010).

### 3.4.3 Apprentissage à travers la démarche d'investigation, le langage, le jeu et les activités collectives

Il est également mis en évidence par la recherche que les élèves sont biologiquement préparés à cette première éducation scientifique (Chaille & Britain, 1991 ; French, 2004 ; Eshach & Fried, 2005 ; Stoll et al., 2012). De même, selon Kuhn & Pearsall (2000), les élèves semblent disposer de compétences cognitives pour s'initier à la démarche d'investigation. Il est de grande importance pour les jeunes élèves de s'impliquer dans une démarche scientifique et plus particulièrement, une démarche d'investigation (Samarapungavan, Mantzicopoulos et Patrick, 2008) où ils travaillent autour des processus d'observation, de questionnement, d'élaboration d'hypothèses ou de prédictions et d'évaluation de résultats. Ainsi, les enfants peuvent construire leur apprentissage et apprendre à coordonner les apports théoriques avec l'observable, la preuve, surtout quand ils sont guidés et encouragés par l'adulte et dans notre cas par l'enseignant (Enfield & Rogers, 2009 ; Inan, Trundle, & Kantor, 2010). De toute manière, ce type d'approche basé sur la démarche d'investigation est largement utilisé à tous les niveaux de l'enseignement scientifique de l'école primaire au lycée. Pour les jeunes élèves, il s'agit d'une tâche assez exigeante, ainsi cela demande une habileté de la part de l'enseignant (Harlen, 2014). Excepté le fait qu'il s'agit d'une tâche exigeante, c'est aussi une opportunité d'apprentissage qui crée un environnement riche pour les élèves en préscolaire tant pour les expériences englobées dans le processus que pour la richesse du vocabulaire utilisé (French, 2004).

Olcer (2017) souligne que l'éducation scientifique à l'âge préscolaire, qui amène les élèves à se questionner sur le monde autour d'eux, est un excellent outil pour développer le langage oral et écrit. En tout cas, le langage joue un rôle central dans la manière dont les concepts scientifiques sont structurés et communiqués dans tous les contextes (Lemke, 1990). Selon Ferreiro et Teberosky (1982), les enfants acquièrent des connaissances en sciences parallèlement à la construction de leurs compétences langagières. Cela montre qu'il ne faudrait pas négliger l'un des deux éléments pendant l'éducation préscolaire, car finalement ces éléments sont interconnectés. French (2004) a montré que des élèves à l'école maternelle, impliqués dans un programme scolaire à base de sciences, ont été impactés de manière significative par rapport à leurs compétences langagières. Ainsi, son étude montre la possible relation causale entre les sciences et les compétences langagières.

Les jeunes élèves peuvent tirer profit d'un enseignement surtout quand il est imbriqué dans des expériences qui ont du sens pour les élèves à l'instar du jeu (Hedges & Cullen, 2005 ; Flear, 2021). L'incorporation du jeu dans la démarche d'investigation pour les jeunes enfants apparaît également de grande importance (Flear 2013, 2019). Plus particulièrement, les enfants atteignent une meilleure compréhension des concepts scientifiques quand ces derniers sont introduits dans un scénario pédagogique à travers le jeu (Bulunuz, 2013). Flear (2019) ajoute que l'utilisation de l'imagination des enfants dans le processus éducatif, et plus précisément en éducation scientifique, n'est pas assez utilisée et pourtant l'imagination pourrait être une notion clé, comme le jeu, pour l'éducation scientifique. La recherche de Caiman et Lundegård (2018)

insiste sur l'utilisation de l'imagination des enfants en faveur de l'éducation scientifique à l'école maternelle.

Ledrapier (2007), dans sa thèse, souligne l'importance des activités collectives et de l'action pour l'éducation scientifique des élèves à l'école maternelle. D'abord, elle examine si cette éducation scientifique est possible dès un jeune âge en visant une exploration active du monde de la matière. La chercheuse met l'accent sur des activités qui amènent les élèves à modéliser et à problématiser. Elle explique qu'il est intéressant pour les élèves de s'exercer autour de domaines à l'instar de la découverte des phénomènes, l'élaboration et la construction des problèmes et l'élaboration de quelques étapes de la démarche d'investigation. Plus particulièrement, elle mentionne dans le résumé de sa thèse que :

Les essais en classe, observations et évaluations, montrent que ces activités débouchent sur l'élaboration d'une première forme de pensée scientifique chez les jeunes élèves (recherche, modélisation, problématisation) ; elles permettent une évolution conceptuelle, repérable sous forme de "concepts physiques en acte"; elles permettent aussi l'entrée dans des pratiques langagières spécifiques de débat et de discussion, avec apprentissage de formes d'argumentation et d'explication.

## Chapitre 4. Pour une éducation scientifique à école maternelle

### 4.1 Enseignement des sciences ou initiation aux sciences ?

Le terme « enseignement des sciences » et l'approche disciplinaire à l'école maternelle d'un côté, et de l'autre, le terme « éducation scientifique » à l'école maternelle font l'objet d'un débat. Bennett (2005) souligne qu'au fil des années il y a une évolution qui part d'une tradition pédagogique sociale vers l'enseignement de matières spécifiques aux enfants.

Pour un certain nombre de chercheurs, les résultats d'apprentissage en provenance d'un enseignement disciplinaire sont souhaitables (Marcon, 2002 ; Wylie et al., 2004). Cette approche dérive de l'idée que les connaissances d'une matière en particulier sont une base essentielle pour l'apprentissage des élèves et pour l'enseignement dispensé par les enseignants. Plus concrètement, cet apprentissage disciplinaire peut servir de base de référence pour les élèves (Buckingham, 1994 ; Feasey, 1994) et de source de confiance pour les enseignants car il peut servir comme moyen de reconnaître et de maximiser le potentiel d'apprentissage de leurs élèves lors des expériences de jeu par exemple (Anning & Edwards, 2006).

Un autre point de vue s'articule autour de l'idée qu'il est « plus utile de concevoir des activités appropriées pour préparer les enfants à comprendre la science à un stade ultérieur (par exemple en s'appuyant sur des modèles précurseurs) plutôt que de proposer des activités visant seulement à présenter le contenu scientifique de manière simplifiée ou à visée ludique uniquement » (Boilevin et al., 2020 p.72). Il semble que la question des connaissances dans une matière précise dans le domaine d'éducation préscolaire reste assez limitée (Hedges & Cullen, 2005) pour un certain nombre de chercheurs français et internationaux.

Selon d'autres chercheurs, l'approche disciplinaire du curriculum n'est pas adaptée à la manière dont les jeunes élèves pensent et apprennent (Curtis, 1998 ; Nutbrown, 2011). Une partie des chercheurs français (Bisault, 2011 ; Charles, 2012 ; Chanoine, 2019) préfèrent le terme « éducation scientifique » au terme « enseignement des sciences » en précisant qu'ils considèrent que l'enseignement des sciences vient après l'éducation scientifique. Ils considèrent que « la définition de l'entité « sciences » est loin d'être évidente à l'école primaire » (Bisault, 2011). Nous nous questionnons sur cette dernière idée car nous considérons que de toute manière, il n'est pas question de l'entité « sciences » mais plutôt d'un apprentissage transposé dans un niveau qui dépend de programmes scolaires (transposition didactique externe) et de l'enseignant (transposition didactique interne). Charles (2020) souligne que l'approche disciplinaire est incohérente à l'école maternelle car des notions « scientifiques » ne sont pas enseignées par des professeurs de sciences. Enfin, le chercheur met l'accent sur les programmes de l'école primaire en ce qui concerne le domaine scientifique, et il mentionne que ces programmes ne se réduisent pas aux contenus. Au contraire, il existe de nombreux contenus liés à des activités éducatives. Du côté des enseignants, la difficulté qui est souvent repérée, surtout pour les enseignants du préscolaire, consiste à représenter ou à formuler un contenu adaptable aux jeunes élèves. En effet, même les enseignants expérimentés

rencontrent ce type de difficulté en ce qui concerne le développement de leurs connaissances pédagogiques liées au contenu scientifique qui semblent parfois être inadéquates.

## 4.2 La place des sciences dans le curriculum pour la maternelle

Le curriculum est un outil possédant un rôle important car il définit le contenu d'apprentissage et d'une manière plus générale, il concerne la construction méthodique d'un plan éducatif qui guide les enseignants dans leur travail. Selon Forquin (2008), le curriculum désigne « un parcours éducationnel, un ensemble suivi d'expériences d'apprentissage effectuées par quelqu'un sous le contrôle d'une institution d'éducation formelle au cours d'une période donnée ». Les contenus à enseigner et à évaluer sont souvent prescrits par les concepteurs, en tenant en compte des directions politiques du moment (Bednarz, 2013).

Il est important d'avoir un certain nombre de standards dans le curriculum tant pour les élèves que pour les enseignants. Ces éléments peuvent guider les enseignants pour choisir des expériences intéressantes qui mettent en valeur l'expérimentation et la manipulation relatives au niveau de développement des élèves en question (Bosse, Jacobs and Anderson, 2009). Boilevin (2013) souligne néanmoins que : « Il ne suffit pas de changer de curriculum pour que les pratiques enseignantes soient modifiées » (p. 43).

En ce qui concerne le curriculum des sciences à l'école maternelle, dans la plupart des pays, celui-ci diffère du curriculum destiné à l'enseignement des sciences à l'école élémentaire tant par sa structure et par sa forme que par son contenu. Plus particulièrement, le curriculum destiné à l'éducation préscolaire n'est pas très souvent axé sur l'éducation scientifique (Eurydice, 2009). Selon Ravanis (2010), les activités ordinairement faites à l'école maternelle sont basées sur une familiarisation avec des objets, des matériaux et des entités de l'environnement proche des élèves, sans vraiment inclure la compréhension des concepts liés aux phénomènes scientifiques. Ces activités sont souvent proposées aux enfants dans une approche générale du curriculum sans vraiment consacrer une partie importante à la découverte des phénomènes naturels (Canedo-Ibarra et al., 2010) dans la plupart des curriculum européens (Delsérieys et al., 2018). Par ailleurs, quand la structure d'un concept est présentée de manière fragmentaire, la notion n'est pas proprement articulée et le phénomène n'est pas pleinement exploré (Ravanis & Bagakis, 1998). Carey (2000) souligne de son côté que les enfants ont besoin d'opportunités d'exploration afin d'élaborer des schémas d'explication, de développer des modèles, de construire des analogies qui les aident à mieux comprendre les notions élaborées dans la classe et à mener des expériences. Les expériences en sciences aident également au développement langagier des enfants car, avec l'aide de l'adulte, l'élève engage une discussion par rapport à l'expérience afin de décrire ou d'expliquer la situation vécue. Les standards dans un curriculum de sciences pour les jeunes enfants peuvent définir un programme riche en expériences qui permet la création d'un espace propice aux apprentissages basé sur l'interaction où le rôle de l'enseignant est important pour découvrir des notions et des concepts et afin de promouvoir la pensée critique (Watters & Diezmann, 1998).

Barenthien et al. (2020) soulignent qu'aujourd'hui de nombreux pays implémentent une éducation scientifique à l'école maternelle. Ainsi, il est nécessaire que les enseignants disposent de connaissances pédagogiques, didactiques et disciplinaires afin de dispenser l'éducation

scientifique dans la classe. De même, ces connaissances sont de grande importance pour le développement de programmes d'éducation préscolaire. Dans le panorama mondial des curriculums qui concernent l'âge préscolaire, nous pouvons observer plusieurs approches. Nous pouvons également souligner que l'école maternelle n'a pas été obligatoire pour tous les élèves dans les différents pays en même temps. En France, depuis la rentrée 2019, l'instruction est obligatoire pour les enfants dès 3 ans suite à la modification du Code de l'éducation par la LOI n°2019-791 du 26 juillet 2019 - article 11.

Dans le but de progresser dans l'amélioration des expériences d'apprentissage pour les jeunes élèves, les institutions en charge dans chaque pays pourraient prendre comme exemple et apprendre par la pléthore de pays et de systèmes qui existent, au lieu d'avancer de manière isolée (OCDE, 2020). Pourtant, dans la plupart des curriculums qui concernent l'âge préscolaire, il n'y a pas d'entrée disciplinaire concernant les sciences.

Par exemple, le système scolaire suédois réalise un bon score dans les évaluations internationales concernant l'âge préscolaire (OECD, 2017). Quant au curriculum suédois pour l'école maternelle (Swedish National Agency for Education, 2019), celui-ci met en avance le jeu et les expériences où les élèves peuvent explorer et tester des idées dans un environnement riche en termes d'apprentissage. Ce curriculum est basé sur une perspective socioculturelle qui combine le jeu et l'apprentissage (Larsson, 2013). Il n'y a donc pas de véritable entrée disciplinaire à l'école maternelle dans le curriculum suédois. Un autre exemple est celui de l'Allemagne qui ne dispose pas non plus d'un curriculum très détaillé en ce qui concerne les activités scientifiques. Les informations qui concernent l'école maternelle sont limitées en ce qui concerne les objectifs d'apprentissage et les concepts scientifiques à élaborer avec les enfants. Ce manque de précision au niveau des objectifs d'apprentissage fait qu'il n'y a pas de niveau d'apprentissage à atteindre concernant l'apprentissage des concepts dans un contexte préscolaire (Barenthien et al., 2020).

L'« association nationale pour l'éducation des jeunes enfants »<sup>4</sup>, une association américaine, en mettant l'accent sur certains éléments qui concernent les programmes scolaires de l'âge préscolaire, souligne qu'un contenu curriculaire de disciplines comme les mathématiques et les sciences devaient être intégré dans plusieurs activités à l'école maternelle. Avec d'autres activités comme l'élaboration de projets et le jeu, les élèves arriveront à développer une compréhension conceptuelle et à élaborer des connections à travers plusieurs disciplines afin de renforcer l'apprentissage (Copple & Bredekamp, 2009).

### 4.3 La place des sciences dans le curriculum pour la maternelle : le point de vue français

Charles (2021), de son côté, souligne que les perspectives curriculaires concernent entre autres éléments les pratiques et la professionnalité des professeurs des écoles. Selon le chercheur, les curriculums peuvent être produits et coproduits par plusieurs acteurs de l'éducation à l'instar des chercheurs, des professeurs, des formateurs, des équipes pédagogiques, des auteurs de

---

<sup>4</sup> National Association for the Education of Young Children <https://www.naeyc.org/>

ressources ou des membres des corps d'inspection. Quant à l'école maternelle, il met en valeur l'évolution qui a eu lieu en France au fil des années en expliquant que les points majeurs du changement à l'école maternelle française consistent au passage d'une approche par activités à une autre par apprentissages.

Selon Ledrapier (2010), ce n'est qu'à partir des années 2000 que se pose en France la question de l'enseignement des sciences à l'école primaire, sous un autre prisme que dans la pédagogie traditionnelle. Plus précisément, après la *leçon de choses* (object teaching) et les activités d'éveil, a été mis en place le Plan de Rénovation de l'Enseignement des Sciences et de la Technologie à l'École primaire (PRESTE), centré sur un enseignement basé sur la démarche d'investigation. Malgré ce plan de rénovation, l'éducation scientifique en France reste globalement peu satisfaisante à tous les niveaux, ce qui est confirmé par les évaluations internationales et les rapports institutionnels (Chanoine, 2019).

Ledrapier fait partie des chercheurs qui soutiennent l'idée que les jeunes élèves peuvent recevoir une réelle éducation scientifique à travers des activités heuristiques qui les amènent à modéliser et à problématiser (Ledrapier, 2007). Coquidé, pour sa part, ne parle pas d'éducation scientifique mais plutôt de *familiarisation pratique* avec la nature et les objets à l'école maternelle. Elle souligne que d'un cycle à l'autre, il est important « d'enrichir un capital « expérimentiel » et d'élaborer un premier palier de connaissances » (Coquidé, 2007, p. 87).

De leur côté, Bisault et Lhoste (2020) expliquent qu'en France, l'éducation scientifique et technologique fait partie des enjeux du curriculum au niveau scolaire en soulignant qu'il ne s'agit pas toujours du curriculum effectivement mis en place dans la classe par les enseignants. Les chercheurs mettent l'accent sur la « polyvalence » des enseignants, qui sont souvent non scientifiques de formation, et soulignent que ces derniers n'ont pas toujours les connaissances nécessaires et spécifiques pour suivre des consignes exactes. Plus précisément, ils dénombrent les deux facteurs qui sont décisifs pour l'efficacité de l'éducation scientifique et technologique ; d'un côté l'intérêt et les compétences des élèves et de l'autre l'intérêt et les compétences des enseignants.

Selon de nombreux rapports institutionnels (Tabarot, 2008 ; Juilhard, 2009 ; Papon & Martin, 2009 ; Bouysse, Claus & Szymankiewicz, 2011 ; Pétreault & Buissart, 2014), l'école maternelle n'est pas très bien adaptée à l'accueil des jeunes enfants et la France n'est pas très engagée dans le débat international sur la qualité et l'efficacité de cette première école de l'enfant (Langlois, 2002). Le rapport de Bouysse, Claus & Szymankiewicz (2011) souligne une grande place de la préparation de la lecture et de l'écriture du français au détriment d'autres apprentissages. Il semble que l'oral est sous investi et qu'au contraire il y a une centration du travail concernant l'écriture souvent en utilisant des fiches. Enfin le rapport mentionne une mise à l'écart des jeux et des manipulations. Quelques années plus tard, nous sommes encore dans une logique de mise en valeur du français et des mathématiques et une éducation scientifique assez limitée même s'il y a un progrès en ce qui concerne la démarche d'investigation. Plus particulièrement, l'Académie des sciences et l'Académie des technologies (2020) rejoignent ce propos : « *Dès l'école maternelle (cycle 1), les élèves sont initiés à la démarche d'investigation, qui développe la curiosité, la créativité, l'esprit critique et l'intérêt pour le progrès scientifique et technique, par l'exploration et l'observation du monde qui les entoure.* » (p. 17). Cette initiation aux sciences en cycle 1 trouve sa place dans les programmes scolaires de l'école maternelle dans une perspective d'exploration du monde du vivant, des objets et de la matière entourant l'enfant



(MEN, 2020). L'Éducation Nationale préconise, selon le JORF n° 0272 du 24 novembre 2015, une heure trente minutes hebdomadaires de « Questionner le monde » en cycle 2 et deux heures par semaine de « Sciences et technologie » en cycle 3.

Dans ce même rapport de l'Académie des sciences et de l'Académie des technologies (2020), il est mentionné que,

Les programmes ne sont dans les faits que partiellement suivis, les compétences à travailler le sont souvent de façon lacunaire. [...] les horaires d'enseignement de S&T (Sciences et Technologie) ne sont généralement pas respectés [...] les S&T (et d'autres disciplines) pâtissent de la priorité accordée au français et aux mathématiques [...] les S&T sont en pratique enseignées par les professeurs des écoles de manières très diverses, pouvant aller de simples textes à trous (phrases incomplètes) jusqu'à de réelles démarches d'investigation (pour les professeurs avertis et formés), en passant par l'application de modèles et de séquences clés en main, trouvés sur Internet ou sur les réseaux sociaux. (p. 6 ; p. 19 ; p. 21).

La place des sciences dans le curriculum est quasiment inexistante alors qu'on en voit la nécessité dans la recherche internationale et le faible niveau des résultats des élèves dans les évaluations internationales. La pratique des enseignants à l'école maternelle en France est plutôt centrée sur l'enseignement du français et des mathématiques. Il semble qu'il y a un manque d'un certain nombre de critères et de normes concernant l'éducation scientifique des jeunes élèves, même si on repère dans la bibliographie la corrélation et le lien entre les capacités langagières, les capacités mathématiques et l'apprentissage de sciences à l'école maternelle.

#### 4.4 Changement de pratiques en sciences et accompagnement des enseignants

De leur côté, Canedo-Ibarra et al. (2010) expliquent qu'il serait fructueux que les enseignants de maternelle changent leurs pratiques habituelles qui se résument souvent, quand il est question de sciences, au classement et à l'observation. Ils proposent que les enseignants promeuvent les activités où les enfants sont amenés à élaborer des prédictions, à formuler des hypothèses et à discuter des résultats avec leurs pairs. La recherche menée par ces chercheurs met à jour des résultats qui mettent en avant la capacité des élèves en maternelle de penser d'une manière scientifique et d'utiliser un raisonnement inductif et hypothético-déductif. Les chercheurs soulignent que quand les enseignants sont capables de détecter les capacités de leurs élèves et la manière dont ils peuvent apprendre, ils sont plus efficaces dans l'adaptation de leur enseignement selon les besoins des élèves.

Dans le but de renforcer les connaissances de contenu scientifique des enseignants, afin qu'ils se sentent qualifiés dans le domaine de l'éducation scientifique, il serait intéressant d'établir un certain nombre de standards concernant le contenu scientifique maîtrisé par les enseignants à développer chez les élèves de maternelle. Certes, le programme scolaire à l'école maternelle est souvent très imprécis, mais du côté de l'enseignant, nous nous demandons jusqu'à quel point les connaissances des enseignants doivent être développées afin d'être capables d'élaborer un scénario pédagogique en sciences. Doivent-ils avoir une expertise dans les matières scientifiques et combien de temps pourrait durer une formation garantissant une bonne maîtrise

en sciences ? Dans tous les cas, les standards à déterminer et à implémenter par les enseignants seront appropriés pour les enfants de maternelle d'un point de vue développemental.

De nombreux chercheurs mentionnent que les enseignants montrent souvent une certaine résistance en ce qui concerne les changements dans les pratiques d'enseignement et une centration sur les pratiques, auxquelles ils sont habitués, mettant souvent l'enseignant au centre de l'action didactique (Kallery & Psillos, 2002 ; Kavalari, Kakana & Christidou, 2012). Parmi les facteurs qui provoquent cette résistance, nous retrouvons l'ancienneté des enseignants (Smit, 2003). Plus particulièrement, les enseignants qui sont chargés d'une classe de maternelle évitent fréquemment d'approcher l'enseignement des notions scientifiques (Watters & Diesman, 1998 ; Kallery, 2004). Bagakis et al. (2006) ont étudié les convictions, les pratiques et les nécessités de 130 enseignants d'école maternelle en Grèce. Ils soulignent que la planification et la mise en œuvre des activités en lien avec des notions scientifiques sont reliées à un certain nombre de caractéristiques de ces enseignants. Plus précisément, l'âge, les études suivies, l'expérience de l'enseignement, la situation professionnelle, la formation en sciences et l'infrastructure matérielle de l'école où ils exercent, jouent un rôle dans la pratique enseignante concernant les sciences.

En ce qui concerne la France, selon l'Académie des sciences et l'Académie des technologies (2020), les constats faits « depuis 1995 à l'école primaire, incluant depuis 2003 le collège, mettent l'accent sur l'indispensable accompagnement des professeurs des écoles par la communauté scientifique, parallèlement au contenu des programmes et au-delà de celui qu'assurent les Inspecteurs de l'Éducation Nationale (IEN) en primaire » (p. 40). Plus spécifiquement, la pédagogie d'investigation, par exemple, suppose de la part des professeurs « de profondes transformations dans leur mode d'enseignement, dans leur gestion de la classe, dans leur rapport à la science, dans leurs modalités d'évaluation des élèves » (p. 40).

Enfin, comme Chanoine (2019) le souligne l'éducation scientifique à l'école maternelle en France est souvent d'une part peu et/ou mal prise en charge par les enseignants et d'autre part pensée en projetant les logiques disciplinaires des niveaux supérieurs. La chercheuse mentionne que l'éducation scientifique ne relève pas des préoccupations premières des enseignants comme la mobilisation du langage, et que la majorité des enseignants en France n'ont pas reçu de formation disciplinaire poussée. En fait, Chanoine s'aligne sur les travaux de Bisault, Charles, Lebeaume et Martinand pour l'éducation scientifique sous une approche curriculaire à l'école maternelle.

## 4.5 L'éducation scientifique à l'école maternelle

Nous partageons l'idée que les élèves à l'âge préscolaire commencent l'apprentissage scientifique par la compréhension de phénomènes facilement observables dans la vie quotidienne et en prenant en compte la curiosité naturelle des élèves. C'est sur ces apprentissages que de nouveaux apprentissages seront construits plus tard, ainsi que des raisonnements plus complexes issus d'actions comme observer, décrire et reconnaître des relations entre les phénomènes (par exemple faire le lien entre la propagation rectiligne de la lumière et un objet opaque pour comprendre la formation d'une ombre).

Hollingsworth et Vandermaas-Peeler (2017) rappellent que les élèves sont biologiquement préparés pour s'investir dans une éducation scientifique à l'école maternelle et que cette

dernière peut et devrait faire partie des éléments nécessaires du programme scolaire de l'école maternelle. Les chercheurs soulignent que ces dernières années il y a une prédominance de plus en plus fréquente de l'idée que l'éducation scientifique est de grande importance dès un jeune âge. Cependant, du point de vue de la mise en œuvre d'une éducation scientifique dans les classes, il apparaît qu'elle n'est pas si pratiquée que cela par les enseignants (Tu, 2006 ; Greenfield et al., 2009).

Comme nous l'avons déjà mentionné, les enseignants n'ont pas de véritable formation en sciences ni en tant qu'étudiants au départ ni en tant que titulaires ensuite. Ainsi, nous nous penchons sur les éléments nécessaires aux enseignants afin qu'ils dispensent une éducation scientifique à l'école maternelle. Il est souvent observé que les activités proposées sont caractérisées par une perspective empirique en se centrant sur l'expérimentation ou par une perspective piagétienne en se centrant sur l'activité autonome des enfants afin qu'ils acquièrent des connaissances, élément souvent rencontré en France où les élèves de l'école maternelle travaillent en petits groupes- ateliers. Pourtant, Ravanis, Koliopoulos & Hadzigeorgiou (2004) soulignent l'importance de la prise en compte des autres personnes dans la classe et du contexte et critiquent les approches qui excluent ces éléments.

Tu (2006) souligne dans sa recherche que les activités proposées par les enseignants pour l'éducation scientifique des jeunes enfants ne sont pas souvent liées à des concepts scientifiques. De même, il mentionne que les enseignants d'école maternelle manquent souvent de situations et d'opportunités d'apprentissage scientifique. Barenthien et al. (2020) proposent que les enseignants acquièrent des connaissances liées aux concepts scientifiques rencontrés dans des situations de la vie quotidienne afin de renforcer leur capacité à repérer les opportunités d'apprentissage au quotidien. Les chercheurs soulignent qu'un autre élément, important pour les enseignants, se résume aux connaissances dont l'enseignant de maternelle doit disposer concernant la cognition des enfants. Plus particulièrement, ils expliquent que l'enseignant doit être capable d'identifier si les conceptions des élèves sont liées à une progression possible vers des concepts et des phénomènes de la vie quotidienne. Il en va de même qu'il est essentiel qu'ils comprennent l'importance et le rôle que les conceptions mentales des élèves jouent dans l'apprentissage des concepts scientifiques et qu'ils soient en mesure d'interpréter ces conceptions afin d'adapter leur enseignement aux élèves. Ainsi, les chercheurs mettent l'accent sur l'importance de cet apprentissage de la part des enseignants. Saçkes, Trundle et Bell (2013) soulignent dans leur recherche que les enseignants de maternelle devraient prioritairement améliorer leurs connaissances pédagogiques liées au contenu et leurs connaissances de contenu scientifique. De même, Piasta et al. (2014) ajoutent que les enseignants de maternelle qui fournissent une éducation scientifique aux enfants devraient recevoir une formation continue liée aux sciences ou aux mathématiques en matière de développement professionnel.

De son côté, Fleeer (2010) soutient l'idée qu'il est plus efficace en termes d'apprentissage que les élèves à l'âge préscolaire comprennent les concepts scientifiques à travers l'exploration. Pour ce faire, il est extrêmement important, selon la chercheuse, que l'enseignant soit capable de soutenir l'élève pendant ce processus en ayant lui-même d'abord compris le contenu à enseigner de telle manière qu'il soit possible pour lui de soutenir et de guider ses élèves vers une direction précise. Si l'enseignant n'arrive pas à suivre de cette manière ses élèves à ce moment donné d'exploration, il pourrait s'avérer difficile ensuite de développer la conscience de l'élève au concept scientifique en question. Idem, Johnston (2013) mentionne que quand les élèves sont occupés à des activités scientifiques émergentes, à l'instar de l'exploration d'un

phénomène scientifique, d'un côté les connaissances pédagogiques liées au contenu et de l'autre les compétences de l'enseignant jouent un rôle important dans la manière dont il accompagne l'élève à travers le processus d'apprentissage. Ces connaissances de l'enseignant définiront en grande partie la qualité des opportunités d'apprentissage en sciences préparées par les enseignants (Gropen et al., 2017).

De leur côté, Andersson et Gullberg (2014) suggèrent quelques éléments concernant l'éducation scientifique des enfants que les enseignants d'école maternelle peuvent mettre en œuvre dans le but d'améliorer leurs pratiques. Plus particulièrement, les chercheurs proposent d'abord l'utilisation des expériences précédentes des enfants et l'utilisation d'événements et de situations qui se produisent dans la classe comme base pour construire des activités en sciences. Ensuite, les chercheurs mettent l'accent sur le rôle des questions posées par les enseignants dans l'encouragement des élèves afin d'élaborer une recherche et de fournir leurs explications. Les chercheurs soulignent que l'essentiel pour un enseignant d'école maternelle n'est pas d'apporter des réponses correctes aux élèves concernant des questions en sciences. Ils attirent notre attention sur le fait qu'il n'y a pas que les connaissances d'une discipline qui sont nécessaires à la mise en œuvre d'une éducation scientifique dans la classe. Les chercheurs expliquent enfin que si les enseignants pratiquent lors des activités scientifiques les compétences proposées à partir de leur étude, ils pourront développer des connaissances pédagogiques liées au contenu, nécessaires à la mise en œuvre d'une éducation scientifique à l'école maternelle. Un élément également important est la flexibilité, la réactivité et la capacité des enseignants à adapter leur cours aux besoins des élèves, surtout pour les élèves qui sont en difficulté concernant la compréhension d'un concept ou d'un thème spécifique (Mostafa, 2019a).

## Chapitre 5. Questionnement Initial

Nous avons présenté la place de la France par rapport au score obtenu en sciences dans un certain nombre d'enquêtes internationales et les différents facteurs qui peuvent avoir un impact sur l'apprentissage des sciences au niveau social. Plus particulièrement, il a été question du phénomène de la désaffection pour les sciences et des conceptions autour de la place sociale et du genre en sciences. De plus, nous nous sommes penchés sur le contexte institutionnel de la recherche, d'un côté par rapport aux notions de curriculum, aux idées de l'enseignement et à l'initiation aux sciences pour les plus jeunes élèves et, de l'autre, par rapport aux connaissances des enseignants liées au contenu scientifique et à leur lien avec l'enseignement, l'apprentissage des sciences ainsi que les perceptions, émotions et convictions des enseignants par rapport à l'enseignement des sciences. Les connaissances liées au contenu en sciences et les connaissances pédagogiques liées au contenu des enseignants sont approchées dans notre recherche dans une dimension institutionnelle. Plus spécialement, il s'agit des connaissances acquises par les enseignants dans une institution et des connaissances nécessaires afin d'y enseigner.

De surcroît, nous avons présenté l'institution « école maternelle » dans le but de déterminer, d'un côté, la raison pour laquelle nous soutenons l'idée qu'une éducation scientifique est essentielle dès le plus jeune âge et de repérer, de l'autre, si les enseignants sont préparés à cette éducation en France. Plus particulièrement, nous avons présenté l'école maternelle française aujourd'hui et sa place dans les textes d'origine institutionnelle. Ensuite, nous avons présenté quelques courants de la recherche en didactique des sciences avec une visée informative concernant le rôle de l'enseignant et la place de l'apprentissage chez les jeunes élèves. Par la suite, nous avons souligné l'importance de l'éducation scientifique chez les enfants et nous avons tenté de repérer de quoi dépendent les connaissances des élèves d'un âge préscolaire. Une importance particulière est accordée à la formation des enseignants en France et à l'éducation scientifique dispensée par les enseignants à l'école maternelle.

Nous savons que dans la recherche en didactique des sciences et dans le domaine de l'éducation scientifique à l'âge préscolaire (Early Childhood Science Education) de grands pas ont été faits ces dernières années afin d'étudier quelles sont les conditions nécessaires de cette éducation scientifique des jeunes enfants et quels sont les facteurs qui jouent un rôle dans ce processus. De notre côté, nous nous interrogeons sur le lien entre la recherche et la pratique des enseignants. Les résultats de la recherche en didactique des sciences concernant l'éducation scientifique des jeunes enfants aident-ils à changer les pratiques des enseignants dans le but d'améliorer cette éducation scientifique ? Les résultats de la recherche en didactique des sciences concernant l'éducation scientifique des jeunes enfants sont-ils inclus dans la formation initiale et continue des enseignants dans le but d'améliorer leurs pratiques ?

Bécu-Robinault et Couture (2018) soulignent l'importance de la valorisation des résultats des recherches collaboratives et font référence aux chercheurs qui sont souvent critiqués en ce qui concerne leur rôle dans l'utilisation des résultats de leurs recherches afin d'améliorer l'enseignement. Il est également question du réinvestissement de ces résultats dans la pratique, sans se limiter seulement à leur considération par rapport aux critères de la recherche. Les chercheurs expliquent qu'il existe souvent un écart entre les résultats de la recherche et les pratiques d'enseignement. Elles soulignent que cela est parfois interprété comme un déficit de

formation tant pour l'intérêt de mobilisation de ces résultats pendant la conception des scénarios de classe, que pour la possibilité d'adapter effectivement les résultats en question par rapport aux pratiques d'enseignement existantes. Cependant, les chercheuses mettent l'accent sur le fait qu'il s'agit de deux communautés différentes, qui développent des pratiques différentes. Ainsi, les enseignants ne peuvent pas s'emparer directement des résultats issus de la recherche parce qu'ils ne sont pas formulés pour cela. Comme les chercheuses l'expliquent, pour pouvoir tendre vers cette direction, la co-construction de savoirs portant sur la pratique semble essentielle. Il est également mentionné que les résultats de la recherche ne sont pas forcément applicables auprès de praticiens, même quand ils sont acceptés par la communauté scientifique. Il semble alors qu'il serait raisonnable, quand l'efficacité d'un concept est repérée par des résultats de la recherche en éducation et que l'application dans le processus éducatif est proposée par la communauté de chercheurs, d'étudier ensuite la possibilité de son utilisation par les acteurs de terrain, car cela ne pourrait pas avoir lieu directement de la recherche à la pratique. Nous nous dirigeons vers cette approche car nous voudrions élaborer le lien entre, d'un côté, un concept issu de la didactique des sciences déjà testé à maintes reprises, et de l'autre, l'éducation scientifique à l'école maternelle à l'aide de l'utilisation de ce concept par les enseignants.

Notre travail touche l'intérêt pour le développement professionnel des enseignants. Selon Fullan et Hargreaves (1992), le développement professionnel des enseignants ne concerne pas seulement l'acquisition de connaissances et de compétences pour de nouvelles thématiques mais il concerne également l'idée de compléter les connaissances acquises dans le passé et le développement de la coopération entre enseignants. Ce développement professionnel et la formation continue des enseignants sont importants pour le progrès personnel et professionnel des enseignants ainsi que pour la modernisation du système éducatif. Schleicher (2020) mentionne que la contribution des professionnels à la valorisation des connaissances et de l'apprentissage, qui forme la base de leur pratique, est une caractéristique centrale du métier. Schleicher présente l'exemple de la Finlande et de la Chine. Il explique qu'en Finlande, les enseignants sont encouragés à participer à la recherche en ce qui concerne le domaine de l'efficacité des pratiques enseignantes. L'exemple de la Chine est également impressionnant, car les enseignants sont aussi encouragés à participer à la recherche et l'amélioration du système éducatif dépend de la recherche conduite par les enseignants. La participation des enseignants chinois à la recherche est importante et les écoles reçoivent souvent des financements afin de mettre en œuvre de nouveaux programmes. Une fois que ces derniers sont réalisés au niveau de l'école, les enseignants sont encouragés à les tester dans d'autres écoles. Il est intéressant de voir la manière dont leur travail est valorisé et comment ils sont encouragés au développement professionnel à tel point que les enseignants les plus expérimentés sont engagés en tant que co-chercheurs pour évaluer l'efficacité des nouvelles pratiques.

Pour notre part, nous nous intéressons au développement professionnel des enseignants de maternelle en France et sur leur volonté de faire partie d'un projet de recherche visant l'acquisition de nouvelles connaissances et de nouvelles compétences à travers la co-construction de savoirs sur la pratique. Les enseignants de maternelle peuvent-ils s'approprier une proposition didactique issue de la recherche dans un cadre proposé par un chercheur et à l'aide de moyens fournis afin de réfléchir sur leur pratique ? Quel est le rapport au savoir des enseignants de maternelle pendant la conception et la mise en œuvre d'un scénario de classe ? Quel est le rôle et la place des différentes institutions pendant ce processus ?

## **Partie II : CADRE THEORIQUE ET OBJECTIFS DE NOTRE RECHERCHE**

---

Après avoir construit notre problématique dans la première partie, par rapport aux différents éléments présentés en lien avec le travail de l'enseignant, l'éducation scientifique et l'école maternelle, et ainsi avoir montré l'enjeu de notre travail de recherche doctorale, cette deuxième partie permet de définir et de caractériser la trame conceptuelle sur laquelle repose notre thèse. En lien avec notre questionnement initial, nous présentons trois construits : a) les éléments de la Théorie Anthropologique du Didactique que nous adoptons pour suivre le travail de l'enseignant en tant qu'une activité humaine, b) les éléments de fondement de notre cadre issu de la didactique des sciences c) la présentation d'un concept en particulier que nous utilisons dans l'étude du lien entre le monde de la recherche et le monde de la pratique.

Dans le premier chapitre consacré à la Théorie Anthropologique du Didactique, nous exposons dans un premier temps, les différents concepts qui sont utiles pour notre travail de recherche en faisant référence de manière plus détaillée au concept de praxéologie. Dans un second temps, nous abordons l'utilisation de la Théorie Anthropologique du Didactique dans différents champs de recherche afin de souligner la singularité de cette thèse qui se focalise sur l'école maternelle. Dans le deuxième chapitre, nous présentons d'abord les notions de modèle et celle de représentation mentale et enfin, de manière non exhaustive, nous évoquons les recherches menées autour du concept de lumière et du phénomène de la formation d'une ombre. Le troisième chapitre, qui porte sur le concept de modèle précurseur, évoque la genèse du concept et son intérêt dans la recherche en didactique des sciences. Ce concept nous amène à présenter une série de recherche où il a été utilisé et, pour finir, sur le modèle précurseur pour les élèves de cinq à six ans en ce qui concerne la construction du concept de la lumière et du phénomène de la formation d'ombres.

Dans la dernière partie de ce chapitre, nous traitons l'articulation de ces trois chapitres sur laquelle repose la suite de notre recherche, avant de terminer par la formulation de nos objectifs de recherche.

# Chapitre 1. La Théorie Anthropologique du Didactique

Dans cette partie, nous présentons le cadre théorique et des concepts que nous utilisons dans notre travail de recherche. Plus précisément, nous nous appuyons sur la Théorie Anthropologique du Didactique (Chevallard, 1997, 1998, 1999, 2017) qui a émergé en didactique des mathématiques comme une conséquence du développement de la théorie de la Transposition Didactique (Chevallard, 1985, 1992). Elle offre les outils nécessaires pour mener des analyses de pratiques dans les institutions (au sens de Douglas, 1986) pour les décrire mais également en comprendre l'origine. En particulier, le modèle praxéologique (Bosch & Chevallard, 1999) permet de décrire l'organisation du savoir au sein d'une classe ainsi que les différentes activités des élèves et de leur enseignant. Utilisée d'abord en didactique des mathématiques (par ex., Bosch & Gascón, 2005 ; Chevallard, 1997, 1998), cette modélisation se retrouve dans des recherches en didactique de la chimie (Girault et Chaachoua, 2013), en didactique de la Biologie (par ex., Bonnat, 2017 ; Brun-Ramousse, 2020) et en didactique de la physique. Ainsi Morge (2003) évoque le cadre praxéologique pour étudier les connaissances professionnelles locales d'enseignants de collège au cours de l'enseignement du modèle particulaire. De son côté, Ayigbédé (2016) analyse les organisations praxéologiques à l'œuvre dans un enseignement de l'électromagnétisme en classe de terminale scientifique au Bénin. Pour leur part, Pélissier et Venturini (2016) s'attachent à décrire et comprendre les pratiques de deux enseignants expérimentés qui souhaitent enseigner des savoirs épistémologiques à leurs élèves de lycée. Ils montrent que les *praxéologies didactiques de la physique* développées par les deux enseignants sont de nature différente. Ils interprètent ces différences en termes d'assujettissements distincts à des institutions différentes. Mais, à notre connaissance, aucune étude de ce type ne porte sur l'école maternelle. Par la suite, nous présenterons les principaux concepts de la Théorie Anthropologique du Didactique que nous utilisons dans notre recherche ainsi que l'intérêt de ce cadre théorique pour notre thèse.

## 1.1 Les concepts de la Théorie Anthropologique du Didactique importants pour notre recherche

Selon Chevallard (1997, 1999), la Théorie Anthropologique du Didactique (TAD) étudie l'homme en rapport avec l'enseignement ou l'apprentissage de savoirs. Dans la TAD, les activités de l'enseignant peuvent être déclinées et analysées, ainsi que toute activité humaine, en différents « types de tâches T ». Ces « types de tâche T » sont accomplis par l'enseignant, ou par un sujet dans le cas d'une activité humaine, au moyen d'un certain savoir-faire, appelé « technique  $\tau$  ».

Dans la Théorie Anthropologique du Didactique une notion fondamentale est celle d'objet. Plus particulièrement, Chevallard (2003, p. 1) définit en tant qu'objet « toute entité, matérielle ou immatérielle, *qui existe pour au moins un individu*. Tout est donc objet, y compris les personnes. ». Les interactions qu'un individu peut avoir avec un objet forment le rapport personnel de l'individu avec l'objet. Chevallard ajoute que le couple formé par un individu et le rapport personnel qu'il a à un objet désigne la personne. Cela signifie que la notion de la personne peut changer et évoluer dans le temps vu que le rapport personnel d'un individu à un



objet peut changer et que d'autres objets peuvent exister pour l'individu. Le rapport personnel d'un individu à un objet change ou se crée, dans le cas où il n'existait pas encore, quand l'individu rencontre cet objet dans une certaine institution où l'individu occupe une certaine position (Chevallard, 1992).

### 1.1.1 L'institution

Selon Chevallard (2003), l'institution est une notion fondamentale afin d'expliquer la formation et l'évolution de l'univers cognitif d'un individu. Chevallard utilise la notion d'institution au sens de Douglas<sup>5</sup> (1986), et il souligne que nous ne pouvons pas tirer une conclusion générale concernant les connaissances d'un individu, autrement dit nous ne pouvons pas dire qu'un individu connaît ou ne connaît pas. Cependant, nous pouvons faire cette caractérisation dans le cadre d'une institution particulière : « La relativité institutionnelle de la connaissance est marquée à la fois par l'existence d'une diversité pratiquement illimitée de façons de « connaître » un objet *o* et par l'inexistence d'un « bon rapport » *universel*, reconnu tel en *toute* institution » (*ibid.*, p.4). Chevallard explique que

une institution *I* est un dispositif social « total », qui peut certes n'avoir qu'une extension très réduite dans l'espace social (il existe des « micro-institutions »), mais qui permet – et impose – à ses *sujets*, c'est-à-dire aux personnes *x* qui viennent y occuper les différentes *positions p* offertes dans *I*, la mise en jeu de *manières de faire et de penser propres* (*ibid.*, p. 2).

Ainsi, sont considérées comme des institutions des notions liées à l'éducation à l'instar d'un groupe d'enseignants qui travaillent sur un projet, la classe, l'établissement, le système éducatif. Elles peuvent également être liées à la vie personnelle de l'individu, comme un groupe d'amis, la famille, un groupe lié à un loisir. Chevallard souligne que « Dès sa naissance, tout individu est *assujetti à* – c'est-à-dire à la fois *soumis à* et *soutenu par* – de multiples institutions, telle *sa famille*, dont il devient le *sujet*. » (*ibid.*, p. 2). De plus, Chevallard (1992) souligne le rapport entre l'objet, le sujet et l'institution. Ce rapport n'est pas homogène au sein d'une institution mais dépend de la position du sujet dans l'institution. Par exemple, la position de l'élève ne sera pas la même que la position de l'enseignant et le rapport à l'institution école non plus. Chevallard (2003, p. 2) définit le rapport institutionnel de la façon suivante : « Étant donné un objet *o*, une institution *I*, et une position *p* dans *I*, on appelle *rapport institutionnel* à *o* en position *p*, et on note *RI(p, o)*, le rapport à l'objet *o* qui devrait être, idéalement, celui des sujets de *I* en position *p*. ». Donc pour pouvoir caractériser si cet individu est un « bon » sujet de l'institution, on étudiera la conformité du rapport institutionnel attendu d'un sujet, qui occupe une certaine position dans cette institution, au rapport personnel de l'individu vis-à-vis de l'objet (Chevallard, 2003). En même temps, Chevallard (1992, p. 91) clarifie le rapport institutionnel qui « *n'est le rapport personnel d'aucune personne* ». Par exemple, le rapport à l'objet « ombre » n'est pas le même pour les élèves, pour l'enseignant et ce qui pourrait constituer le rapport institutionnel, celui des programmes officiels pour l'école maternelle ou

---

<sup>5</sup> Le travail de Douglas se focalise sur la relation entre l'individu et les institutions dans un sens social, sur la manière dont l'institution influence la cognition qui de son côté forme des liens sociaux qui façonnent ensuite des institutions.

un autre niveau. En effet, chaque élève dispose probablement d'un rapport différent à cet objet, d'où l'intérêt pour l'enseignant d'être en mesure de repérer ce rapport et de contribuer à amener tous les élèves vers la même direction en ce qui concerne l'apprentissage de la notion en question.

#### *1.1.1.1 Rapport privé et rapport public d'un individu à un objet*

Comme nous l'avons déjà mentionné, un individu qui est sujet d'une institution dans une certaine position, peut avoir un rapport personnel à un objet qui diffère du rapport institutionnel. En effet, Chevallard (1992) explique que le rapport personnel d'un individu contient le rapport public et le rapport privé de cet individu à un objet. Pour cet auteur, le rapport public est constitué par ce que l'individu présente et laisse observer par l'institution. De cette manière, on étudiera la conformité de cet individu que nous avons mentionné auparavant afin de caractériser si un individu est un « bon » sujet de l'institution. En ce qui concerne le rapport privé d'un individu à un objet, il s'agit pour Chevallard de ce qui est invisible à l'institution et qui peut être formé par l'assujettissement de l'individu dans d'autres institutions. La dénégation de cette séparation entre le rapport public et le rapport privé, selon Chevallard (1992), peut créer l'illusion d'un pur sujet d'une institution mais qui n'est toutefois pas réaliste.

### 1.1.2 Les éléments constituant le concept de praxéologie

#### *1.1.2.1 Deux postulats de la Théorie Anthropologique du Didactique*

Un premier postulat de la TAD est que toute activité humaine peut être décomposée en une succession de tâches d'un certain type ou de genres de tâches. Selon Chevallard (1997), « toute pratique se laisse analyser, de différents points de vue, et de différentes façons, en un système de tâches, c'est-à-dire d'activités relativement bien circonscrites, qui se découpent dans le flux de la pratique » (p. 3). Chevallard (1998) explique que pour représenter un type de tâches, on doit toujours trouver un verbe d'action accompagné d'un type d'objet qui complète la description de l'action. Ainsi dessiner *un triangle équilatéral* est un type de tâches T, marcher jusqu'à *la pharmacie la plus proche* en est un autre... En revanche, dessiner tel triangle équilatéral ou marcher jusqu'à telle pharmacie sont des *tâches t et t' particulières* » (Chevallard, 2017, p. 33). Chevallard (1999) souligne qu'une tâche et un type de tâches se caractérisent par une certaine précision, sinon on parlera plutôt de genre de tâches. Plus précisément, « dessiner une ombre » est un type de tâche, « dessiner l'ombre de l'arbre de la cour » est une tâche mais « dessiner » tout court, manquant de précision, ne pourra pas être un type de tâches ni une tâche mais un genre de tâche.

Enfin, tâches, types de tâches, genres de tâches *ne sont pas* des données de la nature : ce sont des « artefacts », des « œuvres », *des construits institutionnels*, dont la reconstruction en telle institution, et par exemple *en telle classe*, est un problème à part entière, *qui est l'objet même de la didactique.* (*ibid.*, p. 224).

Chevallard (1997) distingue deux types afin de caractériser la facilité avec laquelle un individu mène un type de tâche. Il explique que pour un individu donné, un type de tâches peut apparaître comme « routinier » ou comme « problématique ». Plus particulièrement, une tâche de type T peut paraître à un individu comme routinière s'il a l'habitude de l'effectuer et celle-

là « ne lui pose pas de problème » comme ce chercheur l'indique. Au contraire, une tâche de type T peut paraître à un individu comme problématique quand elle peut comporter un certain nombre de difficultés à son accomplissement. A titre d'exemple, pour un enseignant « faire l'appel » peut paraître un type de tâche routinier mais préparer une séquence pour un sujet x peut paraître problématique surtout quand l'enseignant travaille sur ce sujet pour la première fois.

Un deuxième postulat de la TAD est que l'accomplissement de tâches  $t$  d'un type donné  $T$  suppose la mise en œuvre d'une certaine *technique*  $\tau$  qui doit être construite et ne constitue pas une donnée « naturelle ». Le nom *technique* qui est donné par Chevallard pour caractériser la manière d'accomplir et de réaliser les tâches, vient du grec *tekhnê* qui signifie le savoir-faire. Le chercheur souligne qu'une praxéologie relative au type de tâches  $T$  contient donc, en principe, une technique  $\tau$  relative à  $T$ .

### 1.1.2.2 Praxéologie : bloc pratico-technique

L'assemblage d'un type de tâche et d'une technique forme un bloc praxique, qu'on note  $[T/\tau]$  et qu'on appelle bloc *pratico-technique*, qui « correspond à peu près à ce que, dans la langue courante, on nomme un *savoir-faire* » (Chevallard, 2017, p. 34). Chevallard (1999) explique la place d'une technique dans une institution donnée : il existe généralement une seule technique pour chaque type de tâches ou un petit nombre de techniques qu'une institution reconnaît pour la mise en œuvre de ce type de tâches. Par exemple, les enseignants en maternelle vont souvent effectuer des rituels d'accueil des élèves dans la classe qui se répètent tous les jours et on peut trouver des similitudes entre les rituels de plusieurs enseignants. Le chercheur souligne qu'il peut exister d'autres techniques qu'il nomme « techniques alternatives possibles » qui ne sont pas reconnues par l'institution précise mais qui peuvent exister dans d'autres institutions. Cet élément a un effet sur les acteurs des institutions qui vont considérer une technique comme « naturelle » si elle est reconnue par leur institution mais en même temps ils ignoreront les « techniques alternatives possibles », qu'ils vont considérer en tant qu'artificielles et possiblement inacceptables selon Chevallard, qui note qu'« on observe assez fréquemment, chez les sujets de  $I$ , de véritables *passions institutionnelles* pour les techniques naturalisées dans l'institution. » (*ibid.*, p. 225).

Comme nous l'avons expliqué ci-dessus, Chevallard propose un clivage entre les types de tâches : le type de tâche « routinier » et le type « problématique ». Il explique comment un type de tâches qui est problématique arrive à devenir une « routine ». C'est autour de ces nouveaux types de tâches, qui sont alors des « types de problèmes », que des nouvelles praxéologies devront se constituer (Chevallard, 1999). Il explique qu'il y a d'abord une « phase de *routinisation* » et ensuite une « étape de *naturalisation* » où les tâches et les techniques deviennent « naturelles » et l'individu cesse de les considérer comme des tâches. Le chercheur souligne qu'ainsi un professeur stagiaire, par exemple, rencontrera probablement des difficultés sur le terrain avec un certain nombre de tâches si elles ne sont pas anticipées par ses professeurs-formateurs quand elles sont « naturalisées » pour eux et finalement devenues « transparentes ».

Semblablement, un professeur habitué à certains publics d'élèves pourra manquer de voir que certaines tâches, naguère encore routinisées pour les élèves, sont devenues, avec le temps, non routinières, et parfois même lourdement problématiques pour les nouveaux élèves qui lui arrivent. » (Chevallard, 1997, p. 225).

Chevallard parle donc de « *mise en transparence* » et d'*oubli* des tâches et des techniques (*ibid.*). Cet élément pourrait soutenir l'idée que quand un enseignant de maternelle par exemple, n'enseigne pas souvent des sciences à ses élèves, ces derniers peuvent être en difficulté car le genre de tâches proposées ne sont pas « naturalisées » par eux et n'ont pas fait l'objet d'une « phase de routinisation ».

### 1.1.2.3 Praxéologie : bloc technologico-théorique

Une praxéologie est constituée d'un second bloc, « technologico-théorique » qu'on note  $[\theta/\Theta]$ , le bloc du *logos* ou du discours raisonné, souvent identifié comme un savoir. Celui-ci comporte d'abord une *technologie*  $\theta$ , c'est-à-dire un discours « ayant pour objet premier de *justifier* « rationnellement » la technique  $\tau$ , en nous assurant qu'elle permet bien d'accomplir les tâches du type *T*, c'est-à-dire de réaliser ce qui est prétendu » (Chevallard, 1998, p. 3). Selon Chevallard (1999),

[...] une deuxième fonction de la technologie est d'*expliquer*, de *rendre intelligible*, d'*éclairer* la technique. [...] cette deuxième fonction consiste à exposer *pourquoi* il en est bien ainsi [...] Enfin, une dernière fonction correspond à un emploi plus actuel du terme de technologie : la *production* de techniques. (pp. 226-227).

Castela (2008) souligne que la technologie d'une technique est « le savoir orienté vers la production d'une pratique efficace, qui a pour fonctions de *justifier* et *légitimer* la technique mais aussi d'en *outiller* et d'en *faciliter* la mise en œuvre » (p. 143).

Cette technologie est justifiée par le dernier élément du bloc du *logos*, la théorie  $\Theta$ . Castela (2008) souligne que la technologie  $\theta$  englobe certains éléments de savoirs qui, selon les domaines de recherche, sont qualifiés d'opératoires, pragmatiques et pratiques. Ensuite, elle souligne qu'il s'agit d'une œuvre collective formée dans l'expérience, « cette *composante pratique* de la technologie exprime et capitalise la science de la communauté des praticiens confrontés dans les mêmes conditions matérielles et institutionnelles aux tâches du type *T*, elle en favorise la diffusion au sein du groupe. Il s'agit donc d'un *folklore* (...) Par définition, ce folklore est très marqué par son origine, c'est-à-dire non seulement par l'institution *I* dans laquelle la praxéologie considérée est construite mais aussi par la communauté des sujets de *I* qui, en tant que tels, sont confrontés aux tâches de type *T*. Pour un type de tâches et une technique donnée peuvent exister plusieurs praxéologies non strictement identiques, construites par des communautés de pratique différentes, en général au sein d'institutions différentes. » (pp. 143-144). Par exemple, pour un type de tâches habituel en maternelle, peuvent exister plusieurs praxéologies construites dans différentes institutions. Plus particulièrement, pour le type de tâches « trier des images », l'institution « recherche en Sciences de l'éducation », l'institution « classe de Grande Section », « classe de Moyenne Section », « classe de Petite Section » et l'institution « Ministère de l'éducation nationale » à travers des programmes officiels, peuvent proposer différentes praxéologies.

Soulignons que pour Chevallard (2017, p. 34) :

la question de la technologie comporte un aspect paradoxal : d'une part, la composante technologique est souvent quasi inexistante, évanescence ; d'autre part, lorsqu'elle apparaît ainsi manquante ou inaudible, il y a le plus souvent *génération* « spontanée » d'un succédané personnel ou institutionnel de technologie, « bricolé » sous l'influence d'une théorie également « spontanée » et « bricolée », qui permet aux instances

humaines de « donner du sens » à ce qu'elles font, c'est-à-dire à la mise en œuvre de la technique  $\tau$ . La technologie  $\theta$  a en effet pour fonction de *justifier* la technique  $\tau$ , de la rendre *intelligible* et, dans certains cas même, de permettre de *produire* cette technique – qui naît alors de ce qui deviendra bientôt sa technologie.

Selon Chevallard (1999), « En grec, *theôria* a pris à partir de Platon le sens moderne de “spéculation abstraite”. Mais à l'origine, il renvoyait simplement à l'idée de contemplation d'un spectacle – le *theôros* étant le spectateur qui regardait l'action sans y participer. » (p. 228). En ce qui concerne la composante théorique, il s'agit d'un travail sur le savoir et plus particulièrement ce travail vise à organiser et par la suite à développer des champs de savoirs « suivant une dynamique interne » (Castela, 2008). Par exemple, les types de tâche concernant un théâtre d'ombres et la création d'ombres dans la cour de l'école reposent sur une théorie basée sur l'optique géométrique. « Il est bon de considérer que, quelque incomplète qu'elle paraisse, toute praxéologie engagée dans une action humaine comporte bien ces quatre composantes, et que celles-ci sont actives ou peuvent, dans certaines circonstances, le devenir » (Chevallard, 2017, p. 37).

Selon ces quatre composantes une praxéologie sera alors notée  $[T/\tau/\theta/\Theta]$  :

Autour d'un type de tâches  $T$ , on trouve ainsi, en principe, un triplet formé d'une *technique* (au moins),  $\tau$ , d'une technologie de  $\tau$ ,  $\theta$ , et d'une théorie de  $\theta$ ,  $\Theta$ . Le tout, noté  $[T / \tau / \theta / \Theta]$ , constitue une praxéologie *ponctuelle*, ce dernier qualificatif signifiant qu'il s'agit d'une praxéologie relative à un unique type de tâches,  $T$ . (Chevallard, 1999, p. 228)

#### 1.1.2.4 Différents types de Praxéologie

Une *praxéologie disciplinaire* permet de rendre compte de l'organisation d'un objet de savoir particulier au sein d'une classe. A celle-ci, on peut associer une *praxéologie didactique*, qui décrit ce que fait l'enseignant pour amener ses élèves à étudier cet objet de savoir. Chevallard (1996) précise qu'il existe des praxéologies ponctuelles qui concernent un type de tâches précis, des praxéologies locales quand elles se regroupent autour d'une même technologie et enfin des praxéologies régionales quand elles concernent une même théorie. Selon Chevallard (1999), l'organisation globale praxéologique obtenue, dans une institution donnée, consiste en plusieurs organisations régionales qui correspondent à plusieurs théories. Dans la figure 2, nous proposons une schématisation d'une organisation globale, régionale et ponctuelle dans une institution donnée et les relations entre les différentes organisations.

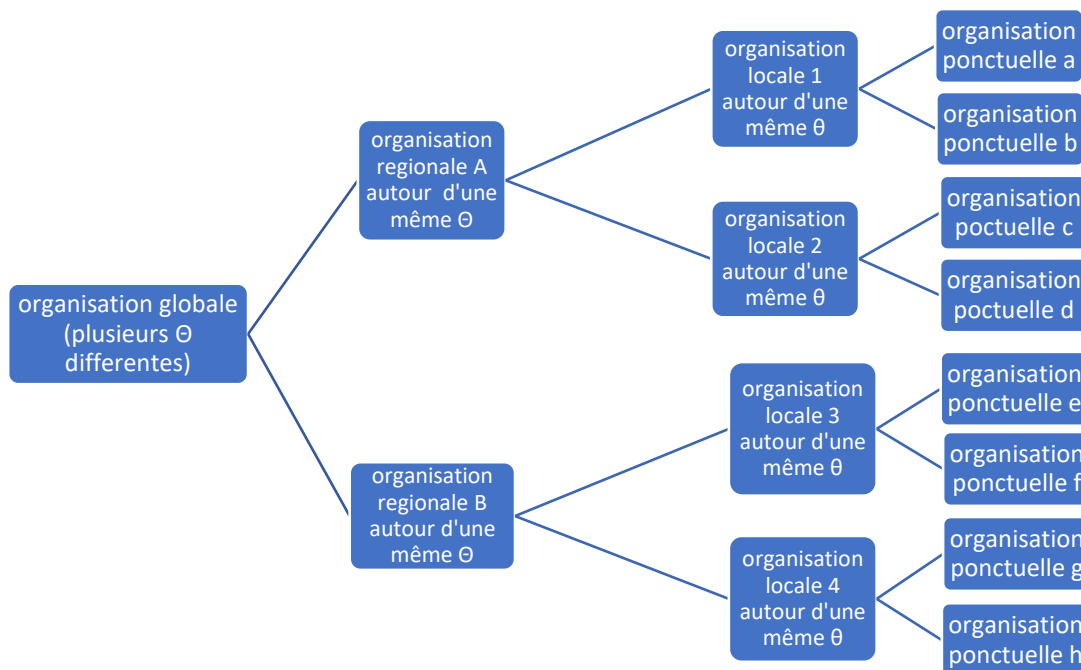


Figure 2-Organisation globale, régionale, locale et ponctuelle dans une institution donnée.

Par exemple, dans une institution donnée comme celle de l'école maternelle et pour le niveau de Grande Section, l'organisation globale pourrait concerner toutes les notions incluses dans l'éducation scientifique des élèves au cours d'une année scolaire. Cette organisation globale concernera alors plusieurs organisations régionales correspondant à plusieurs théories  $\Theta$ . Dans notre exemple, parmi les différentes organisations régionales, une concernera la théorie  $\Theta$  « optique géométrique ». Cette organisation régionale inclut plusieurs organisations locales qui s'appuient donc sur la même théorie. De son côté, chaque organisation locale regroupe plusieurs organisations ponctuelles ayant la même technologie  $\theta$ . Plus précisément, parmi une série d'organisations ponctuelles possibles, formant une organisation locale autour de la technologie  $\theta$  qui repose sur « le principe de propagation rectiligne de la lumière dans un milieu homogène et transparent », nous présentons l'organisation ponctuelle qui concerne le type de tâche « expliquer la direction d'un rayon lumineux en relation avec une source lumineuse » avec la technique  $\tau$  « observer un faisceau lumineux qui rentre dans la classe par la fenêtre et le dessiner ».

Nous présentons, à titre d'exemple, un schéma (figure 3) proposé par Chaachoua et al. (2021) tiré de la didactique des mathématiques. Ce schéma englobe la praxéologie mathématique globale, la praxéologie mathématique régionale, la praxéologie mathématique locale et la praxéologie mathématique ponctuelle. Les chercheurs expliquent :

Les praxéologies ponctuelles vivent rarement isolées les unes des autres dans une institution : d'abord elles se regroupent en organisations locales,  $[T_{ij} / \tau_{ij} / \theta_j / \Theta]$  centrées sur une technologie  $\theta_j$  déterminée ; ensuite en organisations régionales,  $[T_{ijk} / \tau_{ijk} / \theta_{jk} / \Theta_k]$ , formées autour d'une théorie  $\Theta_k$  (p. 253)

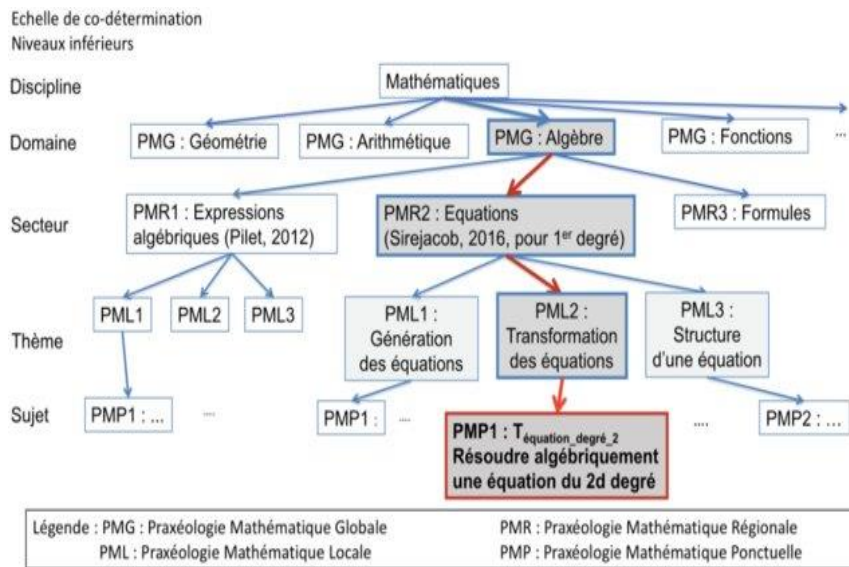


Figure 3- Représentation partielle d'un Modèle Praxéologique de Référence de l'algèbre élémentaire (Chaachoua et al., 2021, p.255)

Chevallard (2002b, p. 11) explique que la description d'une organisation didactique amène à nous poser une double question : « *quelles fonctions* didactiques assure-t-elle (point de vue fonctionnel), et *comment* (point de vue structurel) ? ». Il souligne que dans le cas d'une tâche que les élèves doivent effectuer au sein d'une classe, cette tâche relève d'un genre de tâches qui est *culturellement connu des élèves*. Cette tâche en particulier peut « cacher » une tâche d'un certain type T qui soit problématique pour les élèves. Quand on demande aux élèves de résoudre le problème posé par la tâche *t*, on souhaite qu'ils construisent une technique et une technologie qui permettent de résoudre ce type de tâches, autrement dit un bloc  $[\tau/\theta]$ . On disposera alors souvent dans ce cas d'une tâche *motivante* et d'une tâche *motivée*. Chevallard (*ibid.*) note que ce travail que les élèves doivent accomplir, avec l'aide du professeur, peut être considéré comme consistant à élaborer un modèle qui sera *en partie déterminé par la tâche t* à accomplir.

Enfin, Chevallard (*ibid.*) met l'accent sur le *topos*, sur le lieu, que l'élève occupera dans la classe. Le *topos* qui est prévu pour l'élève n'exige pas de lui

des gestes d'étude trop éloignés de ceux qui lui sont culturellement et techniquement familiers : pour signifier cette solidarité du passé didactique de la classe avec ce qui peut *hic et nunc* advenir, on dira que le *topos* dessiné pour l'élève doit se situer dans une *zone d'étude proche* des activités didactiques antérieures de la classe (p. 15).

### 1.1.3 La praxéologie de référence

En didactique des mathématiques, Bosch & Gascon (2004, p. 117) introduisent le modèle praxéologique de référence (MPR). Les chercheurs décrivent la praxéologie à enseigner (“Organisation Mathématique” pour les mathématiques) comme étant :

...un modèle praxéologique du curriculum de mathématiques. La base empirique pour élaborer ce modèle se trouve dans les documents curriculaires (programmes officiels) et dans les manuels. Son influence sur (l’OM enseigné et l’OM apprise) est centrale bien que ni le professeur ni l’institution scolaire ne disposent explicitement de ce modèle mais uniquement de matériaux praxéologiques plus ou moins articulés entre eux.

Mais cette influence ne peut être adéquatement interprétée si nous ne disposons pas d’un point de vue épistémologique. Ce point de vue est fourni par une OM de référence dont la description se fait généralement à partir des OM savantes légitimant le processus d’enseignement. L’OM de référence est celle que considère le chercheur pour son analyse. Elle ne coïncide pas nécessairement avec les OM savantes d’où elle provient (parce qu’elle les inclut dans l’analyse), mais elle se formule dans des termes très proches. L’OM de référence est celle que le chercheur met à l’épreuve de la contingence et qui subit pour cela de permanents remaniement. (Bosch & Gascon, 2004, p. 117).

Chaachoua et al. (2013) considèrent que l’élaboration d’un MPR se compose d’un certain nombre d’étapes. Ils proposent d’identifier d’abord une OM à enseigner à partir des programmes et des manuels. Ensuite, ils soulignent que le modèle peut être complété par une approche épistémologique, cognitive et didactique, qui amène à la description du MPR et à sa reconstruction. Enfin, ils mettent l’accent sur la confrontation du MPR construit à des données empiriques afin de poursuivre sa validation. Chaachoua (2010) souligne que, quand il s’agit de construire un MPR d’une recherche centrée sur le rapport institutionnel à un objet, le chercheur peut procéder à un autre repérage de l’organisation mathématique que celui de l’institution qu’on peut repérer dans les manuels ou dans les programmes, voire même le compléter, pour des raisons liées à sa problématique. Ce chercheur considère d’ailleurs qu’une technique  $\tau$  est décrite par un ensemble de types de tâches T et que chacun de ces types de tâche T peut être caractérisé par sa propre organisation praxéologique. Ainsi, Chaachoua propose une démarche où après la détermination des types de tâches T, il faut déterminer les sous-types de tâches associés aux types de tâches T. Castela (2008) considère également que la technique peut être composée d’un certain nombre de types de tâches. La chercheuse explique qu’une organisation mathématique ponctuelle réunit les tâches pouvant être accomplies par une seule technique. Cette dernière peut être justifiée par une technologie qui peut être légitimée par une certaine théorie. La chercheuse souligne que pour un même type de tâches on peut souvent proposer différentes techniques et ainsi à certains types de tâches on peut associer plusieurs organisations mathématiques ponctuelles, formant une organisation mathématique complexe.

Bonnat (2017) élabore dans sa thèse, dans le domaine de la didactique de la biologie, une praxéologie de référence qu’elle utilise dans son travail pour décrire l’activité de conception d’un protocole d’expérimentation de mise en évidence d’un métabolisme et plus particulièrement celui de la fermentation alcoolique. La praxéologie de référence de son travail ne prend pas seulement en compte la dimension épistémologique mais également la dimension didactique et la dimension cognitive. Comme la chercheuse l’explique, il s’agit d’une



réinterprétation de la transposition didactique car elle passe de la praxéologie savante à la praxéologie à enseigner puis à la praxéologie enseignée et enfin du côté des élèves à la praxéologie apprise. Elle souligne que la praxéologie de référence est générique et évolutive, autrement dit qu'elle évolue en fonction de l'évolution des programmes et qu'elle peut être enrichie ou adaptée selon l'évolution en question. Ainsi, la praxéologie de référence peut être considérée comme une réinterprétation (Bonnat, 2017) de la transposition didactique (Chevallard, 1985). Nous développons plus particulièrement notre praxéologie de référence dans le chapitre 1 de la partie III, en détaillant la méthodologie utilisée pour son élaboration.

#### 1.1.4 La praxéologie didactique

Chevallard (1999) explique que l'adjectif *didactique* vient du grec « didaktikos » (διδασκτικός), qui signifie en grec « propre à instruire », « relatif à l'enseignement ». En français courant, cet adjectif caractérise « ce qui vise à instruire ». Le chercheur souligne que « L'idée du didactique, l'idée d'étude, c'est-à-dire, fondamentalement, l'idée de faire quelque chose afin d'apprendre quelque chose (« savoir ») ou d'apprendre à *faire* quelque chose (« savoir-faire »), apparaît en fait consubstantielle aux sociétés humaines. » (p. 240). Concrètement, l'idée de praxéologie didactique dans le travail de Chevallard est liée à la notion d'étude et de « savoir-faire ». Selon Chevallard (*ibid.*) « par organisation didactique, on entendra donc *a priori* l'ensemble des types de tâches, des techniques, des technologies, etc., appelés par l'étude concrète en une institution concrète. » (p. 246). Le chercheur explique que les praxéologies didactiques ou *organisations didactiques* peuvent être des réponses aux questions sur le « comment » étudier une question ou une œuvre. Ensuite, il met l'accent sur les gestes des enseignants : « Cela précisé, la question se pose de savoir quels types de tâches relèvent d'une praxéologie *didactique* ; ou, pour le dire autrement, quels « gestes » peuvent être regardés comme *didactiques*. » (p. 245). Plus particulièrement, dans notre cas, pour apporter une réponse à la question « comment accomplir une tâche permettant de mettre en place (ou d'enseigner), dans notre cas dans une classe d'école maternelle, une certaine organisation de savoir en physique ? » il est nécessaire de construire une praxéologie didactique. Le chercheur explique que le problème praxéologique d'un professeur de mathématiques, par exemple, est de construire une certaine praxéologie en apportant une réponse à la question « comment accomplir une tâche *t* du type *T* ? » (Chevallard, 2002b).

### 1.2 L'utilisation du cadre de la TAD dans différents champs de recherche

Nous présentons de manière synoptique une série de recherches où les chercheurs font usage de la Théorie Anthropologique du Didactique et du modèle praxéologique dans différents champs de recherche. Nous avons élaboré cette recherche documentaire d'un côté, en utilisant des bases de données universitaires et des mots-clés relatifs à notre recherche, et de l'autre en utilisant le matériel et les échanges effectués lors de notre participation à un séminaire de notre laboratoire (CREAD) portant sur les praxéologies. Notre objectif est de montrer que ce cadre théorique a été utilisé dans des recherches de différents champs mais souvent axées sur le

collège et le lycée et s'intéressant aux enseignants et aux manuels scolaires de ces niveaux. La particularité de notre travail, par rapport à cet axe, se résume dans le fait que nous nous penchons sur l'école maternelle et plus précisément sur les enseignants en charge d'une classe de grande section.

Ainsi, dans la recherche de Morge (2003), sont repérés les savoirs et savoir-faire locaux dans une séance sur le modèle particulière menée par des enseignants de collège et de lycée. Le chercheur souligne l'existence de connaissances professionnelles locales spécifiques à une séance donnée qui est inspirée d'une recherche en didactique des sciences. Morge utilise l'approche anthropologique et le modèle praxéologique afin d'analyser les séances et de repérer ces connaissances professionnelles locales. Dans cette recherche, quatre enseignants de physique-chimie sont mobilisés pour mettre en œuvre la même séance dans leur classe. Le chercheur s'appuie sur l'approche anthropologique car il utilise dans sa recherche les résultats d'études précédentes (Morge, 1997 ; Morge, 2001) qui concernent l'organisation praxéologique de la phase de conclusion d'une séance, et plus particulièrement l'évaluation et la négociation.

De son côté, Chaachoua et Comiti (2010) présentent la place de l'analyse des manuels dans l'approche anthropologique et précisent les éléments méthodologiques pour effectuer cette analyse dans le cadre de la Théorie Anthropologique du Didactique afin d'étudier l'enseignement scolaire. Les chercheurs caractérisent ainsi les rapports institutionnels à partir des programmes et de manuels scolaires et expliquent qu'avec l'analyse de ces derniers, ils peuvent effectuer l'étude du rapport institutionnel à un moment donné, l'étude de l'évolution du curriculum et l'étude comparative de deux institutions. Pour illustrer leurs propos, ils présentent quelques exemples où ils ont poursuivi une analyse écologique et praxéologique de manuels et de programmes à l'instar de l'étude comparative de deux institutions de deux pays différents, celles de la France et du Vietnam. Dans cet exemple, l'analyse comparée des manuels a éclairé, selon les chercheurs, l'économie scolaire des rapports institutionnels à l'objet précis étudié dans chacune des institutions.

En didactique de l'Education Physique et Sportive, Brière-Guenoun (2011) utilise les concepts de modèle praxéologique disciplinaire et de modèle praxéologique didactique dans le but de concevoir des outils de formation qui reposent sur l'analyse de ces praxéologies. L'auteure souligne l'articulation entre pratiques et théories dans l'intention de comprendre des mécanismes impliqués dans la mobilisation des savoirs en Education Physique et Sportive. Plus précisément, elle explique qu'afin d'envisager des dispositifs de formation reposant sur la notion de praxéologie, elle souligne quelques orientations à l'instar de la reconstruction des blocs théoriques à partir des blocs pratiques, l'articulation entre praxéologies disciplinaires et didactiques ainsi que la mise en place d'une pratique réflexive. D'un point de vue méthodologique, la chercheuse effectue une analyse des modalités d'intervention d'étudiants stagiaires en milieu scolaire afin d'identifier des savoirs effectivement mobilisés par les professeurs en situation d'enseignement authentique.

De leur côté, Chaachoua, Ferraton et Desmoulins (2013) utilisent un modèle praxéologique de référence dans un environnement informatique d'apprentissage humain. Il s'agit de la conception d'un environnement qui se focalise sur des questions comme la modélisation de l'apprenant ou la conception de parcours d'enseignement. Les chercheurs s'appuient sur l'approche ontologique dans le but de représenter informatiquement un modèle praxéologique de référence. Ainsi, ils développent un ensemble de types de tâches, un ensemble de techniques, un ensemble de technologies et un ensemble de théories qui forment une ontologie de

praxéologies pouvant constituer une référence pour une communauté de praticiens. Les chercheurs illustrent par quelques exemples les perspectives données par une ontologie de praxéologies : la représentation et l'analyse des praxéologies institutionnelles, l'indexation des ressources en ligne via le modèle praxéologique de référence et l'aide à la conception de parcours d'apprentissage dans un environnement informatique d'apprentissage humain où, à partir d'un choix d'un niveau scolaire et d'une discipline le système peut proposer une liste de types de tâche. Ensuite, selon le choix de l'enseignant, le système affiche la technique et la technologie associées au type de tâche choisi. Les chercheurs expliquent qu'une mise en œuvre de cette utilisation a été réalisée au collège pour la discipline de la physique et plus concrètement pour le domaine de l'électricité.

Pour leur part, Péliissier et Venturini (2016) utilisent certains concepts issus de la Théorie Anthropologique du Didactique afin d'effectuer une analyse praxéologique de l'enseignement de l'épistémologie en lycée français. Ils souhaitent étudier les pratiques d'enseignement de savoirs épistémologiques de sciences physiques et plus particulièrement de la notion de « modèle » lors de deux séances d'enseignement dans deux classes de seconde par deux professeurs expérimentés. Les chercheurs estiment que la notion de praxéologies, utilisée dans cette recherche, permet la modélisation de ces pratiques dans une institution, le repérage de ce qui est fait dans la classe ainsi que ce qui détermine les actions d'un professeur dans la classe. Grâce à cette approche, les chercheurs expliquent qu'on arrive à dépasser l'idée d'un recueil de point de vue des enseignants basé uniquement sur des éléments déclaratifs. Cette recherche montre que, même si les deux enseignants expérimentés ont l'intention d'enseigner la notion de modèle de la même manière, l'un le fait de manière explicite et l'autre de manière implicite.

Poisard (2017), quant à elle, utilise le modèle praxéologique pour analyser trois tâches d'élèves dans quatre registres différents dans le domaine des mathématiques. Elle introduit un ancien instrument de calcul, le boulier chinois, en tant que ressource pour enseigner et apprendre la construction du nombre ainsi que le système de numération décimal en école primaire. Elle étudie comment ces tâches peuvent être résolues avec cet instrument par des élèves dans des registres différents à l'instar de matériel, de logiciel, de dessin en papier, etc. Ces tâches sont aussi analysées en termes de techniques et de technologies selon le registre en question. La chercheuse montre que le savoir mathématique dépend d'un côté du registre et de l'autre de la technique utilisée par l'élève et elle souligne l'importance de ce fait pour la compréhension des élèves et également pour la formation et l'activité des professeurs.

Le modèle praxéologique a été utilisé également dans une recherche qui concerne la conception et l'implémentation d'un jeu de rôle numérique au collège (Sanchez et al. 2017). Les chercheurs s'appuient sur une méthodologie qualifiée de recherche collaborative orientée par la conception (Design-Based Research) et ils soulignent que les relations entre le chercheur et le praticien passent pendant cette collaboration par le partage de praxéologies, c'est-à-dire par l'élaboration d'un discours commun sur la pratique. Dans le but de formuler les praxéologies des acteurs de cette recherche, les chercheurs analysent les interactions verbales des praticiens et des chercheurs qui ont participé à ce projet.

Dans le domaine de la didactique de la biologie, Bonnat et al. (2018) s'appuient également sur le cadre de la Théorie Anthropologique du Didactique et plus précisément sur le modèle praxéologique pour la conception d'une situation d'apprentissage sur le thème de la fermentation alcoolique en lycée français. Les lycéens sont appelés à concevoir et rédiger un protocole expérimental dans un environnement informatique pour l'apprentissage humain sur

le thème étudié. Les chercheurs produisent une praxéologie de référence à partir de la modélisation didactique d'un type de tâches concernant la fermentation alcoolique, en prenant en compte également les demandes de l'institution. Ensuite, ils effectuent la transposition de la modélisation praxéologique en une situation d'apprentissage dans l'environnement informatique pour l'apprentissage humain. Les chercheurs s'appuient également sur le modèle de praxéologies personnelles afin de prendre en compte les erreurs « *a priori* des élèves en modélisant, pour un type de tâches, les techniques et les technologies alternatives que pourraient proposer des élèves » (*ibid.*). Finalement, le travail de ces chercheurs a conduit à l'élaboration d'une nouvelle simulation en ligne qui propose à l'élève une activité de conception expérimentale sur la fermentation alcoolique.

## Chapitre 2. Fondements de notre cadre théorique

Dans cette deuxième partie du cadre théorique, nous développons le cheminement qui nous amène à l'utilisation du concept de modèle précurseur, élément essentiel de notre travail de recherche.

### 2.1 La notion de modèle

La notion de modèle a été beaucoup étudiée par les épistémologues et les didacticiens, et la bibliographie dévoile une grande diversité de typologies des modèles. Celle-ci, définie par les chercheurs au fil des années, peut dépendre du statut ontologique des modèles à l'instar du modèle mental et du modèle matérialisé, puis de leur rapport à la réalité comme les modèles issus du monde empirique et du monde théorique. De plus, selon le registre de représentation sémiotique qui structure un modèle, nous pouvons avoir par exemple un modèle physique, et selon sa fonction, nous pouvons repérer les modèles descriptifs et les modèles prédictifs. Une autre catégorisation des modèles est définie par leur communauté d'appartenance comme la communauté scientifique et la communauté scolaire (Black, 1962 ; Boulter et Buckley, 2000 ; Giere, 1999 ; Gilbert et Boulter, 1998 ; Halloun, 2004 ; Harris, 1999 ; Hesse, 1953). Enfin, dans la bibliographie, nous repérons également une catégorisation hybride des modèles (Harrison et Treagust, 2000). Morge et Doly (2013) soulignent, après la présentation d'une revue de littérature importante, que tant les enseignants que les élèves rencontrent des problèmes de compréhension par rapport à la notion de modèle. Plus précisément, ils mentionnent que

Cette confusion entre le modèle et ce qu'il représente ne peut donc pas être prise pour anecdotique ; elle est au cœur de la compréhension épistémologique du modèle, de la démarche des sciences physiques et de la notion de vérité qu'elle met en œuvre ainsi que, plus largement, de ce qui définit les sciences physiques où s'opposent thèses réalistes et antiréalistes. Il est donc essentiel qu'un enseignement de la notion de modèle prenne en compte en priorité la question de la différence entre le modèle et la réalité qu'il représente (p. 150, 151).

Il s'agit alors d'une notion qui présente une profusion de définitions qui contribuent à une richesse mais en même temps elle rend obligatoire la mise en œuvre d'une approche attentive tant dans le domaine de la recherche que dans la classe, compte tenu des problèmes de leur transposition en classe et de leur enseignement.

#### 2.1.1 Fonctions et typologie des modèles en sciences physiques

Les notions de modèle et de modélisation ont été travaillées par de nombreux chercheurs en philosophie des sciences depuis le milieu du 20<sup>e</sup> siècle, comme le montre une liste non exhaustive des travaux fondamentaux de Achinstein (1965), de Bachelard (1979), de Bailer-Jones (2002), de Black (1954, 1962), de Bunge (1967, 1973b, 1973c), de D'Espagnat, (1983), de Da Costa & French (2003), de Giere (1988, 1992, 1999, 2004, 2010), d'Harré (1978, 1960,

1970, 1978, 1985), d'Hempel (1965), d'Hesse (1953, 1961, 1963), de Leatherdale (1974), de Machamer (2000), de Portides (2007, 2011, 2017, 2018), de Psillos (2011), de Walliser (1977) et de Wartofsky (1966, 1968, 1979). Les modèles et la modélisation en physique occupent une place importante dans l'éducation scientifique. Plus particulièrement, la production du savoir en physique se fait souvent par la modélisation (Bachelard, 1979 ; Tiberghien, Psillos et Koumaras, 1995) et le rôle des modèles et de la modélisation dans l'enseignement et l'apprentissage des sciences sont très étudiés par les chercheurs (Cheng, Wu, & Lin, 2019 ; Hasni, 2010 ; Potvin et al., 2020).

Plus particulièrement, Oh et Oh (2012) soulignent que la construction et la mise à l'épreuve des modèles ont souvent un impact sur le développement des savoirs dans l'activité scientifique. Les chercheurs expliquent que « les modèles sont considérés comme des sous-ensembles des théories scientifiques - des systèmes d'explications plus complets - qui sont créés avec diverses ressources sémiotiques et qui fournissent des informations sémantiquement riches pour le raisonnement scientifique et la résolution de problèmes » (Oh et Oh, 2012, p. 1110). Selon Genzling & Pierrard (1994), dans le domaine des sciences physiques, les modèles disposent d'une fonction descriptive, explicative et prédictive. En ce qui concerne la fonction descriptive du modèle, les chercheurs soulignent que la description de systèmes, de relations dans ces systèmes et de leur transformation dans l'enseignement des sciences ne correspond pas à une simple observation. Le modèle permettra, à l'aide d'un certain nombre de critères, d'observer et ensuite de décrire un phénomène. De son côté, la fonction explicative d'un modèle permet de définir le niveau d'explication utilisé pour interpréter ce qu'on observe. Selon les chercheurs, on arrive à l'aide de cette fonction à élaborer des relations de cause à effet afin d'interpréter le processus ou le phénomène et ses résultats. Enfin, la fonction prédictive d'un modèle permet à la pensée d'utiliser et de combiner un certain nombre d'éléments dont on dispose déjà afin d'élaborer des hypothèses, résoudre des problèmes, créer des corrélations entre de nouvelles notions, etc. Souvent s'ajoute à ces trois fonctions la représentation des phénomènes. Dans le but de favoriser l'apprentissage de connaissances scientifiques à l'école, de nombreux chercheurs considèrent que ces fonctions sont des composantes importantes de l'enseignement (Coll, France et Taylor, 2005 ; Harrison, 2001 ; Hasni, 2010 b ; Hestenes, 1997 ; Johsua et Dupin, 1989, 1993 ; Koponen, 2007 ; Martinand, 1992, 1994 ; Matthews, 2007 ; Orange, 1994, 1997 ; Robardet et Guillaud, 1997). Giordan et De Vecchi (1987), en se référant à la nature des modèles, expliquent pour leur part que ces derniers doivent pouvoir « symboliser un ensemble de faits, à travers une structure explicative générale que l'on peut ensuite confronter à la réalité pour voir si elle reste pertinente » (p. 186).

Dans la bibliographie, nous observons une pluralité de catégorisations de modèles. Le modèle n'a pas une seule définition et il peut prendre des significations différentes selon les chercheurs et surtout selon les disciplines (Drouin, 1988 ; Johsua et Dupin, 2003 ; Justi et Gilbert, 2003 ; Orange, 1997 ; Schwarz et al., 2009). Nous présentons ici quelques exemples en référence à cette variété de définitions, en rapport avec notre recherche.

Ornek (2008) présente différents types de modèles ainsi que leur application concernant l'enseignement et l'apprentissage des sciences et plus particulièrement de la physique. Ainsi, elle distingue d'abord les modèles mentaux et les modèles conceptuels. En citant Franco et Colinvaux (2000), Ornek présente les caractéristiques des modèles mentaux : ces modèles sont générateurs dans le sens de la production de nouvelles informations et ils impliquent des savoirs

tacites dans le sens où la personne qui utilise un modèle mental ne se rend pas forcément compte de tous les aspects de son modèle mental. De plus, ces modèles sont synthétiques quant à leur contenu et enfin ils sont conçus et utilisés par les personnes en fonction de leurs convictions. Plus particulièrement, les modèles mentaux des élèves concernant une notion de physique se développent selon leur préacquis (*presuppositions*). Ornek souligne que les modèles conceptuels sont des représentations externes aux modèles mentaux socialement construits, souvent par des enseignants ou des chercheurs, partagés et conçus par une communauté de manière à favoriser la compréhension des phénomènes. Les modèles conceptuels, selon la chercheuse, comprennent les modèles mathématiques, les modèles informatiques et les modèles physiques (par exemple la représentation du système solaire.) Enfin, elle met l'accent sur les modèles de la physique identifiés en tant que systèmes physiques ou phénomènes simplifiés et idéalisés et qui peuvent être composés également d'un modèle mathématique à l'instar du modèle du pendule simple ou d'un gaz (Ornek, 2008). Dans la même direction, Hestenes (2007, 2010) souligne que ce dernier type de modèles dispose plutôt d'une double structure à la fois physique et mathématique en relation avec le côté physique qui relève des objets et des événements du monde réel et le côté mathématique qui relève des représentations symboliques.

Quant au contexte d'usage des modèles, un certain nombre de chercheurs (Boulter et Buckley, 2000 ; Gilbert et Boulter, 1998, 2000 ; Gilbert et al., 2000 ; Gilbert, 2004 ; Gobert et Buckley, 2000) présentent des sous-catégories des *modèles matérialisés* (« expressed models », traduction du terme proposé par Roy, 2018). On rencontre entre autres des modèles en lien avec le curriculum, l'enseignement dans la classe et des modèles hybrides. Les premiers sont des versions simplifiées des modèles scientifiques ou des modèles historiques contenus dans le programme officiel de sciences, les deuxièmes constituent des transpositions didactiques effectuées par les enseignants de ces derniers, avec leur interprétation et leur manière personnelle de les exposer aux élèves. Enfin, les modèles hybrides se situent entre les modèles mentaux des élèves et les modèles curriculaires ou scientifiques destinés à l'enseignement des élèves. Roy (2018) explique que cette catégorisation souligne l'importance de la transposition didactique (Chevallard, 1985 ; Astolfi et Develay, 2002 ; Astolfi, Darot, Ginsburger-Vogel et Toussaint, 2008) des modèles du monde savant aux modèles dans la classe de sciences.

De leur côté, Harrison et Treagust (2000) proposent une typologie de modèles de sciences en relation à l'école où, parmi d'autres catégories, on retrouve les *modèles pédagogiques analogiques* (Glynn, 1991), les modèles mentaux et les modèles synthétiques que nous avons déjà mentionné auparavant dans la catégorisation proposée par Ornek (2008). Les premiers sont des modèles que les enseignants utilisent afin d'enseigner un phénomène ne pouvant être observé directement ou difficilement accessible en utilisant une analogie dans le but de l'expliquer aux élèves. En ce qui concerne les modèles mentaux, Vosniadou (1994) de son côté, se réfère « à un type particulier de représentation mentale, une représentation analogique, que les individus génèrent pendant le fonctionnement cognitif » (p. 48). Enfin, les modèles synthétiques, au sens de Strike et Posner (1992) et de Vosniadou (1994), désignent la fusion des modèles intuitifs des élèves, en ce qui concerne leurs conceptions, avec les modèles scientifiques.

Pour leur part, Roy et Hasni (2014, p. 353) soulignent que la notion de modèle est un concept polysémique et proposent une liste de quatre principaux attributs caractéristiques d'un modèle scientifique en physique :

- Un modèle est une représentation simplifiée d'une entité du monde réel ;
- Différents modèles peuvent représenter un même référent et un même modèle peut représenter plusieurs référents ;
- Un modèle est un objet intermédiaire entre la théorie et le phénomène dont la fonction est de représenter, d'expliquer et de prédire ;
- Un modèle est assujéti à des révisions.

### 2.1.2 Relations entre le modèle et la théorie en didactique des sciences

En didactique des sciences, il existe plusieurs approches principales en ce qui concerne les relations entre le modèle, la théorie et l'expérience. Le modèle est fréquemment placé entre la théorie et l'expérience et « [il] fait toujours fonction de médiateur entre un champ théorique dont il est une interprétation et un champ empirique dont il est une formalisation » (Sinaceur, 2006, p. 759). Plus particulièrement, le champ empirique est celui des objets et des phénomènes et le champ théorique celui des concepts, lois et théories (Bachelard, 1979 ; Martinand, 1992, 1994 ; Orange, 1997 ; Robardet et Guillaud, 1997 ; Tiberghien, 1994 ; Walliser, 1977).

Martinand (1992) développe l'approche du *registre empirique* et du *registre théorique* afin de décrire la tâche de l'élève durant l'apprentissage. Le registre empirique concerne non « seulement des objets et des phénomènes, ou des actions sur des objets et des interventions sur des phénomènes. Il y a “déjà là” des descriptions, des règles d'actions, des savoirs disponibles. Ils ont un statut “empirique”, même s'ils sont l'aboutissement de processus antérieurs d'élaboration conceptuelle, théorique ou modélisante, en ce sens qu'ils sont inconsciemment projetés sur la réalité. C'est ce que nous voulons désigner avec le syntagme “référent empirique” » (Martinand, 1996, pp 7-8). Ce registre est « *le réel que l'élève construit et tente de comprendre* » alors que le registre théorique contient « *les éléments théoriques qui appartiennent au système explicatif de l'élève* » (Sanchez, 2008). Larcher (2003, p. 307) précise ce qu'il se passe au niveau des connaissances scientifiques d'un élève quand il modélise un phénomène. Elle explique alors qu'il y a un changement : « Le statut des objets de pensée manipulés change au cours du temps, en fonction des besoins momentanés et de l'expertise acquise qui restructure les théories et intègre les descripteurs ou en change de façon radicale. Ce qui est référent à un moment n'est qu'une description première, mais néanmoins partagée qui remplace la réalité qu'on ne connaît pas ».

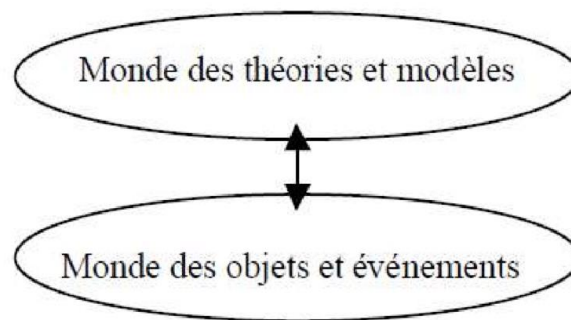
Selon Lhoste (2006, p. 83)

le registre empirique contient des objets, des phénomènes et des expériences quotidiennes. Il contient les éléments que l'on peut vérifier par une observation, une mesure. Les éléments du registre empirique correspondent à « ce qu'il y a à expliquer » et nous pouvons dire qu'ils ne sont pas constitués une fois pour toutes. [...] Le registre du modèle est lui aussi construit par l'élève. Il contient les éléments liés à une organisation et/ou à un fonctionnement plus ou moins imaginé. Ces éléments constituent les tentatives de solutions proposées pour expliquer les éléments du registre empirique.

Les travaux de Tiberghien (1994), Bécu-Robinault (2002) ainsi que de Buty, Tiberghien et Le Maréchal (2004) décrivent les activités de modélisation en classe comme la combinaison entre



deux mondes (figure 4). Selon ces auteurs, l'apprentissage et la construction d'un sens donné se font entre ces deux mondes. Il s'agit du monde des modèles et théories et du monde des objets et des événements.



*Figure 4-Distinction entre deux mondes fondée sur la modélisation en physique (Tiberghien, 1994)*

Plus précisément, il s'agit du monde des constructions théoriques et du champ « expérimental » des objets et événements (Tiberghien et al., 2009) et c'est dans ce fonctionnement que les éléments qui relèvent de ces deux mondes prennent sens (Tiberghien, Malkoun, Buty, El Sawayssi et Mortimer, 2007). L'apprentissage se réalise quand des liens sont tissés entre ces deux mondes (Bécu-Robinault, 2002 ; Buty, Tiberghien, & Le Maréchal, 2004 ; Tiberghien, 1994) même si cette mise en lien nécessite une activité de modélisation importante. Quand on essaie de comprendre le monde des objets et des événements dans la vie courante, on utilise des processus cognitifs qui peuvent être appréhendés comme des processus de modélisation. Plus particulièrement, on formule des explications ou des prédictions concernant des phénomènes en s'appuyant sur son propre système explicatif (Tiberghien, 2000). Dans le cas des élèves, selon certains travaux de la psychologie cognitive (Carey, 1985 ; Vosniadou, 1994), ce système explicatif concerne leurs théories naïves ou des conceptions de la vie quotidienne.

Veillard, Tiberghien et Vince (2011) proposent une nouvelle configuration de la théorie des deux mondes (figure 5) et ils expliquent que « La théorie spécifique des deux mondes peut donc être utilisée à la fois pour analyser les savoirs de la physique et les connaissances issues de la vie quotidienne. » (p. 207). Les chercheurs soulignent que

L'activité centrale en physique est une activité qui consiste à faire le lien entre deux niveaux de connaissance qui renvoient à deux « mondes » différents : d'une part celui des constructions théoriques et d'autre part celui du champ expérimental des objets et événements. Cette mise en lien nécessite une activité de modélisation importante qui consiste, d'un côté à sélectionner et traiter les éléments théoriques correspondants aux phénomènes et objets étudiés ; de l'autre à sélectionner des objets et événements, à les décrire avec les mots de la physique et/ou à procéder à des expériences mesurables sur ces événements (Veillard, Tiberghien & Vince, 2011, pp 206, 207).

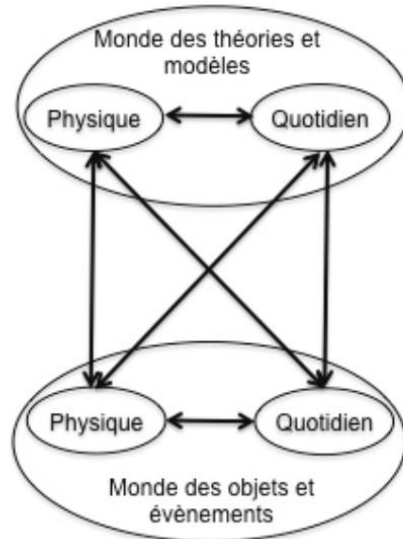


Figure 5- Représentation de la théorie spécifique des deux mondes  
Schéma issu de Veillard et al., 2011.

Cette figure, selon les auteurs, décrit toutes les relations et interactions possibles entre le monde des théories et modèles et le monde des objets et événements dans les activités d'enseignement de la physique en classe. Il s'agit plutôt des connaissances que les élèves peuvent avoir dans leur cadre de référence et des connaissances construites en classe. Il est important de noter qu'il existe des mots qui peuvent être utilisés en physique avec un sens différent de celui de la vie quotidienne (par exemple le mot lumière en physique et en philosophie comme dans le « siècle des lumières »).

De son côté, Bécu-Robinault (2015) explique que

Les recherches en didactique ont montré que les élèves n'utilisent pas seulement les connaissances physiques lors de l'interprétation ou la prévision de phénomènes. D'autres connaissances, comme celles de la vie quotidienne, entrent en jeu, en fonction de la situation rencontrée, de la compréhension de l'élève du fonctionnement de la science scolaire. Elles ont alors un statut de *modèle implicite*. En classe de sciences physiques, l'enseignant attend des élèves qu'ils sachent décrire, prédire puis expliquer le fonctionnement des objets et des événements à partir d'éléments relevant du monde des théories et modèles scientifiques, exprimés dans la langue scientifique de la physique. Il est donc important d'aider les élèves à établir des relations entre les modèles élaborés en classe et les expérimentations réalisées, tout en s'appuyant sur leurs autres connaissances et expériences (p.40).

D'un côté, dans le monde des objets et événements, on peut par exemple faire des observations dans la vie quotidienne comme la couleur du ciel à midi et au coucher du soleil pour une personne située en France et, de l'autre, formuler des idées explicatives liées au monde des théories et modèles à l'instar de la lumière visible, de sa longueur d'onde et du spectre lumineux.

Tiberghien (2003, p. 396) souligne qu'en France, depuis le 20<sup>ème</sup> siècle en raison de la conception de séquences d'enseignement, naissent « des modèles précurseurs ou germes de modèles explicites souvent associés à des représentations externes, construites *ad hoc*, ou reprises de la pratique scientifique ». La chercheuse explique que plus tard les démarches de modélisation ont été favorisées par l'appropriation d'outils cognitifs. L'apprentissage par la modélisation et l'utilisation d'analogies semble être une pratique importante en sciences et il peut influencer positivement les élèves afin de comprendre la nature des procédures scientifiques (Coll et al., 2005). Cette inclusion des modèles dans l'enseignement des sciences met en lien la pratique avec l'enseignement des sciences (*ibid.*) et la prise en compte de leur rôle contribue à une éducation scientifique authentique (Gilbert, Boulter & Elmer, 2000). De son côté, Fabre (1999) met l'accent sur la manière dont émergent les modèles que les élèves construisent et testent. Le chercheur souligne que ces modèles doivent provenir de situations problématisantes, pertinentes d'un point de vue épistémologique, psychologique et sociologique. Nous avons vu également que le processus de modélisation est utilisé dans le but d'analyser le savoir à enseigner en physique et les connaissances des élèves car d'un autre point de vue, l'apprentissage est étudié en termes de « construction du sens en situation » (Tiberghien, 2000).

En ce qui concerne l'utilisation de modèles et de la modélisation avec les plus jeunes élèves, Ravanis (2020) explique que, d'abord, il est essentiel d'adapter les modèles aux capacités cognitives des élèves, qui sont limitées à l'âge préscolaire, et aux nécessités de l'intervention éducative, même s'il s'agit d'une procédure complexe et souvent difficile à effectuer. Le chercheur souligne que la construction de modèles scientifiques dans la pensée des enfants n'est pas seulement un processus long mais aussi dépendant de la manière dont chaque élève arrivera de sa propre représentation vers le modèle scientifique, élément qui montre une raison possible d'inefficacité en termes d'apprentissage vis-à-vis de l'intervention didactique (*ibid.*). Ravanis, basé sur le travail théorique de Lemeignan et Weil-Barais (1993), déclare qu'à l'âge préscolaire, il n'est peut-être pas pertinent de se référer à la modélisation en physique et il met l'accent sur l'importance d'une entité intermédiaire pour approcher le modèle scientifique, mentionnant le concept de modèle précurseur que nous analysons plus précisément dans un chapitre suivant. Plus particulièrement, le chercheur explique :

It is obvious that at the ages of 4-8 years it is not possible to talk about the formation of models and modelling. However, any attempt to introduce young children to Physical Science does not make sense to be limited to a sequence of experiences and fragmentary images of the physical world. Thus, within the socio-cognitive trend, several research and teaching approaches are oriented towards the need for the formation of entities in young children's thinking that intervene between the naïve mental representation and the models; namely, schemes of thinking that may facilitate the attempts of mental construction of the real models. These entities are recognized as precursor models (*ibid.* p. 26).

## 2.2 Les notions de lumière et d'ombre

Pour la construction d'un modèle précurseur dans la pensée des élèves d'un âge précis, il est nécessaire de définir avant tout le modèle scientifique par rapport à la notion en question. Dans cette partie, nous présentons les modèles scientifiques en ce qui concerne le concept de la lumière et le phénomène de la formation d'une ombre. Quant à ce dernier, soulignons qu'il y a certains repères psychologiques qui influencent la compréhension de cette notion par les jeunes élèves. Certaines expressions utilisées à l'instar de « l'arbre fait l'ombre », « c'est moi qui fais l'ombre », montrent que le phénomène d'ombre est lié à des représentations égocentristes et anthropomorphistes de la pensée enfantine.

### 2.2.1 Le modèle scientifique sur la lumière : un concept qui a beaucoup évolué au fil du temps.

A propos de la nature de la lumière, l'histoire des sciences nous montre l'évolution de ce concept depuis les années où les anciens grecs donnaient leurs définitions jusqu'aux années les plus récentes (figure 6). Les premières études sur le concept de la lumière concernaient plutôt la compréhension du mécanisme de la vision en considérant que la lumière sort de nos yeux. Elle est ensuite décrite en tant que rayons, puis en tant que corpuscules, et en tant qu'ondes pour arriver enfin à mettre en avant la double nature de la lumière en tant que corpuscule et onde (Zubairy, 2016).

Pour les scientifiques grecs Euclide et les pythagoriciens, c'était l'œil qui émet un « quid » et permet la vision. Une autre théorie concernant la vision venait de Platon qui pensait que les yeux émettent des rayons de lumière qui nous permettent de percevoir les objets (Γραμματικάκης<sup>6</sup>, 2006). Cependant, Aristote réfute cette description car il soutient l'idée que nous ne pouvons pas voir le soir en l'absence de lumière. De son côté, Euclide aborde l'optique par un point de vue géométrique et il souligne que des rayons rectilignes qui proviennent de l'œil divergent indéfiniment en définissant un cône qui commence par notre œil. La taille des choses vues par notre œil dépendrait de la taille de l'angle ainsi que la hauteur qui dépendrait de la taille des rayons rectilignes. Euclide a étudié les effets de la lumière en utilisant les lois de géométrie (Κουρνιάτη, 1988). Pour sa part, Alhazen, a étudié l'optique géométrique plus profondément et publié un ouvrage au début du 11<sup>ème</sup> siècle où il a montré que la théorie de la lumière provenant de l'œil n'était pas correcte et qu'au contraire celle-ci provenait directement des objets qui émettent ou reflètent la lumière (Rached, 1968). Alhazen a réalisé l'expérience de la « camera obscura » et a démontré que la lumière voyage en ligne droite (Zubairy, 2016).

Au cours du 17<sup>ème</sup> siècle, les travaux de Kepler, Galilée, Bacon et Descartes développent une description minutieuse de l'optique géométrique. Kepler étudie la nature de la lumière et il observe une éclipse solaire en 1600 à l'aide de la « camera obscura ». De son côté, Snell van Royen a travaillé sur les lois de la réfraction sans publier sur ce sujet. C'est Descartes qui, s'intéressant à la nature intrinsèque de la lumière, publie sur la loi de la réfraction et de la réflexion (*ibid.*).

---

<sup>6</sup> Grammatikakis

A la fin du 17<sup>ème</sup> siècle, deux modèles de la lumière sont en concurrence : le modèle corpusculaire de Newton et le modèle ondulatoire de Huygens. Newton est le premier à montrer que la couleur est une propriété de la lumière en utilisant un prisme en verre. « Il a donné une théorie cohérente des couleurs des corps naturels, dues à une réflexion sélective qu'il a démontrée en projetant successivement, dans la chambre noire, les diverses couleurs simples sur les corps étudiés. » (Guthmann, 2010). De plus, Newton a construit un télescope à l'intérieur duquel il a placé deux miroirs qui reflétaient la lumière à l'utilisateur du télescope. Il a également étudié la nature de la lumière en travaillant sur la théorie corpusculaire de la lumière, qui souligne qu'elle est constituée de corpuscules soumis à l'action de forces et avec laquelle il a expliqué les phénomènes de la réfraction et la réflexion à l'aide de l'optique géométrique. Newton défend l'idée que la lumière se propage avec une vitesse plus grande dans le verre que dans l'air. Cependant, selon Huygens, la nature de la lumière s'explique par le modèle ondulatoire, idée qui est soutenue également par Fresnel dans son mémoire sur la diffraction de la lumière en 1818 (Zubairy, 2016). Huygens considère, contrairement à Newton, que la vitesse de la lumière est moins grande quand elle se propage dans le verre que dans l'air.

De son côté, Young a réalisé une expérience qui démontre que la lumière est une onde en faisant passer par deux petits trous deux faisceaux de lumière qui provenaient de la même source. Plus tard, pendant la deuxième moitié du 19<sup>ème</sup> siècle, Michelson et Morley montrent que la lumière est une onde immatérielle. Vers la fin du 19<sup>ème</sup> siècle, Maxwell a développé une théorie qui explique la relation entre l'électricité et le magnétisme et a souligné que la lumière est une onde électromagnétique dont la vitesse est invariable dans le vide (Michaud, 2019). Planck propose de quantifier l'interaction entre la matière et la lumière car, selon lui, les atomes échangeraient des « quantas » d'énergie avec l'onde lumineuse ; en revanche, il n'a pas pu expliquer l'origine de cette quantification. Mais cinq années plus tard, Einstein soutient l'idée que la lumière elle-même est constituée de « *quanta* » et il la décrit comme étant constituée par les photons, des particules énergétiques.

La mécanique quantique a mis en exergue la double nature de la lumière, le fait que la lumière est à la fois onde et corpuscule. Un certain nombre de phénomènes comme les interférences et la diffraction de la lumière sont expliqués par le modèle ondulatoire de la lumière alors que d'autres phénomènes, à l'instar de l'excitation d'un atome par l'absorption d'un photon, s'expliquent à l'aide de la nature corpusculaire de la lumière. Dirac a mis en commun la nature ondulatoire et corpusculaire de la lumière dans une seule théorie avec sa publication de 1927 (Zubairy, 2016).

Enfin Zubairy (*ibid.*) souligne qu'aujourd'hui la mécanique quantique moderne ne définit la lumière ni en tant qu'onde ni en tant que particule, mais qu'elle est considérée comme étant une « entité intermédiaire insaisissable qui obéit au principe de superposition ».

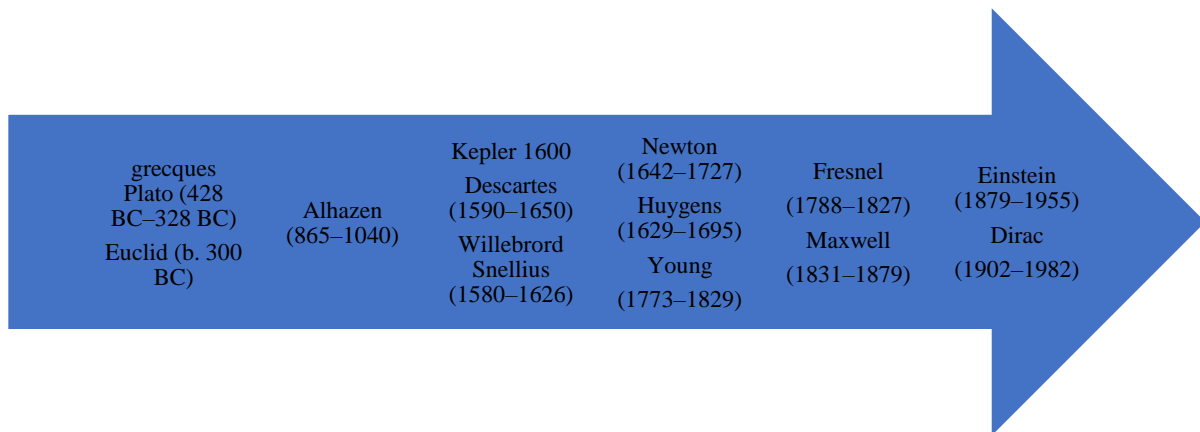


Figure 6-La lumière par un point de vue historique

Dans notre recherche, nous adoptons le point de vue de l’optique géométrique, où on considère que la lumière se propage d’une manière rectiligne, en ligne droite dans un milieu homogène par des rayons lumineux qui peuvent se croiser sans interagir. Ces rayons lumineux sont caractérisés par une direction de propagation et une vitesse de propagation. Dans le même cadre, on appellera source lumineuse un dispositif qui émet de la lumière. Quand une source lumineuse émet de la lumière d’un certain point S dans un milieu homogène, on considérera que la lumière peut se décomposer en rayons lumineux qui sont portés par un faisceau lumineux (Taillet, 2017).

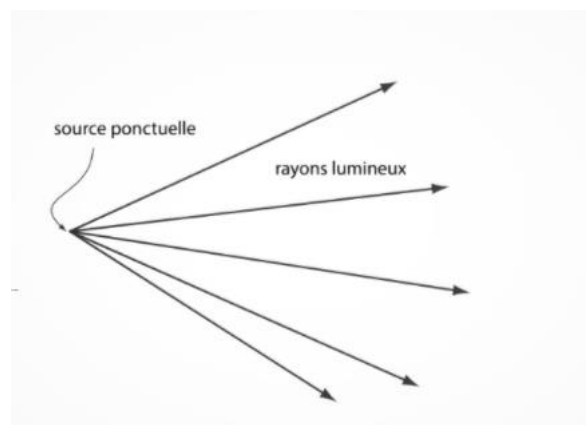


Figure 7-Schématization des rayons lumineux (Taillet, 2017)

### 2.2.2 Le modèle scientifique de l’ombre

Le phénomène de l'ombre dépend de l'interaction de la lumière avec la matière. Ainsi, les éléments que nous avons exposé sur l'évolution historique du concept de lumière et du modèle de la propagation rectiligne concernent également le phénomène de l’ombre.

En ce qui concerne le modèle pour la formation de l’ombre, un objet opaque éclairé par une

source de lumière ponctuelle détermine deux zones. D'un côté, une zone éclairée où l'observateur voit la source de lumière et de l'autre une zone d'ombre où l'observateur ne voit pas la source de lumière. Si on place un écran vertical derrière l'objet opaque, on distingue, sur l'écran, une partie éclairée et une partie sombre appelée ombre portée de l'objet. Pour prévoir la forme et la dimension des ombres portées, on utilise le modèle du rayon lumineux.

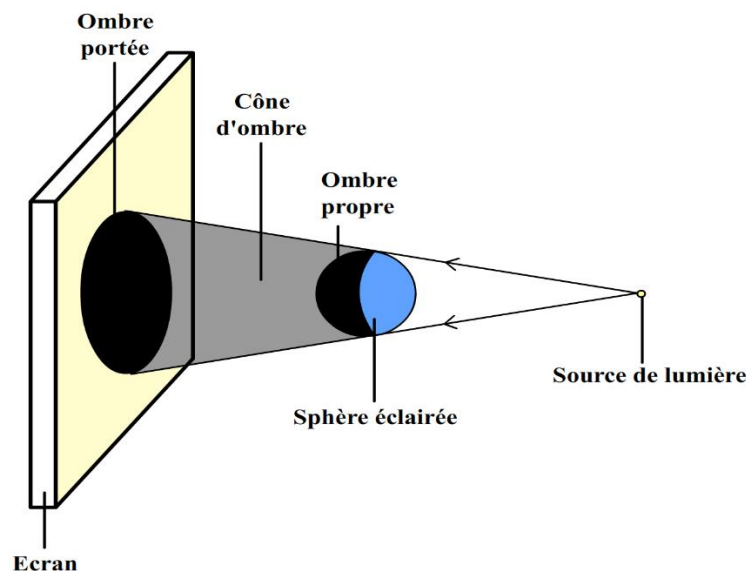


Figure 8-Sphère éclairée par une petite source de lumière<sup>7</sup>

## 2.3 La notion de représentations mentales

Une rétrospective sur le champ de la recherche qui examine les opinions des enfants relatives à des thèmes et des phénomènes de l'environnement naturel, permet d'identifier les approches théoriques que la plupart des chercheurs ont utilisée pour interpréter les opinions de ces enfants et de s'apercevoir de l'ampleur de ces conceptions qui ont été réunies au fil des années jusqu'à aujourd'hui. Nous constatons que ces conceptions ont pris plusieurs dénominations, dans la bibliographie anglosaxonne, telles que « misconceptions », « prior beliefs », « preconceptions », « earliers beliefs », ainsi que dans la bibliographie francophone où elles sont appelées « conceptions initiales », « conceptions naïves » ou « préconceptions » (diSessa, 1983 ; Kuhn et al., 1988 ; Dekkers et Thijs, 1997 ; Joshua et Dupin, 1993 ; Vosniadou et al., 1999, 2001). Par rapport à la notion de modèle que nous avons présentée précédemment, nous pouvons considérer que ces représentations premières des enfants sont liées aux modèles mentaux. Plus particulièrement, comme nous l'avons déjà expliqué, les modèles mentaux des élèves concernant une notion de physique se développent selon leur préacquis (*presuppositions*) (Ornek, 2008).

De nombreux chercheurs ont démontré que l'élève dispose d'entités cognitives préexistantes (Gilbert, Osborne & Fensham, 1982 ; Carey, Evans, Honda, Jay & Unger, 1989 ; Παβάνης<sup>8</sup>, 1999 ; Vosniadou, Skopeliti & Ikospentaki, 2004 ; Eshach & Fried, 2005 ; Trundle & Sackes, 2015) pour des phénomènes naturels qui constituent ses représentations mentales spontanées

<sup>7</sup> <https://physique-chimie-college.fr/cours-5eme-lumiere/les-ombres-et-leur-formation/#prettyPhoto>

<sup>8</sup> Ravanis

mais sont souvent naïves. Joshua et Dupin (1993) soulignent : « Certaines au moins de ces conceptions naïves ne doivent pas être considérées comme des idées isolées et statiques, mais comme de véritables débuts de modélisation, avec leur propre cohérence et leur propre logique » (p. 333). Ces représentations sont *a priori* formulées par les activités de l'enfant dans sa vie quotidienne, sont influencées par sa culture sociale individuelle et collective (Vosniadou, 1994), sont résistantes aux apprentissages (Piaget, 1930, 1973 ; Halbwachs, 1974 ; Bachelard, 1980 ; Driver, Guesne & Tiberghien, 1985 ; Carmichael et al., 1990 ; Pfundt & Duit, 1994 ; Tantaros & Ravanis, 2009 ; Sotirova, 2017 ) et peuvent même s'ériger en obstacle à l'appropriation du savoir scientifique (Driver, Squires, Rushworth & Wood-Robinson, 1994). Ces représentations, le plus souvent, ne correspondent pas aux idées provenant des disciplines scientifiques. Vosniadou (1994), psychologue et représentante du courant de changement conceptuel, souligne que les représentations mentales sont dynamiques et qu'elles permettent à l'élève de fournir d'un côté des explications causales et d'un autre côté des prédictions sur le monde physique. Ces représentations sont également évolutives (Boilevin et al., 2020). Castro (2018) souligne qu'il semble indispensable de « connaître et d'explorer ces représentations telles qu'elles sont et non telles qu'on prétend les édifier dans les programmes scolaires » dans le but d'étudier l'efficacité d'une intervention didactique autour d'un thème précis. Vosniadou et Brewer (1992) ont proposé deux types de structures théoriques afin d'interpréter le fonctionnement cognitif de l'enfant. Ainsi, ils ont proposé un cadre théorique naïf général qui est constitué en premier lieu par des présuppositions fondamentales d'ordre ontologique et épistémologique et en deuxième lieu par des théories spécifiques liées aux domaines étudiés de la physique. Les chercheurs spécifient que « le mot *théorie*, lorsqu'il s'applique à l'enfant, est utilisé pour qualifier une structure relationnelle et explicative et non une théorie scientifique explicite et bien formée » (Vosniadou et Brewer, 1992, note p. 47).

Nous constatons pourtant que le nombre de chercheurs qui s'est intéressé aux opinions exprimées par les enfants au plus bas âge sur des questions scientifiques (Fleer et Hardy, 1993, 2001 ; Segal et Cosgrove, 1992 ; Baillargeon, 2002) est moins important que pour les élèves les plus âgés. Le courant du constructivisme, avec comme représentant principal Piaget (1973, 1981, 1986), a constitué l'approche dominante qui a servi de cadre théorique dans l'interprétation de la pléthore des recherches qui ont essayé d'aborder la pensée de l'enfant, où l'accent est mis sur l'apprentissage en tant que processus personnel de construction mentale. Selon Fleer et Robbins (2003), la théorie du constructivisme a fourni ces vingt dernières années un « cadre méthodologique de référence » et a contribué au recueil de résultats systématiquement organisés par rapport au développement de la pensée en bas âge. La recherche relative aux conceptions des petits enfants sur des thèmes scientifiques met en évidence que les conceptions que les enfants ont déjà formées par leur expérience sur ces thèmes, influencent aussi la manière dont les enfants donneront des interprétations précises aux activités qui sont organisées par leur enseignant(e) (Fleer et Robbins, 2003).

Un autre courant de recherche, qui s'intéresse aux idées des enfants d'un point de vue plus holistique, est celui de l'approche socioculturelle et culturelle-historique (Fleer, 2017 ; Fragkiadaki, 2020 ; Pantidos, 2017 ; Plakitsi, 2011 ; Vidal Carulla & Adbo, 2020). Les représentants de ce courant soulignent que, souvent, le résultat des recherches du courant constructiviste fait que la pensée de l'enfant est caractérisée comme « naïve/simpliste » et le rôle de l'enseignant comme déterminant dans le remodelage de ces avis « défectueux » et l'encadrement vers la construction de la connaissance scientifique appropriée (Robbins, 2005).



De façon plus précise, en restant attaché au cadre constructiviste et/ou en adoptant la théorie de Piaget, le risque de l'attachement éventuel à la recherche de la pensée et de la connaissance « technique-rationnelle » guète les petits enfants (*ibid.*). Dans un tel cadre, il semblerait que la pensée des enfants soit souvent incomplète et qu'un bon nombre d'éléments qui sont liés à la vie des enfants et qui pourraient contribuer à l'interprétation de leur pensée, sont généralement omis. La pléthore des recherches réalisées jusqu'à aujourd'hui se concentrent sur l'individu et un volume important de données s'est ainsi amassé sur les idées préconçues des enfants concernant divers phénomènes du champ des chercheurs (Fleer et Robbins, 2003). Plus particulièrement, en utilisant la théorie du constructivisme, le fait que l'intérêt se concentre sur les opinions individuelles des enfants et sur la construction de leur connaissance ne contribue pas, selon Robbins (2005), à la découverte de nouvelles informations concernant les conceptions et la pensée des petits enfants mais conduit au recyclage de celles que nous connaissons déjà.

D'un autre point de vue, selon Lemeignan et Weil-Barais (1994), connaissant les représentations des enfants en bas âge, l'adulte, et à l'occasion l'enseignant, peut les aider à faire évoluer leur conception. Plus particulièrement selon ces chercheurs, la connaissance des activités cognitives qui sont liées à la construction et à l'usage des concepts et des modèles pourrait nous aider à comprendre la difficulté des enfants concernant l'acquisition des concepts et des modèles du monde de la physique. De plus, la compréhension de ces phénomènes complexes passe avant tout par leur conception mentale (Genzling et Pierrard, 1994 ; Guichard, 1994 ; Larcher, 1994, 1996 ; Siry et Kremer 2011; Boilevin, 2013). De surcroît, selon Lemeignan et Weil-Barais (1994), il faut pouvoir décrire la nature des changements qui interviennent dans la pensée. De cette façon, on pourra mieux planifier des environnements d'apprentissage pour les élèves. Ces chercheurs mettent l'accent sur le fait que les élèves utilisent des modèles mentaux pour élaborer des réponses aux questions liées aux sciences. A l'aide de ces modèles, ils donnent des explications aux questions scientifiques, ils formulent des prédictions et ils élaborent par exemple des hypothèses pendant une situation expérimentale. Les élèves peuvent probablement donner des prédictions correctes concernant des phénomènes physiques même sans donner une explication derrière leur prédiction. Cela pourrait indiquer une forme de savoir pratique précoce (Kohn, 1993).

Comme nous l'avons déjà évoqué, les modèles mentaux des enfants, produits par les conceptions mentales des enfants, sont différents des modèles scientifiques. Lemeignan et Weil-Barais rappellent que les modèles scientifiques sont des « représentations symboliques conventionnelles » et que les représentations des élèves correspondent à un « champ » plus limité, contrairement aux modèles scientifiques qui correspondent à un champ plus élargi. Pourtant, en se basant sur les représentations des élèves et sur les compétences possibles comme la prédiction, il est possible que l'élève arrive à construire du savoir scientifique (Impedovo et al., 2017). Enfin, ces auteurs mentionnent que les représentations des élèves sont souvent trop spécifiques car ceux-ci corrélerent une représentation précise à une situation alors qu'en sciences, on vise plutôt à élaborer des représentations qui peuvent s'adapter à de nombreuses situations (*ibid.*).

## 2.4 Des recherches menées en didactique autour des notions de lumière et d'ombre

Une série de recherches didactiques nous indique les représentations et les difficultés des élèves en ce qui concerne le concept de la lumière et de l'ombre. Plus précisément, nous avons effectué une recherche documentaire en utilisant des mots clés dans des bases de données de revues scientifiques à l'instar de Jstor, OpenEdition, Taylor & Francis Online, Research in Science Education, Cairn, etc. accessibles à l'Université de Bretagne Occidentale, à l'Université de Patras et dans des bases de données en libre accès à l'instar de Google Scholar. Par la suite, nous présentons une série de références non exhaustive portant d'un côté sur le concept de lumière (Rice & Feher, 1987 ; Tiberghien, Delacote, Ghiglione & Matalon, 1980 ; Stead & Osborne, 1980 ; Andersson & Kärrqvist, 1983 ; Guesne, 1984, 1985 ; Esgalhado & Rebordao, 1987 ; Osborne, Black, Meadows & Smith, 1993 ; Ravanis & Papamichaël, 1995 ; Fler, 1996 ; Selley, 1996 ; Langley, Ronen & Eylon, 1997 ; Kok-Aun & Hong-Kwen, 1999 ; Ravanis, 1999, 2008, 2012 ; Galili & Hazan, 2000 ; Mendoza Pérez & López-Tosado, 2000 ; De Hosson & Kaminski, 2002 ; Ravanis, Papamichael & Koulaïdis, 2002 ; Gallegos Cázares, Flores Camacho & Calderon Canales, 2008 ; Ravanis & Boilevin, 2009 ; Castro, 2013, 2018 ; Voutsinos, 2013 ; Castro & Rodriguez, 2014 ; Ntalakoura & Ravanis, 2014 ; Grigorovitch, 2015 ; Rodriguez & Castro, 2016, 2020 ; Çakır & Uludağ, 2019). De l'autre côté, nous présentons quelques références portant sur la notion d'ombre (Devries, 1986 ; Ravanis, 1998 ; Molina & Jouen, 2000 ; Dumas Carré et al., 2003 ; Ravanis et al., 2005 ; Parker, 2006 ; Chen, 2009 ; Gallegos-Cázares et al., 2009 ; Delserieys et al., 2014 ; Nertivich, 2016 ; Herakleioti & Pantidos, 2016 ; Delserieys et al., 2017 ; Grigorovitch & Nertivich, 2017). Puis, nous nous penchons sur les recherches portant sur l'école maternelle et l'école élémentaire afin d'identifier d'une manière plus détaillée les représentations des élèves autour des notions de lumière et d'ombre.

### 2.4.1 Le concept de lumière

Tout d'abord, l'un des obstacles dans la pensée des enfants de 5 à 15 ans concernant le concept de la lumière, que nous rencontrons souvent dans la bibliographie chez les chercheurs qui ont étudié ce phénomène, est qu'il est difficile pour les élèves de la considérer en tant qu'une entité indépendante des sources qui la produisent. Cette difficulté est souvent liée à l'habitude des élèves d'associer la lumière exclusivement à sa source ou aux effets visibles qu'elle provoque.

#### 2.4.1.1 Des recherches qui concernent l'école maternelle

Fler (1996) a étudié les dessins d'élèves d'école maternelle et a observé qu'ils pourraient se référer à la notion de source lumineuse, par exemple après une intervention didactique bien structurée mais il semble que les élèves ont une difficulté en ce qui concerne la nature de la lumière. De son côté, Ravanis (1999) étudie dans sa recherche les représentations des enfants de cinq ans concernant le concept de la lumière. En utilisant la méthodologie des entretiens individuels, cinq situations de deux types différents sont proposées à cent vingt-sept élèves. En premier lieu, des « tâches-questions ouvertes » sont proposées aux élèves, en ayant comme objectif de cerner les aspects auxquels ils peuvent faire appel verbalement pendant l'entretien. En deuxième lieu, des « tâches-situations expérimentales » sont proposées aux élèves comme

problèmes ouverts qui apportent des éléments de la pensée des enfants d'une manière plus pratique, par exemple en leur demandant d'indiquer les endroits où il y a de la lumière dans la pièce où ils se trouvent. Les résultats de cette recherche montrent que les enfants de l'école maternelle (5 ans) ne peuvent pas considérer la lumière comme une entité indépendante mais qu'ils la considèrent comme étant la source lumineuse et qu'ils se centrent sur les effets de la lumière. Dans le cas de la recherche menée par Gallegos-Cazares et al. (2009), les chercheurs effectuent une intervention didactique organisée avec une grande série d'activités pendant plus que six mois. Les élèves travaillent toutes les semaines autour des notions comme la couleur, la lumière et l'ombre. Quant au concept de la lumière, les chercheurs ont observé que le progrès des élèves d'école maternelle au Mexique était assez significatif en ce qui concerne la comparaison des explications données en pré-test et post-test en lien avec la lumière et l'interaction de la lumière avec la matière.

#### *2.4.1.2 Des recherches qui concernent l'école élémentaire*

Ravanis et Papamichael (1995) soulignent le rôle de la médiation sociale dans la déstabilisation didactique d'une conception « horizontale » de la propagation de la lumière chez des enfants de 10 à 11 ans. Les chercheurs ont utilisé la méthodologie des pré-test et post-test en ayant comme objectif de comparer l'évolution de la compréhension de la propagation rectiligne de la lumière dans la pensée des élèves. Dans cette recherche, les chercheurs ont choisi, à partir d'un échantillon plus large, uniquement les élèves qui ne pouvaient pas fournir de réponses correctes concernant le phénomène étudié. Enfin, ils ont choisi 104 élèves par le biais d'entretiens individuels dirigés. Ces 104 élèves ont été répartis dans un groupe expérimental et un groupe contrôle. Dans le premier groupe, les enfants ont participé deux mois après le pré-test aux activités créées pour la déstabilisation de leurs conceptions naïves et les enfants du deuxième groupe ont suivi deux mois après le pré-test l'enseignement scolaire avec la classe. De plus, quatre mois après l'intervention didactique, un deuxième post-test a été effectué pour vérifier « si les transformations réalisées dans le raisonnement des enfants du groupe expérimental sont restées statistiquement significatives par rapport aux transformations réalisées chez les enfants du groupe contrôle ». Les pré-tests et les post-tests ont été structurés en trois tâches en utilisant un carton simple, un carton avec un orifice et une source lumineuse. Pour le groupe expérimental, la procédure de déstabilisation didactique et d'apprentissage consistait en une série d'interventions du chercheur créées pour conduire à un conflit avec les représentations spontanées des enfants. Etant donné que les enfants du groupe expérimental reconnaissaient déjà la lumière comme une entité autonome, les chercheurs ont essayé d'examiner leurs représentations concernant le déplacement de la lumière dans toutes les directions et la propagation rectiligne de la lumière. Pour la première question, ils ont utilisé une source lumineuse et une poupée et ils ont pris les prévisions des enfants concernant le fait que la poupée peut voir la lumière quelle que soit sa position par rapport à la ligne horizontale. A la deuxième question, il est demandé aux enfants de prévoir et d'expliquer si la lumière atteindra leurs yeux en utilisant un tuyau pour la voir. Ensuite, ils doivent faire la même chose mais en utilisant deux tuyaux qui sont placés de telle manière que le deuxième empêche la propagation du faisceau lumineux. Dans les deux cas, les enfants, après les prévisions, font eux-mêmes l'expérience avec ces outils. Au niveau des résultats, dans chaque situation étudiée, les résultats des pré-tests et les post-tests qui ont été analysés montrent que le groupe expérimental a fait des progrès plus marquants que le groupe témoin en matière d'explication des phénomènes par rapport à la propagation de la lumière et à la stabilité de ces connaissances.

Par ailleurs, Ravanis (2012) étudie les représentations des enfants de dix ans sur la lumière dans une perspective piagétienne. Tout d'abord, il précise l'obstacle principal qui est mis en valeur par des recherches précédentes sur ces représentations, et qui concerne « la reconnaissance de la lumière comme étant une entité distincte et autonome, indépendante des sources qui la produisent et des effets qu'elle provoque, existant dans une certaine région de l'espace. ». A partir des résultats de cette recherche, l'auteur essaie de construire un modèle d'intervention didactique pour surmonter les obstacles cognitifs créés par les représentations des élèves. Cent trente-deux enfants ont participé à cette étude et les données de l'échantillon ont été collectées via des entretiens individuels directifs. Plus précisément, cinq situations ont été proposées aux élèves : deux « tâches-questions ouvertes » et trois « tâches- situations expérimentales » concernant la reconnaissance de la lumière comme étant une entité indépendante dans l'espace. En ce qui concerne les résultats, les réponses des enfants de dix ans montrent que l'obstacle qui empêche la construction mentale d'une conception de la lumière comme entité est la centration sur les effets visibles produits et/ou les sources lumineuses. Pour la majorité des élèves, leurs représentations sont dominées par la pensée préopératoire. Le chercheur explique qu'un enfant ignore le champ de propagation de la lumière (CPL) pour se centrer exclusivement sur les sources lumineuses (SL) et/ou sur les surfaces visiblement éclairées par les faisceaux lumineux (SVE), en réalisant un raisonnement d'une transition directe :  $SL \rightarrow SVE$ . En revanche, une forme particulière de la transitivité logico-mathématique conduit vers un raisonnement qui reconnaît la propagation de la lumière dans l'espace en deux étapes :  $SL \rightarrow CPL$  et  $CPL \rightarrow SVE$ , alors  $SL \rightarrow SVE$ . La représentation des élèves concernant le concept de la lumière en tant que processus en deux étapes implique la compréhension de la lumière dans l'espace. Selon Ravanis, il est d'abord nécessaire de construire l'idée que la lumière est une entité autonome qui arrive au récepteur indépendamment de la source lumineuse. Ensuite, en partant de cette idée, l'élève pourra construire d'autres notions et comprendre d'autres phénomènes liés à la lumière à l'instar de la propagation rectiligne de la lumière. De surcroît, l'auteur constate que même pour les enfants qui reconnaissent la lumière dans l'espace, le plus important est la stabilisation de cette idée dans toutes les tâches proposées. Enfin, le chercheur souligne que la reconnaissance de la lumière comme entité est un « préalable » à toute activité didactique liée à la lumière, comme la formation des ombres.

De son côté Castro (2013) mène une recherche auprès de 112 élèves concernant les représentations en fin d'école primaire sur le concept de la lumière. Le chercheur a mené des entretiens directifs individuels avec ces élèves et il a montré que ces derniers n'ont pas de conceptions compatibles avec le modèle scientifique de la lumière. Cette recherche démontre également que les élèves ont des difficultés à reconnaître l'existence de la lumière dans l'espace, fait qui selon Castro, est probablement expliqué par la nature différente de la lumière et de la source lumineuse. Le chercheur souligne que, connaissant ce type de représentations, des procédures didactiques concrètes et pertinentes peuvent être proposées dans le but de faciliter le passage à de nouvelles représentations plus compatibles avec le modèle scientifique de la lumière en optique géométrique. Castro rejoint l'idée émise par Ravanis (1996, 2012) et par Resta-Schweitzer & Weil-Barais (2007) concernant l'importance de la conception que la lumière est une entité indépendante des sources lumineuses afin de construire l'idée de la propagation rectiligne de la lumière et d'étudier n'importe quel phénomène optique à l'instar de la formation des ombres ou même la formation d'images issues d'un miroir. Enfin, le chercheur souligne qu'il est possible que les élèves n'arrivent pas à concevoir la lumière comme une entité en mouvement mais au contraire qu'ils la conçoivent comme quelque chose de

statique.

Par ailleurs, nous observons que deux recherches (Grigorovitch, 2014 ; Rodriguez & Castro, 2016) font usage de l'idée de la propagation de la lumière en deux étapes (Ravanis, 1999, 2012) afin de passer de la centration des élèves (de 10 ans pour la première recherche et de 8 ans pour la seconde) à la source lumineuse et aux effets de la lumière vers la considération de la lumière en tant qu'entité autonome. Ainsi, après avoir posé aux élèves des questions comme « D'où vient la lumière ? » et « Comment la lumière vient-elle à nous ? » les chercheurs présentent ensuite une analogie pour parler du chemin que la lumière poursuit afin d'arriver vers nous. Pour arriver à cela est évoquée la provenance de la lumière du soleil qui se dirige dans l'espace vers la Terre et vers d'autres planètes, le fait que la lumière a dû passer par l'atmosphère et les nuages pour arriver jusqu'à nous. De plus, une série d'images tirées de la vie quotidienne dans lesquelles des faisceaux de lumière sont visibles dans l'air est montrée aux élèves. Dans les deux recherches, des pré-tests et des post-tests ont eu lieu et les élèves ont été séparés en groupe contrôle et groupe expérimental afin de comparer une intervention didactique « classique » et une intervention où la pensée transitive et l'idée que la lumière voyage depuis l'espace sont centrales.

## 2.4.2 La notion d'ombre

En ce qui concerne la notion de l'ombre, un certain nombre de stratégies d'intervention basées sur les représentations mentales des élèves, ainsi que sur le rôle essentiel de l'enseignant, mènent à des résultats importants en lien avec la construction de la notion d'ombre dans la pensée des élèves à l'école maternelle et à l'école élémentaire.

### 2.4.2.1 Des recherches à l'école maternelle

La recherche de Ravanis, Charalampopoulou, Boilevin et Bagakis (2005) se réfère à la tentative de déstabilisation des représentations spontanées de la formation de l'ombre par les enfants de l'école maternelle (5-6 ans) avec une procédure didactique. Ayant tout d'abord réalisé une analyse des recherches antérieures, les auteurs identifient les principaux obstacles dans la pensée des enfants. Les chercheurs utilisent un protocole strict d'expérimentation avec un groupe contrôle en utilisant une approche empirique et un groupe expérimental en utilisant une approche sociocognitive. Les interventions didactiques sont faites par les enseignants de la classe, professeurs expérimentés et habitués à l'enseignement des sciences mais avec un fort soutien direct des chercheurs, conditions qui ne correspondent pas à une situation d'enseignement de sciences réelle en école maternelle. Selon cette recherche, les élèves de 5 à 6 ans rencontrent une difficulté par rapport à la reconnaissance du mécanisme de la formation de l'ombre. Souvent, ils ne peuvent pas définir la place de l'ombre par rapport à la place de la source et de l'obstacle et enfin il leur est difficile d'identifier la correspondance entre le nombre de lampes et d'ombres.

En ce qui concerne les conceptions mentales, Ebersbach et Resing (2007) étudient les paramètres qui peuvent influencer la taille d'une ombre à l'instar de la taille d'un objet et la distance entre un objet et une source lumineuse. Les sujets qui participent à l'étude sont des enfants de cinq, neuf et treize ans ainsi que des adultes. Les chercheurs ont observé que quand

on est plus âgé on peut intégrer plusieurs variables dans la compréhension du phénomène. Ainsi, quelques enfants de 5 ans n'ont pas réussi à tenir compte de deux variables (la taille de l'objet et la distance de la source lumineuse) mais au contraire, les élèves de treize ans et les adultes prennent toujours en considération ces deux variables.

Pour leur part, Herakleioti et Pantidos (2016) et Pantidos, Heraklioti et Chachlioutaki (2017) montrent qu'une approche liée au mouvement et à l'expression corporelle de jeunes élèves conduit à des résultats intéressants et à un effet positif sur l'apprentissage de cette notion. Herakleioti et Pantidos (2016) ont appliqué cette approche dans une activité proposée aux élèves d'école maternelle concernant la formation d'une d'ombre. En utilisant une source lumineuse grande et assez puissante et le corps des enfants dans le rôle de l'obstacle, la formation de leur ombre est au centre de l'activité. Les chercheurs observent que les élèves, en utilisant leurs corps comme obstacle, ont pu explorer la direction de la lumière et observer la place de la source lumineuse ainsi que le rapport avec l'obstacle. Les élèves ont d'abord émis des hypothèses qu'ils ont testé par eux-mêmes ensuite. Selon les chercheurs, le groupe d'élèves qui a participé à cette activité a même refait usage de l'apprentissage issu de cette expérience dans d'autres situations, fait qui amène les chercheurs à observer un changement conceptuel. Les chercheurs soulignent que cette approche « a explicitement incorporé la propagation rectiligne de la lumière dans le processus de la formation de l'ombre quand en même temps elle a soutenu l'apprentissage au travers d'une expérience directe » (p. 21) ('explicitly incorporates the rectilinear movement of light into the process of shadow formation, while also providing learning through direct experience'). De son côté Goldin-Meadow (2003) souligne que la gestuelle du corps contribue considérablement à l'apprentissage. Une autre recherche de Roth et Lawless (2002) montre que la gestuelle pourrait constituer le lien entre les expériences et le langage abstrait des concepts scientifiques. Ils présentent une série d'épisodes de différents niveaux de classe où les élèves donnent des explications pour un certain nombre de notions scientifiques abstraites à l'instar de la force et de l'électricité. Les chercheurs montrent que les élèves ont à chaque fois utilisé des gestes, des analogies et leurs corps afin d'élaborer des explications pour des notions abstraites. Enfin, les chercheurs mettent l'accent sur la gestuelle, non seulement pour expliquer l'apprentissage de notions, mais en même temps pour souligner que cela pourrait être considéré comme un outil pour l'enseignement de notions abstraites.

Impedovo et al. (2017) ont mené une recherche avec 44 élèves en grande section d'école maternelle (5 à 6 ans). Les chercheurs ont effectué et filmé des pré-tests et des post-tests ainsi qu'une intervention didactique de neuf séances. L'objectif de leur recherche est une analyse centrée sur la compréhension de la formation des ombres. A partir de cette analyse, les chercheurs ont observé l'interaction entre les enfants et les outils utilisés dans l'intervention didactique, la place du corps dans l'enseignement de cette notion et l'aspect verbal. Après avoir effectué l'analyse, ils ont particulièrement observé une influence entre tous les éléments donnant comme résultat une bonne compréhension du phénomène. Les chercheurs ont identifié une série d'éléments à améliorer dans l'intervention didactique qui concerne la formation des ombres mais qui peuvent également servir à la construction d'autres interventions didactiques en sciences. Ils soulignent d'abord qu'il serait important de consacrer un temps de familiarisation des enfants avec les objets qui seront utilisés pendant l'intervention et ensuite qu'il faudrait faire participer tous les élèves de la classe dans l'activité. Les chercheurs mettent ainsi l'accent sur le rôle de l'enseignant afin d'attirer l'attention des élèves et de les aider à rester concentrés sur l'objectif de l'activité. Selon les chercheurs, il serait nécessaire

« d'extérioriser » ce qu'ils ont appris en faisant un travail collectif ou individuel à l'instar d'un dessin ou d'une production commune. Enfin, ils soulignent l'importance de poser des questions ouvertes à la fin de l'intervention didactique dans le but de promouvoir la créativité, la réflexion et la curiosité que les sciences peuvent leur offrir.

#### *2.4.2.2 Des recherches à l'école élémentaire*

De leur côté Ravanis, Kilani, Boilevin et Koliopoulos (2013) décrivent les représentations d'enfants de dix ans sur la formation des ombres. Les auteurs soulignent les principaux obstacles dans la pensée des enfants, comment ils ont été mis en valeur par des recherches précédentes et ils se réfèrent à la nécessité de la médiation didactique pour que ces représentations primitives puissent être déstabilisées. Dans l'étude présentée dans cet article, les auteurs examinent les représentations spontanées des enfants en ayant comme objectif l'élaboration d'un modèle d'intervention didactique pour surmonter des obstacles cognitifs. Pour cet examen des représentations sur la formation des ombres, les chercheurs ont réalisé des entretiens individuels directifs sur cent vingt sujets, en utilisant trois tâches distinctes. Dans la première tâche, les élèves doivent faire des expériences avec les objets que les chercheurs leur donnent. Cependant, ces objets ne sont pas précisés dans l'article en question. Dans la deuxième tâche, il faut se pencher sur quatre images par rapport à la formation et la place de l'ombre concernant la/les lampe(s) et l'obstacle. Finalement, dans la troisième et dernière tâche, les enfants doivent indiquer trois places, entre l'obstacle et un carton en face de l'obstacle, où l'ombre de l'obstacle pourrait se former si on allumait la lampe qui se trouverait de l'autre côté de l'obstacle. Les résultats obtenus montrent que la pensée des élèves se centre sur les sources lumineuses et sur les objets –obstacles mais l'ombre n'est pas associée à l'empêchement de la propagation de la lumière. De plus, les auteurs constatent qu'il est plus difficile pour les enfants de prévoir la formation des ombres dans les tâches où les lampes sont présentes contrairement aux tâches où il faut prévoir la place de la lumière par rapport à l'ombre qui est créée. Enfin, la majorité des enfants ne peuvent pas reconnaître l'espace ombreux, ni distinguer les objets et les ombres comme deux entités qui ont un statut différent. Néanmoins, les chercheurs mentionnent qu'« une connaissance claire des différents types de représentations permet la mise au point de procédures didactiques susceptibles de favoriser le passage aux nouvelles représentations ».

Dans une autre recherche, Grigorovitch et Nertivich (2017) ont étudié les représentations mentales de 229 élèves de 10 à 12 ans concernant la formation des ombres. Les chercheurs ont effectué un entretien contenant une discussion ouverte et deux tâches. Les résultats de cette recherche montrent que les représentations initiales des élèves peuvent constituer un obstacle pour la compréhension de la formation des ombres et le positionnement de la source lumineuse à ce phénomène.

Certes ce phénomène, qui est assez étudié dans la recherche, fait partie de la vie quotidienne des élèves et il est facilement observé en jouant avec son ombre comme nous l'avons vu dans la recherche de Herakleioti et Pantidos (2016), mais les élèves ne disposent pas souvent de conceptions ressemblantes au modèle scientifique (Chen 2009 ; Grigorovitch & Nertivich, 2017 ; Castro, 2019). Il semble que les élèves, ayant une grande difficulté avec la compréhension du concept de la lumière, n'arrivent pas à décortiquer le phénomène de la formation des ombres en se basant sur le cadre de l'optique géométrique.

Au niveau des enseignants, l'étude de Parker (2006) est centrée sur un enseignement préparé

autour du phénomène de la formation des ombres. Le chercheur rejoint les idées exprimées précédemment concernant l'importance du concept de la lumière afin de comprendre le phénomène de formation des ombres. Il met l'accent sur la structure du contenu scientifique et pédagogique dans la préparation des interventions didactiques envisagées par les enseignants. Le chercheur a étudié le contenu scientifique et pédagogique élaboré par 13 groupes d'enseignants pendant une formation en ce qui concerne la production des ombres dans un contexte centré sur le changement conceptuel des élèves. Les enseignants devaient utiliser la stratégie du conflit cognitif afin de promouvoir ce changement. Enfin, Parker souligne que pour expliquer le phénomène des ombres, il est particulièrement nécessaire de faire une synthèse complexe du savoir autour du concept de la lumière : « la lumière en tant qu'entité produite par une source, la lumière en tant qu'entité qui se propage dans l'espace, la réflexion et l'absorption de la lumière quand elle interagit avec un objet, la formation de l'ombre en tant qu'un espace sombre duquel l'intensité varie selon la quantité de la lumière réfléchie dans l'œil et le rôle de l'œil en tant que récepteur » (p. 1551).

### 2.4.3 Synthèse des principales difficultés par rapport aux notions de lumière et d'ombre

Nous présentons sous forme de tableau (tableau 6) les principales difficultés (Arnantonaki, 2015) rencontrées dans la bibliographie concernant les élèves à l'âge préscolaire et à la fin de l'école primaire regroupant les notions de lumière et d'ombre. Nous observons que les difficultés rencontrées par les élèves à l'école primaire et à l'école maternelle concernant la compréhension des notions de lumière et d'ombre ont de grandes similitudes.

*Tableau 6-Les principales difficultés des élèves pour la compréhension des notions de lumière et d'ombre (Arnantonaki, 2015)*

Difficultés des enfants de 5 à 6 ans	Difficultés des enfants de 10 à 11 ans
Difficulté à considérer la lumière comme une entité autonome	Difficulté à comprendre la propagation rectiligne de la lumière
Difficulté à ne pas se centrer sur la source lumineuse en la considérant comme étant la lumière	Difficulté de concevoir la lumière comme entité à cause de la centration sur les effets visibles produits et /ou les sources lumineuses
Considération de la lumière comme étant les effets de la lumière	Difficulté à associer l'ombre à l'empêchement de la propagation de la lumière
Difficulté par rapport à la reconnaissance du mécanisme de la formation de l'ombre	Difficulté à prévoir la formation des ombres aux tâches où la source lumineuse est présentée
Difficulté à définir la place de l'ombre par rapport à la place de la source lumineuse et de l'obstacle	Difficulté à reconnaître l'espace ombreux
Difficulté à identifier la correspondance entre le nombre de sources lumineuses et d'ombres	Difficulté à distinguer les objets et les ombres comme deux entités qui ont un statut différent

Nous avons présenté dans ce chapitre quelques éléments concernant les représentations et les obstacles dans la pensée des enfants de 5 à 6 ans et ensuite nous nous sommes penchés sur les représentations et les obstacles chez les enfants d'une tranche d'âge supérieure, c'est-à-dire en fin de cursus de l'école élémentaire afin d'avoir une image complète des représentations des élèves à l'école primaire concernant les notions de lumière et d'ombre. Ensuite, nous avons



présenté un tableau récapitulatif des difficultés que les élèves d'école primaire rencontrent. Il semble qu'il soit nécessaire de travailler d'abord sur le concept de la lumière afin que les enfants distinguent la lumière des sources lumineuses et des signes lumineux visibles et qu'ils considèrent la lumière comme une entité autonome afin de travailler ensuite sur d'autres phénomènes comme la formation des ombres. La recherche sur ce sujet montre que la difficulté qui concerne la distinction entre la lumière et les sources lumineuses est probablement associée à la faiblesse des enfants à penser en deux temps, de la source à l'espace et de l'espace à la tache lumineuse (Ravanis, 1999, 2012 ; Grigorovitch, 2014 ; Rodriguez & Castro, 2016).

## Chapitre 3. Le modèle précurseur

Cette notion, initialement conçue par Lemeignan et Weil-Barais (1993) pour l'enseignement des concepts de la mécanique au collège et au lycée, a été ultérieurement utilisée, dans les années 2000 (Ravanis, 2000, 2005), dans l'éducation scientifique des jeunes élèves. Prenant comme base le cadre sociocognitif, ce modèle semble se former en tant qu'entité dans la pensée des élèves et contient des caractéristiques stables et compatibles avec les modèles scientifiques (Ravanis, 2020). Nous présentons d'abord le concept d'objectif-obstacle qui semble être une notion centrale dans la construction d'un modèle précurseur. Nous continuons avec le concept de modèle précurseur pour arriver aux modèles concernant les notions de lumière et d'ombre que nous utilisons dans notre travail de recherche.

### 3.1 Le concept d'objectif-obstacle

Martinand (1986) introduit le concept de l'objectif-obstacle en faisant deux hypothèses. La première est qu'il « est possible de trouver un nombre limité de progrès décisifs, non acquis spontanément mais qui ont une signification du point de vue de la pensée scientifique ou technologique, des attitudes et des capacités correspondantes ». La seconde hypothèse est que dans une activité, il existe à un moment donné du parcours éducatif « un obstacle décisif, dont l'aspect dominant se situe dans une des grandes catégories d'objectifs, attitudes méthodes, connaissances, langages, savoir-faire » (pp. 109-114). De son côté, Ravanis (2010) explique que les représentations des enfants peuvent être un obstacle au processus de leur apprentissage. Selon lui, la transformation de ces représentations indépendamment de l'âge des enfants, se heurte souvent à des difficultés.

Le travail de recherche avec les enfants de divers âges a montré que l'élaboration et la transformation de leurs représentations sont très souvent entravés par divers obstacles : les limites qui posent les domaines d'expérience des enfants, la polysémie éventuelle des mots, leurs niveaux psychogénétiques, leurs centrations aux endroits des dispositifs expérimentaux qui ne sont pas pertinentes à l'appropriation du savoir, leurs attitudes et pour les plus petites enfants les types de leurs explications souvent animistes, artificialistes, finalistes, égocentriques et aussi leurs structures mentales logiques. La prise en compte de ces multiples difficultés que nous rencontrons nous conduit à la désignation de nos objectifs didactiques en termes de dépassement des obstacles (p. 4).

### 3.2 Le concept de modèle précurseur

#### 3.2.1 Modèles et modèle précurseur

Un grand nombre de chercheurs considère qu'il serait important de recourir à un enseignement basé sur les modèles et la modélisation en sciences afin d'améliorer la compréhension des phénomènes naturels complexes (Clement, 1989 ; Weil-Barais et Lemeignan, 1990 ; Gobert et Clement, 1999 ; Penner, 2001 ; Izquierdo-Aymerich et Adúriz-Bravo, 2003 ; Crawford et

Cullin, 2004 ; Acher, Arcà, et Sanmartí, 2007 ; Khan, 2007 ; Koponen, 2007 ; Oh et Oh, 2012 ; Windschitl et Thompson, 2006 ; Roy, 2018). Comme nous l'avons évoqué précédemment, les modèles peuvent être également catégorisés selon leurs fonctions. Walliser (1977), propose dans son livre une catégorisation des modèles selon leurs fonctions. Parmi cette catégorisation, il propose le type de modèles cognitifs qui englobe deux sous-types : les modèles explicatifs et les modèles descriptifs. Le premier sous-type, le modèle explicatif permet, selon le chercheur, de déduire des propriétés nouvelles d'un système. Le deuxième sous-type, le modèle descriptif, permet de fournir une représentation de ce système et sert à représenter les relations qui existent entre variables d'entrée et variables de sortie du système (p. 179-180). Comme nous l'avons déjà évoqué, les modèles peuvent être considérés comme étant des objets intermédiaires entre deux mondes : d'une part le monde empirique qui provient du monde des objets et des événements et d'autre part le monde des théories (Walliser, 1977 ; Bunge, 1975 ; Bachelard, 1979 ; Tiberghien, 1994 ; Roy, 2018).

En faisant une rétrospective dans la bibliographie, nous repérons les différents points de vue concernant la nature du modèle précurseur et ensuite nous présentons sa définition par ces créateurs Lemeignan et Weil-Barais (1994). Le modèle précurseur est considéré comme un modèle d'enseignement (Gilbert et Boulter, 1998 ; Erduran and Duschl, 2004), comme un modèle initial ou scolaire (Izquierdo et al., 1999 ; Pujol, 2003 ; Canedo-Ibarra, 2005 ; Sanmartí, 2005), comme un modèle spécialement construit afin de promouvoir la compréhension d'un phénomène d'un point de vue scientifique scolaire (transposé) avec un certain nombre de spécificités et de niveaux d'abstraction (Izquierdo et Adúriz-Bravo, 2001, 2003 ; Izquierdo, 2005). Un modèle précurseur pourrait également être utilisé en tant que guide et véritable outil d'enseignement pour l'enseignant (Canedo-Ibarra et al., 2010). Enfin, ce modèle pourrait être adapté aux conditions cognitives des enfants dès l'âge préscolaire afin qu'ils puissent interpréter les phénomènes de la vie quotidienne d'une perspective scientifique (Ravanis, 2000, 2010 ; Ravanis et al., 2008 ; Delserieys et al., 2018 ; Ravanis, 2020).

### 3.2.2 La définition initiale du concept

Selon Lemeignan et Weil-Barais (1994), la connaissance des activités cognitives qui sont liées à la construction et à l'usage des concepts et modèles pourrait nous aider à comprendre la difficulté des enfants concernant l'acquisition des concepts et des modèles de physique. De plus, il faut pouvoir décrire la nature des changements qui interviennent dans la pensée. De cette façon, on pourrait mieux planifier des environnements d'apprentissage pour les élèves. En général, les élèves, selon Lemeignan et Weil-Barais, utilisent les modèles pour répondre aux questions de physique. A l'aide de ces modèles, ils peuvent expliquer leur pensée et souvent prédire ce qui peut se passer pendant une situation expérimentale, mais ces modèles sont différents des modèles scientifiques. Les modèles des élèves sont inspirés de leurs représentations mentales. A contrario, comme les auteurs le constatent dans le cadre de leur travail, les modèles scientifiques sont des « représentations symboliques conventionnelles ». De plus, les représentations des élèves correspondent à un « champ » plus limité, contrairement aux modèles scientifiques qui correspondent à plusieurs situations et possède un plus vaste domaine de validité. Une autre caractéristique, que les auteurs mentionnent, est que les représentations des élèves sont souvent trop spécifiques, c'est-à-dire qu'ils identifient une représentation à une situation précise. En physique, on doit au contraire avoir des

représentations qui peuvent s'adapter à de nombreuses situations. Selon les chercheurs, un modèle précurseur conserve certaines caractéristiques du modèle scientifique et qui fonctionne probablement comme « véhicule » dans la pensée de l'enfant afin de le conduire vers l'apprentissage d'un phénomène. On pourrait dire que le modèle précurseur est un modèle intermédiaire entre les représentations des enfants et le modèle scientifique transposé. Selon les chercheurs, il s'agit plus particulièrement de constructions mentales avec un champ d'application limité qui préparent la pensée des élèves pour les modèles transposés à venir plus tard dans d'autres niveaux de l'école. Ainsi, nous considérons que le modèle précurseur est un objet intermédiaire entre deux mondes : le monde empirique d'où viennent les représentations des élèves et le monde théorique d'où vient le modèle scientifique. Selon les définitions que nous avons présenté dans le chapitre 2.1, nous considérons également que le modèle précurseur constitue un modèle mental et un modèle cognitif descriptif. Weil-Barais (2001) souligne que ces constructions cognitives sont élaborées dans un environnement d'apprentissage structuré et que sans cette construction, sans ces modèles précurseurs, il pourrait être difficile ou même impossible d'envisager d'autres constructions cognitives dans le futur.

Sur la base de ce qui est mentionné précédemment, nous supposons que le concept de « modèle précurseur » qui est proposé par Lemeignan & Weil-Barais pourrait être efficace pour le progrès cognitif et l'évolution des représentations des enfants dès un jeune âge. Selon les chercheurs :

Le qualificatif précurseur associé au mot modèle signifie qu'il s'agit de modèles préparant l'élaboration d'autres modèles. En conséquence, les modèles précurseurs comportent un certain nombre d'éléments caractéristiques des modèles savants vers lesquels ils tendent. Ces éléments peuvent concerner des entités hypothétiques, des opérations de pensée associées à la manipulation de ces entités ou des représentations symboliques. Les modèles précurseurs ont nécessairement un domaine de validité moindre que les modèles savants. Ils sont cependant calculables au sens où ils permettent de faire des prédictions sur des sens de variation de grandeurs physiques ou d'effets produits (...). Les modèles précurseurs constituent ainsi des constructions didactiques conçues pour aider les élèves à accéder aux modèles savants. Ils sont donc précurseurs au regard du développement cognitif. Ce ne sont pas des précurseurs historiques. L'évolution des modèles scientifiques procède davantage de ruptures que de filiations. Comme au plan cognitif les filiations sont plus aisées à réaliser que les ruptures, il est souhaitable didactiquement d'organiser les filiations (Lemeignan & Weil-Barais, 1993, p. 26).

Les chercheurs expliquent que « Le présupposé dont nous sommes partis est qu'il est possible d'explicitier, de systématiser les représentations personnelles, de cerner leur domaine de validité pour en faire des représentations au sens d'une modélisation. Ces modèles peuvent, dans certains cas, constituer des précurseurs des modèles scientifiques » (Weil-Barais & Lemeignan, 1994, p. 98). Weil-Barais (1997) explique que de toute manière la construction d'un modèle en tant que représentation symbolique demande une articulation progressive entre les registres empirique, formel et cognitif.

### 3.2.3 Points de vue complémentaires sur le modèle précurseur

Ravanis (2020) souligne que le concept de modèle précurseur provient d'un cadre conceptuel rigoureux qui combine un certain nombre de concepts à l'instar de « l'abstraction réfléchissante » de Piaget (1977) et la « zone proximale de développement » de Vygotski (1934/1962). Piaget (1977) introduit la notion « d'abstraction réfléchissante » comme étant une procédure qui caractérise la construction de nouvelles formes de connaissance résultante des savoirs ou savoir-faire dont le sujet dispose déjà.

L'abstraction réfléchissante comporte toujours deux aspects inséparables : d'une part un réfléchissement, c'est-à-dire la projection (comme pour un réflecteur) sur un palier supérieur de ce qui est tiré du palier inférieur (par exemple de l'action à la représentation), et d'autre part une réflexion en tant qu'acte mental de reconstruction et réorganisation sur le palier supérieur de ce qui est ainsi transféré de l'inférieur (p. 303).

La « zone proximale de développement » est généralement définie comme la distance entre ce que l'enfant peut effectuer ou apprendre seul selon son niveau de développement actuel et ce que l'enfant peut apprendre potentiellement avec l'aide d'une personne plus experte (Vygotski, 1934/1962).

Weil-Barais (1994) met l'accent sur le concept de la « zone proximale de développement » en expliquant que la construction d'un modèle précurseur dans la pensée de l'enfant à partir de ses représentations mentales ne peut pas être spontanée. La chercheuse explique que quand les élèves participent à une activité complexe, l'enseignant en tant que médiateur, peut les aider à accéder à une nouvelle « zone proximale de développement ». L'enfant a ainsi besoin de cette médiation pour arriver vers le modèle précurseur. Dedes et Ravanis (2009) précisent que « the mediating role of the teacher consists, on the one hand, in becoming actively involved in diagnosing the students' contradictions and, on the other hand, in responding to these contradiction » (p. 59) (le rôle médiateur de l'enseignant consiste d'un côté à devenir activement engagé en repérant les contradictions des élèves et de l'autre à répondre à ces contradictions [traduction libre]). De leur côté, Impedovo et al. (2017) soulignent l'importance du discours oral de l'enseignant pendant cette médiation car son rôle s'avère important pour la compréhension du phénomène étudié par les élèves. L'enseignant a une double difficulté à gérer : celle de la complexité du phénomène étudié, associée à l'interaction entre les élèves ainsi que les difficultés rencontrées dans leur pensée. Le rôle de l'enseignant semble être indispensable à l'école maternelle afin d'aider les élèves à faire le lien entre les concepts de la vie quotidienne et les concepts scientifiques (Fleer, 2009 ; Ravanis et al., 2008). De plus, Fleer et March (2009) soulignent que le rôle de l'enseignant est nécessaire afin de réussir une transition à travers une stratégie didactique spécifique dans le but d'aider au développement de possibilités intellectuelles préexistantes de l'enfant.

Ravanis (2020) commente les ressources utilisées par la communauté scientifique afin de développer un modèle précurseur en mettant l'accent sur le fait qu'il s'agit d'une entité cognitive qui se transforme pour arriver à une compatibilité avec le contenu de sciences destiné à l'enseignement dans la classe. Il explique ainsi que pour la construction d'un tel modèle, on prend en considération premièrement les représentations des élèves avec les obstacles, synonymes des difficultés dans la pensée de l'enfant, deuxièmement les pratiques enseignantes

et enfin le savoir scientifique transposé pour être enseigné à l'école.

De toute manière, les trois éléments repérés par Ravanis (*ibid.*) coexistent toujours mais il faudrait si possible un équilibre entre les trois afin de réussir une construction cognitive. Depuis la proposition de ce concept par Lemeignan et Weil-Barais, la recherche dans ce domaine nous montre à chaque fois un autre point de vue du modèle précurseur. Par exemple, ce modèle a été utilisé en tant que cadre de référence dans la recherche de Ravanis (2010) dans le but de repérer « des éléments stables et articulés au niveau cognitif » qui caractérisent un système de relations pour former et maîtriser ensuite des modèles scientifiques. Plus particulièrement, comme nous l'avons déjà évoqué, il souligne la pertinence de ce concept dans le contexte de l'école maternelle. Il explique que nous pourrions considérer que les élèves de ce jeune âge ont réussi à construire un modèle précurseur s'ils arrivent à élaborer des prédictions et une description compatible avec les modèles transposés à l'enseignement. Il considère qu'avec cette construction, les jeunes enfants ont la possibilité de regrouper et d'organiser des informations qui ont du sens par rapport au réel mais qui sont compatibles en même temps avec les savoirs scientifiques. En outre, Boilevin (2005) souligne que « dans le cas de l'acquisition de connaissances scientifiques, le langage naturel doit être distingué du langage scientifique pour permettre la communication. ». D'ailleurs, Vygotski (1934/1962) en mettant l'accent sur la médiation pédagogique, explique que l'intelligence se développe grâce à certains outils psychologiques que l'enfant trouve dans son environnement parmi lesquels le langage. Le langage peut être considéré comme une trace du modèle précurseur à l'instar de l'enseignant qui utilise un vocabulaire précis liée au phénomène étudié et l'adoption ensuite de ce vocabulaire par l'enfant. Cela pourrait signifier qu'un changement cognitif a eu lieu et il est probable que l'enfant se dirige vers la construction de liens avec les notions du modèle scientifique.

Etant donné que les représentations des enfants sont très souvent basées sur leur vie quotidienne, Boilevin et al. (2016) soulignent que le modèle précurseur offre « une réorganisation et/ou une transposition des modèles scientifiques pour faire appel à des idées connues et familières de l'enfant ». Canedo Ibarra et al. (2010) expliquent que cette approche pourrait être utile quant au guidage et au soutien du processus d'enseignement et d'apprentissage dans la classe. En ce qui concerne l'utilisation et le développement de ces modèles dans des domaines scientifiques différents par les enseignants, Canedo Ibarra et al. (*ibid.*) considèrent que cette implication serait utile non seulement pour la compréhension du contenu scientifique mais également pour la compréhension du processus scientifique, indispensable pour la construction du contenu en question. D'une manière plus générale, les enseignants devraient comprendre également comment le modèle précurseur est construit pour pouvoir ensuite l'utiliser. En effet, une série de recherches montre que la compréhension des sciences par les enseignants dépend de leur compréhension concernant la construction, la validation et l'utilisation de modèles scientifiques par les chercheurs (Gilbert, 1991 ; Harrison et Treagust, 2000 ; Hestenes, 1992). « En d'autres termes, les enseignants devraient être conscients du rôle des modèles dans le processus de construction des savoirs scientifiques et de la modélisation comme support essentiel à la compréhension conceptuelle des concepts scientifiques. » (Danusso, Testa et Vicentini, 2010, p. 872).

D'un point de vue méthodologique, la construction d'un modèle précurseur demande une analyse épistémologique des obstacles principaux dans la pensée des élèves d'un âge précis.

Souvent le concept d'objectif-obstacle (Martinand, 1986) est utilisé afin de transformer ses obstacles en objectifs des activités qui sont ensuite proposées dans le scénario pédagogique. Une analyse est également faite concernant le savoir savant et l'écart qui se produit entre ce savoir et les conceptions des élèves. « Si l'on part d'une conception développementale des apprentissages, on peut s'appuyer sur un premier modèle précurseur et l'enrichir suivant l'âge des élèves d'un point de vue phénoménologique ou épistémologique. » (Boilevin et al., 2020, p. 66).

Pour résumer, les modèles précurseurs possèdent plusieurs intérêts (Arnantonaki et al., 2020, p. 154) :

- permettre de cadrer la définition d'interventions didactiques ciblées, rejoignant d'une certaine manière le « *Model of Educational Reconstruction* » (Duit et al., 2012) dans la mesure où la proposition didactique s'appuie à la fois sur une analyse fine du savoir en jeu et sur ce que les apprenants sont en mesure de s'approprier ;
- outiller l'enseignant dans son rôle de médiateur en permettant d'aménager des espaces de transition entre ce que l'élève sait déjà et de nouvelles connaissances qu'il est en mesure de construire, donnant une place importante au langage dans la formulation des modèles précurseurs (Delsérieys et al., 2018) ;
- guider l'élève pour accéder progressivement aux modèles savants, c'est-à-dire considérer qu'il lui est proposé des modèles « précurseurs sur le plan cognitif » qui accompagnent la construction d'une représentation nouvelle pour penser l'activité dans laquelle il est engagé.

### 3.3 Revue de littérature des travaux sur le modèle précurseur

Nous présentons ici une série de travaux sur le modèle précurseur. Nous avons repéré ces recherches en effectuant une recherche dans différentes bases de données ainsi que dans des revues scientifiques avec l'usage de certains mots-clés (modèle précurseur et enseignement de la physique, modèle précurseur sur la lumière, modèle précurseur sur l'ombre, modèle précurseur à école maternelle, etc.). La première recherche en question est menée en mécanique par Lemeignan et Weil-Barais (1993) sur des élèves âgés de 16 à 18 ans et elle concerne la construction de concepts de base à l'instar de la force, l'énergie et le mouvement. Il existe plus particulièrement un grand nombre de recherches menées sur l'appropriation de modèles précurseurs par les élèves de 5-7 ans. C'est ainsi le cas de la recherche empirique sur la construction d'un modèle précurseur concernant le phénomène de dilatation et de contraction thermique des métaux dans la pensée des élèves de 5 à 6 ans (Ravanis et al. 2013). Les 87 enfants qui ont participé à cette étude ont élaboré des prédictions et des explications pendant les 4 stades d'une expérience sur la dilatation et la contraction thermique d'une sphère métallique. Selon les chercheurs, la discussion qui a eu lieu entre eux et les élèves montre qu'ils ont pu construire un modèle précurseur stable. Soulignons qu'il s'agit ici d'une interaction entre chercheur et élèves sans implication de l'enseignant. De leur côté, Ravanis, Koliopoulos et Hadzigeorgiou (2004) ont mené une recherche avec un modèle précurseur sur le frottement et ont voulu tester si les élèves comprennent quels sont les facteurs dont dépend le frottement quand on projette un objet sur une surface horizontale. Pour ce faire, ils ont mis en œuvre deux interventions : la première destinée à un groupe expérimental basée sur une stratégie sociocognitive et la deuxième destinée à un groupe contrôle inspirée d'une approche

piagétienne. Dans cette recherche, 68 élèves de 5 à 6 ans sont impliqués et les chercheurs ont effectué des pré-tests et des post-tests avant et après l'intervention didactique. Les résultats montrent que élèves du groupe expérimental ont plus souvent repéré les deux variables qui influencent le frottement d'un objet, le poids et la nature de la surface qui est en contact avec l'objet. Ainsi, les chercheurs ont souligné que la stratégie sociocognitive a eu un effet positif sur la compréhension d'un modèle précurseur sur le concept de frottement. Ravanis, Koliopoulos et Boilevin (2008) ont également mené une recherche sur le roulement d'un objet en utilisant un échantillon de 88 élèves de 5 à 6 ans. Cette recherche vient donner, dans la continuité de la recherche précédente, des résultats identiques en faveur de l'approche sociocognitive.

De leur côté, Weil-Barais et Resta-Schweitzer (2008) proposent un modèle précurseur dénommé modèle « interposition-source-objet » pour l'interprétation du phénomène de la formation des ombres pour les enfants de 5 à 6 ans. Il s'agit d'une construction conceptuelle qui vise le passage du traitement du phénomène physique de la centration sur les propriétés de l'ombre, à l'instar de la couleur, la forme et la localisation, à la constitution d'un système relationnel. Plus précisément, il s'agit de reconnaître l'ombre comme étant l'absence de lumière provoquée par l'interposition d'un corps opaque situé entre la source lumineuse et l'ombre. Pour la construction de ce modèle précurseur, les chercheuses ont repéré dans la bibliographie les conceptions initiales des jeunes enfants concernant le phénomène de la formation des ombres et ont voulu « aménager une Zone de proche développement » en se penchant sur le rôle de l'enseignant. Les chercheurs notent pour le modèle précurseur : « C'est le modèle du développement cognitif mobilisé qui donne une idée des activités intellectuelles à solliciter auprès des enfants : centration sur les relations plus que sur les propriétés. Les activités de production de représentations (au moyen de gommettes ou d'un dessin) ont une valeur pragmatique : communiquer au groupe sa compréhension du phénomène, avoir une trace écrite des connaissances acquises et informer les autres du travail réalisé. ».

De leur côté, Ravanis, Christidou et Hatzinikita (2013) ont mené une recherche avec 170 élèves d'école maternelle afin d'étudier la compréhension du concept de lumière en tant qu'entité transmise indépendamment de la source lumineuse et le récepteur final. Ils adoptent une méthodologie de groupe expérimental et groupe contrôle où, dans le premier cas, ils proposent une série d'activités basées sur une approche sociocognitive et, dans le second, ils proposent un cadre empiriste. Ils optent pour des pré-tests et des post-tests et après une analyse statistique, ils observent que le progrès cognitif des enfants ayant participé dans le premier groupe est plus important que dans le second. Dans le cadre sociocognitif, les chercheurs ont utilisé une analogie pour le concept de la lumière en présentant le concept de « voyage » pour identifier la lumière en tant qu'entité autonome dans l'espace qui arrive vers la Terre. Ainsi, il semble que cette analogie et l'effet d'une perspective sociocognitive ont contribué à la construction d'un modèle précurseur pour la lumière dans la pensée des jeunes enfants.

Koliopoulos et al. (2004) ont mené de leur côté une recherche qualitative concernant la construction d'un modèle précurseur dans la pensée des élèves de 5 à 6 ans concernant le phénomène de la flottaison. Les chercheurs ont d'abord fait une analyse épistémologique dans la bibliographie afin de proposer un modèle qui pourrait être compatible avec le modèle scientifique sur la flottaison et l'immersion des objets. Ils ont repéré qu'habituellement les représentations naïves des jeunes enfants se trouvent autour de l'idée que les objets les plus



lourds coulent et les plus légers flottent. Selon les chercheurs, les possibilités cognitives d'un enfant de 5 à 6 ans permettent la formation d'un modèle précurseur compatible avec le modèle scientifique sous certaines conditions. Ainsi, ils expliquent que le concept central d'un modèle précurseur pour le phénomène de la flottaison serait la connexion du phénomène avec le type de matériau de l'objet observé. Les chercheurs ont proposé des entretiens individuels avec les enfants où ils devaient exprimer leurs prédictions et leurs explications pour une série d'objets de différents matériaux et de différentes tailles concernant une possible flottaison ou immersion de chaque objet dans l'eau. Après avoir effectué l'expérience, il est demandé aux élèves de comparer leur prédictions et explications avec le résultat de ce qu'ils ont observé pendant l'expérience. Les chercheurs ont analysé les réponses des élèves et ont observé que plusieurs élèves n'avaient pas seulement construit un modèle précurseur basé sur la nature du matériau de l'objet mais qu'ils avaient également un raisonnement plus complet. Les chercheurs soulignent que dans cette recherche qualitative l'accent est mis sur les possibilités de jeunes élèves en lien avec le phénomène étudié.

De même que dans l'étude de Koliopoulos et al. (2004), Canedo-Ibarra et al. (2010) travaillent autour d'un modèle précurseur sur la flottaison pour les élèves de 5 à 6 ans. Cependant, ces derniers se focalisent plus sur une perspective d'amélioration de l'enseignement des sciences à l'âge préscolaire. Les chercheurs ont élaboré des entretiens avant et après l'intervention didactique qui était construite en lien avec un modèle précurseur de flottaison basé sur la densité (figure 9). Selon les chercheurs, plusieurs enfants ont pu construire le modèle précurseur et ont élaboré un raisonnement caractérisé par « un haut niveau qualitatif ». Ainsi, ils affirment l'efficacité des activités éducatives proposées dans le contexte de l'éducation préscolaire qui ont pu contribuer à l'amélioration de l'enseignement et l'apprentissage des sciences dans la classe.

Precursor model of flotation used in this study

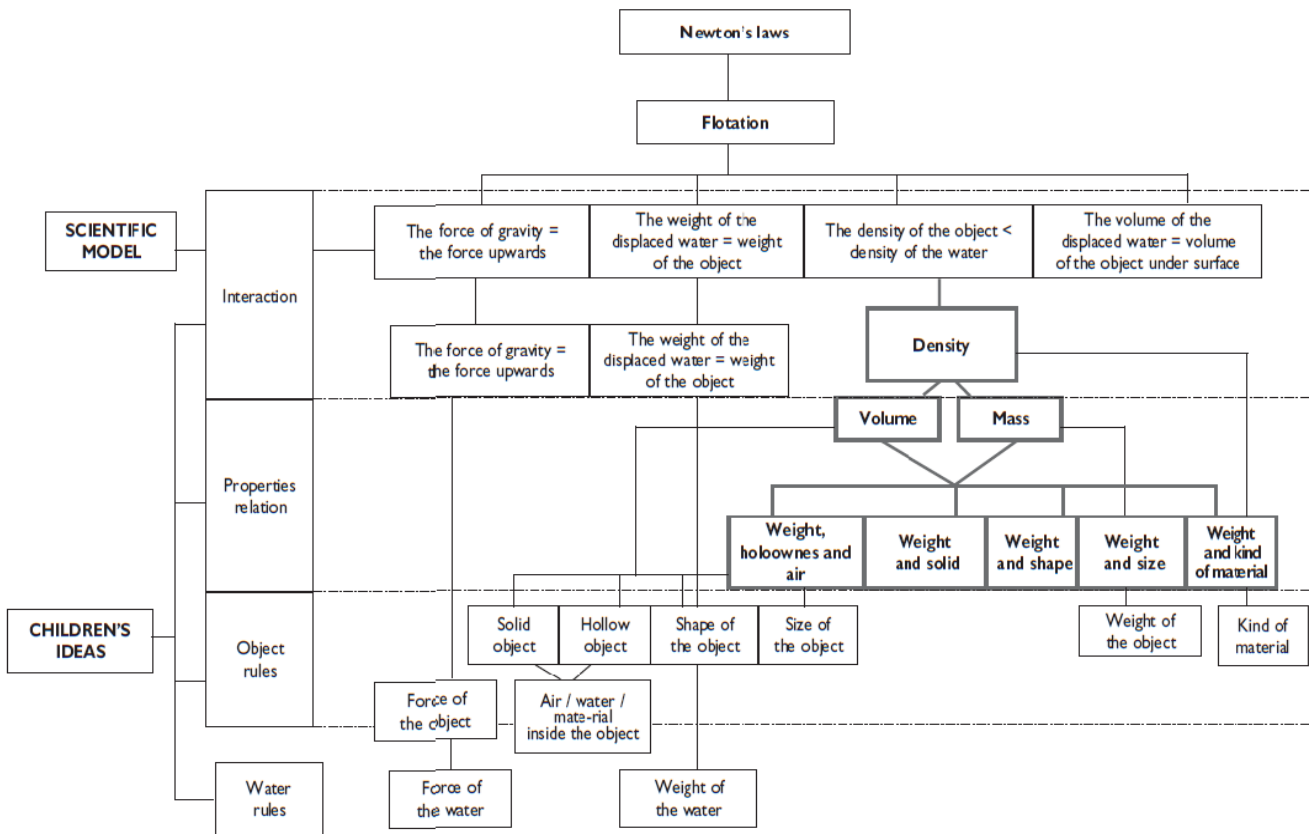


Figure 9-Le modèle précurseur élaboré par Canedo-Ibarra et al. (2010)

Pour notre part, nous avons mené une étude relative au modèle précurseur sur la lumière et aux interactions de la lumière avec les objets transparents ou opaques pour des élèves de 10 à 11 ans (Arnantonaki, 2016). D'un point de vue méthodologique, nous avons effectué une ingénierie didactique (Artigue, 1988) proposée à un enseignant expérimenté. Après avoir repéré les obstacles épistémologiques dans la bibliographie concernant les conceptions des élèves de 10 à 11 ans pour le phénomène étudié et les principes du modèle scientifique de l'optique géométrique, nous avons élaboré un scénario pédagogique. Dans celui-ci, les caractéristiques du modèle précurseur ont été transformées en objectifs des activités selon le principe du concept d'objectif-obstacle. Les éléments de notre modèle précurseur étaient les suivants : la considération de la lumière comme une entité autonome, la compréhension de la propagation rectiligne de la lumière, la prise de conscience de la manière dont on crée une ombre et la réalisation du « mécanisme » d'agrandissement et de rétrécissement d'une ombre. En menant cinq séances et une évaluation individuelle finale avec 32 élèves d'une classe de CM2 (Classe Moyenne Niveau 2, 10 à 11 ans) d'une école primaire publique en France, nous avons essayé d'abord de mener la pensée des élèves au modèle scientifique en utilisant le modèle précurseur et ensuite d'observer si les enfants adoptent le langage approprié aux phénomènes de la lumière. Une attention particulière était portée à l'enseignant afin d'observer s'il pourrait adopter le scénario pédagogique dans son enseignement. Ainsi, après avoir filmé les séances et avoir récupéré les fiches d'évaluation des élèves, nous avons fait une analyse en termes de savoirs véhiculés du côté des enfants et du côté de l'enseignant. En général, à la fin de chaque séance,

nous pouvons préciser que les élèves étaient probablement plutôt « proches » du modèle précurseur car le nombre d'élèves qui semblait être plus « éloigné » du savoir scientifique était faible. De plus, les élèves ont utilisé le vocabulaire approprié en lien avec le modèle précurseur afin d'explicitier leurs réponses. Cependant, nous ne pouvons pas affirmer que la progression des enfants était due seulement au modèle précurseur que nous avons proposé dans notre ingénierie didactique, car l'enseignant avait ajouté lui-même certaines activités qui pourraient avoir joué un rôle important dans la pensée des enfants. En fait, nous avons proposé à travers le scénario pédagogique un type de contrat didactique avec une structure précise mais l'enseignant avait semblé continuer à utiliser son propre contrat didactique. En particulier, il a utilisé certaines méthodes pendant les séances, méthodes qu'il semblait utiliser régulièrement dans sa pratique d'enseignement. Cela nous a montré que l'enseignant avait probablement une difficulté à sortir de ses pratiques d'enseignement, « d'abandonner » son contrat didactique pour utiliser un autre type de contrat. En fait, l'enseignant n'a pas vraiment adopté le scénario pédagogique que nous lui avons proposé mais il l'a adapté. Il s'agit d'une situation tout à fait logique car l'enseignant a déjà de l'expérience sur l'enseignement, sa culture didactique, sa propre façon de préparer et de mettre en œuvre les séances d'enseignement, il a des connaissances professionnelles et un autre cadre de références que le nôtre. C'est pour cette raison qu'il nous semblerait plus adéquat de parvenir à une ingénierie collaborative pour réaliser ce type de recherche. Nous pensons qu'il serait plus pertinent de passer plus de temps avec l'enseignant afin de construire ensemble un scénario ou autrement qu'un groupe d'enseignants travaille autour d'un scénario avec un cahier des charges précis en lien avec le modèle précurseur. Ainsi les enseignants pourraient adapter le scénario à leur propre culture professionnelle.

Les recherches menées autour du concept de modèle précurseur permettent de penser les enseignements et les apprentissages à visée scientifique en conciliant exigences épistémologiques et contraintes spécifiques de niveau scolaire. Dans la plupart de ces travaux (par ex. Arnantonaki, 2016 ; Canedo-Ibarra et al., 2010 ; Delsérieys et al., 2018 ; Kambouri-Danos et al., 2019), l'accent est mis sur les apprentissages des élèves et les méthodologies mises en œuvre reposent le plus souvent sur des pré-tests et des post-tests pour évaluer les évolutions des connaissances des élèves après avoir suivi une intervention didactique s'appuyant sur un modèle précurseur. De ce fait, ces études documentent très peu la manière dont les enseignants s'approprient ces dispositifs didactiques.

### 3.4 Un modèle précurseur pour le concept de la lumière et le phénomène de la formation d'ombre

Dans cette partie nous nous focalisons sur le modèle précurseur autour duquel est basé notre recherche actuelle.

En se penchant de nouveau sur les études existantes relatives aux notions de lumière et d'ombre, nous nous sommes rendu compte qu'il existe une variété d'approches utilisées pour décrire ces travaux (empirisme, approche piagétienne, approche sociocognitive). Deux recherches montrent que la stratégie sociocognitive est la plus efficace pour mener à la construction d'un modèle précurseur. Ainsi, Ravanis, Koliopoulos et Boilevin (2008) le dévoilent dans le cas de la construction d'un modèle précurseur sur le frottement de glissement. De la même façon,

Ravanis, Charalampopoulou, Boilevin et Bagakis (2005), qui ont comparé deux interventions didactiques et en même temps deux cadres théoriques, mentionnent que

les sujets qui ont participé à la procédure didactique sociocognitive allaient pouvoir différencier d'une façon significative leurs représentations et construire un modèle précurseur sur le problème de la formation des ombres, par rapport aux élèves qui ont suivi des activités traditionnelles construites selon un cadre empiriste (p. 95).

Ainsi notre étude se situe dans le cadre de l'approche sociocognitive (Vygotski, 1934/1962), laquelle souligne le rôle de l'interaction sociale en ce qui concerne les nouvelles opérations cognitives et les nouveaux apprentissages. D'ailleurs, Weil-Barais (1994), comme nous l'avons déjà évoqué, explique que le concept du modèle précurseur est accessible aux enfants à travers leurs enseignants et les tâches proposées pour l'intervention didactique et qu'il peut être considéré comme un ajustement de la zone proximale de développement introduite par Vygotski. L'approche sociocognitive ne contient pas seulement tous les cas de communication et d'interaction entre les pairs ou l'enseignant mais elle prend aussi en compte l'environnement culturel de l'enfant afin de le conduire à la construction de ses propres outils cognitifs. En outre, Vygotski met l'accent sur le rôle du langage, qui selon lui, joue en même temps le rôle de communication avec les autres du côté de l'interaction social et le rôle de construction de la pensée. Boilevin (2005) souligne l'importance de la communication scolaire entre l'enseignant et les élèves en expliquant qu'elle est importante quelles que soient ses formes. Plus précisément, il accorde une « importance primordiale aux interactions langagières entre l'enseignant et les élèves ou entre élèves dans l'étude des processus d'acquisition de connaissances ». Il en découle que le modèle précurseur que nous utiliserons devrait être accompagné d'un cadre sociocognitif où les interactions langagières ont une place importante.

Pour notre modèle précurseur pour les enfants de 5 à 6 ans, nous avons utilisé les principes développés par Ravanis (2010), Ravanis, Christidou & Hatzinikita, (2013) et Delserieys et al. (2018) que nous présentons par la suite.

Selon Ravanis (2010, p. 5) un modèle précurseur relatif à la construction des phénomènes optiques élémentaires dans la pensée des jeunes élèves comporte deux notions :

(a) La lumière comme entité distincte et autonome dans l'espace qui se déplace et peut interagir avec les objets et aussi le statut différent des sources lumineuses et de la lumière.

(b) La formation des ombres comme produit d'un mécanisme d'obstruction de la lumière par les objets opaques.

En ce qui concerne l'élaboration de ce modèle précurseur, Ravanis (*ibid.*) explique qu'il a d'abord identifié les obstacles de la pensée des enfants de 5 à 6 ans concernant ces phénomènes d'optique et qu'ensuite il a réalisé une analyse du modèle savant. Le chercheur souligne qu'au fond de la conception d'un modèle précurseur, on distingue « le concept de la Transposition Didactique avec un sens élargi du concept » (Ginestié, 2008 ; Boilevin, 2010).

Delserieys et al. (2018) proposent un modèle précurseur pour la formation des ombres (figure 10) dans la pensée des enfants de 5 à 6 ans. Les éléments constitutifs du modèle sont les suivants :

1. un objet opaque bloque la lumière provenant d'une source lumineuse

2. une ombre a la même forme que l'objet opaque sur lequel on projette de la lumière
3. plusieurs sources lumineuses forment plusieurs ombres

Les chercheurs proposent une intervention didactique basée sur ce modèle précurseur et ils analysent ensuite la différence entre le pré-test et le post-test avant et après une intervention didactique. Ils effectuent ces tests à travers des entretiens individuels en utilisant les mêmes tâches avant et après l'intervention didactique basée sur une approche sociocognitive. Les enseignants qui ont effectué cette intervention ont seulement reçu des consignes écrites. Il semble qu'un nombre d'enfants important a réussi à donner des réponses adéquates concernant le phénomène de la formation des ombres après l'intervention sociocognitive basée sur le modèle précurseur proposé par les chercheurs. A travers celui-ci, les enfants ont réussi à élaborer des descriptions, explications et prédictions pour ce phénomène. Les chercheurs soulignent que les résultats de cette recherche montrent l'importance de l'enseignement des sciences à l'école maternelle car ainsi on pourrait déstabiliser les représentations naïves des jeunes enfants et la construction de nouvelles notions.

En ce qui concerne la construction de ce modèle précurseur (figure 10), les chercheurs mettent l'accent sur le lien entre le modèle scientifique et les représentations des élèves. Ils se basent sur trois éléments de la bibliographie pour la présentation de ce modèle précurseur : premièrement sur les représentations des élèves de 5 à 6 ans, deuxièmement sur les modèles précurseurs (par ex. Ravanis et al. 2005) et enfin sur les recherches menées autour du phénomène des ombres en lien avec les jeunes élèves (par ex. Ravanis et al. 2005 ; Gallegos-Cázares, Flores-Camacho et Calderón-Canales 2009 ; Herakleioti et Pantidos, 2016). Ainsi, ils se sont inspirés du modèle précurseur sur la flottaison (figure 9), proposé par Canedo-Ibarra et al. (2010) et ils ont proposé, selon les mêmes principes, le modèle précurseur en mettant en évidence la transition de l'idée naïve qu'une ombre est considérée en tant qu'objet vers l'idée que l'ombre est un phénomène. Les chercheurs soulignent que parmi les activités proposées, ils invitent les élèves à effectuer une tâche impossible concernant leur point de vue en lien avec l'obstacle opaque pour la formation de l'ombre. En effet, les élèves doivent former une ombre du même côté que la source lumineuse, disons qu'ils doivent former une ombre entre l'objet et la source lumineuse. Selon les chercheurs, ce type de tâches oblige les élèves à répéter l'expérience et à réévaluer la situation jusqu'au point où ils se rendent compte de l'impossibilité de la tâche. Les chercheurs expliquent que ce type de tâches amène les élèves à se focaliser sur un élément qui s'avère critique pour la compréhension du phénomène et cela les aide à déstabiliser leur représentation précédente afin de construire un nouveau savoir.

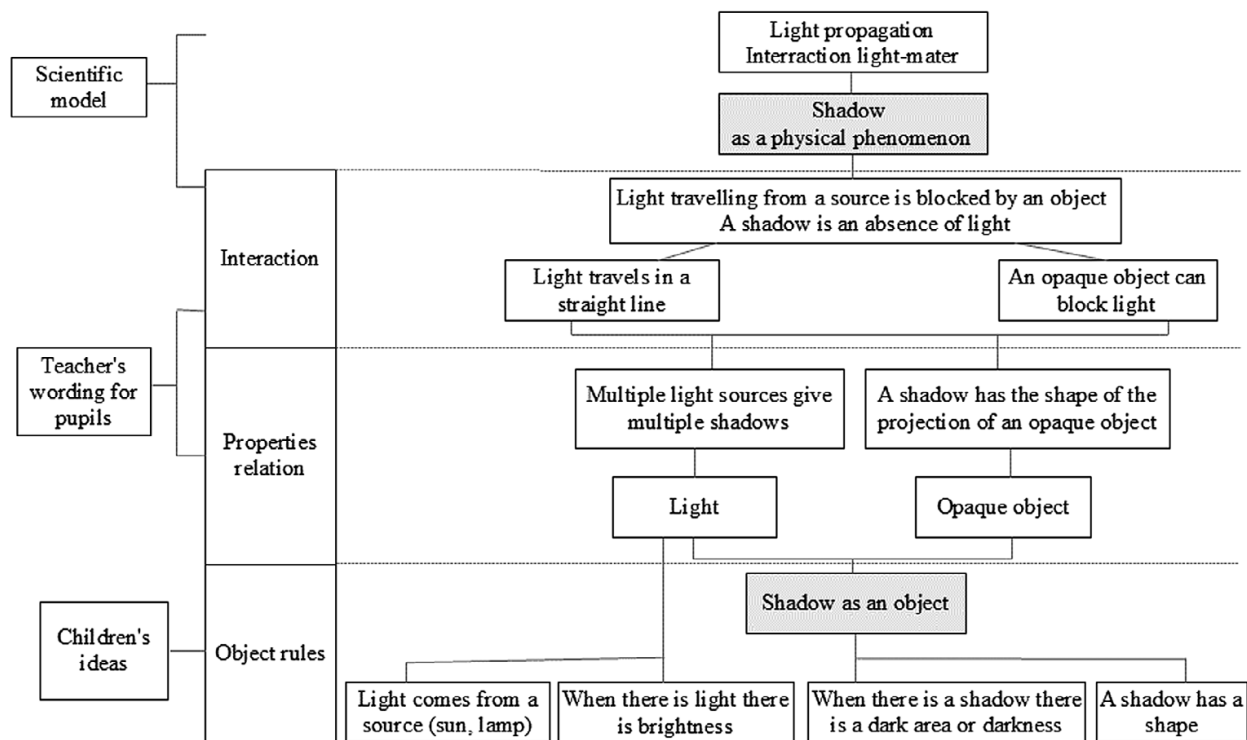


Figure 10- Un modèle précurseur pour les élèves de 5 à 6 ans sur la formation des ombres Delsierieys et al. (2018)

Delsierieys et al. (2018) soulignent le rôle du langage concernant le concept du modèle précurseur et son élaboration dans leur recherche ainsi que, d'une manière plus générale, le rôle du langage dans les tâches scientifiques en âge préscolaire. Les chercheurs expliquent que le rôle du langage en sciences et le raisonnement scientifique sont souvent mis à l'écart par les enseignants qui priorisent d'autres types et pratiques d'enseignement pour le développement du langage à l'âge préscolaire (Henrichs et Leseman, 2014) qui est souvent l'objectif principal à ce stade scolaire (Eurydice 2014). En ce qui concerne la mise en œuvre de l'intervention didactique par les enseignants, les chercheurs soulignent qu'il s'agit d'un processus dynamique et que les enseignants peuvent souvent être amenés à intervenir selon leurs propres coutumes. Enfin, les chercheurs expliquent que le travail présenté pourrait être considéré comme une véritable proposition pour les enseignants afin qu'ils prennent en compte les représentations initiales des élèves avant l'enseignement et qu'ils découvrent une manière de les utiliser efficacement dans le but d'enseigner un nouveau sujet. Ce dernier élément est également démontré par Kambouri (2016) en tant que difficulté possible pour les enseignants de l'école maternelle. Dans le même esprit, Boilevin et al. (2020) soulignent que les stratégies adoptées par les enseignants afin d'aider les élèves « à dépasser les obstacles et transformer leurs représentations non compatibles avec les modèles scientifiques » sont d'une grande importance. Les chercheurs proposent une série de types de tâches qui paraissent essentiels pour la construction d'un modèle précurseur stable à l'instar de l'utilisation de contre-exemples, de la valorisation d'arrangements expérimentaux pertinents et de l'implication des enfants dans les activités en classe.

La question des représentations des élèves sur les concepts et les phénomènes de l'optique géométrique a été largement discutée dans des travaux précédents en didactique de la physique (par ex. Chen, 2009 ; de Hosson & Kaminski, 2006 ; Galili & Hazan, 2000 ; Guesne, 1985).

Deux sujets importants y sont abordés : la lumière en tant qu'entité dans l'espace, dérivée des sources lumineuses ; les résultats des interactions de la lumière avec les objets qu'elle rencontre sur son parcours. Ces deux questions ont été étudiées avec des élèves d'un large éventail d'âges (par ex. Andersson & Kärrqvist, 1983 ; de Hosson, 2004 ; Guesne, 1984 ; Ravanis & Boilevin, 2009). Parmi ces études, un petit nombre est consacré aux représentations des enfants d'âge préscolaire (par ex. Ravanis, 1999 ; de Hosson & Kaminski, 2002 ; Resta-Schweitzer & Weil-Barais, 2007 ; Çakır & Uludağ, 2019). Dans ces études, des entretiens avec des enfants d'âge de 4 à 7 ans dans une série de situations expérimentales différentes ont indiqué qu'ils ne reconnaissent pas la lumière comme une entité distincte des sources lumineuses, qu'ils ne peuvent pas la localiser dans l'espace et qu'ils ne peuvent l'identifier que dans des lampes ou des taches lumineuses. Il s'agit d'une difficulté souvent rencontrée dans la pensée des enfants lorsqu'ils doivent faire face au mouvement d'entités naturelles non matérielles telle que l'énergie (Piaget, 1971 ; Piaget & Lannoy 1967). En effet, des recherches dans le cadre piagétien ont expliqué que la pensée transitive (si  $A \rightarrow B$  et  $B \rightarrow C$ , alors  $A \rightarrow C$ ), bien que logico-mathématique dans sa nature, peut néanmoins être élargie afin de s'appliquer aux entités physiques existantes dans l'espace comme une transition naturelle indirecte (par exemple, la chaleur, les ondes ou la lumière). Comme nous l'avons déjà mentionné, selon Ravanis (2012) un enfant d'âge préscolaire ignore le champ de propagation de la lumière (CPL) pour se centrer exclusivement sur les sources lumineuses (SL) et/ou sur les surfaces visiblement éclairées par les faisceaux lumineux (SVE), en réalisant un raisonnement d'une transition directe :  $SL \rightarrow SVE$ . En revanche, une forme particulière de la transitivité logico-mathématique conduit vers un raisonnement qui reconnaît la propagation de la lumière dans l'espace en deux étapes :  $SL \rightarrow CPL$  et  $CPL \rightarrow SVE$ , alors  $SL \rightarrow SVE$ .

Cette transition physique indique un type de raisonnement avancé dont deux éléments constitutifs construisent un modèle précurseur pour la lumière compatible avec le modèle scientifique dans la pensée des enfants (Ravanis, Christidou & Hatzinikita, 2013) :

- (1) l'existence de la lumière entre les sources lumineuses et les récepteurs ;
- (2) la propagation de la lumière en deux étapes.

Ce modèle précurseur constitue une condition *sine qua non* pour la construction d'autres phénomènes optiques ou d'autres modèles précurseurs concernant par exemple la propagation rectiligne de la lumière et la formation d'ombres, modèles précurseurs que nous avons présentés et que nous adoptons dans notre recherche (Ravanis, 2010 ; Delserieys et al., 2018).

Ainsi, nous avons présenté le modèle précurseur d'un point de vue théorique, testé pour différents concepts de physique et dans différents contextes : dans des conditions de laboratoire, avec la présence importante de chercheurs pendant la mise en œuvre de chaque modèle dans la classe, avec une intervention didactique préparée par les chercheurs et mis en œuvre par les enseignants. Nous avons observé ce que toutes les recherches antérieures apportent et de notre côté nous souhaitons observer le point de vue de l'enseignant en rapport avec le concept de modèle précurseur. Nous considérons que ce qui manque aujourd'hui à la recherche autour de ce concept, c'est de le tester dans une situation de classe « réelle ». Nous souhaitons donc étudier dans quelle mesure les enseignants peuvent s'approprier ce concept. Plus particulièrement, nous voulons étudier si des enseignants peuvent travailler en groupe et construire une séquence sur la lumière et les ombres. Nous optons pour suivre de près leur travail depuis la construction de la séquence jusqu'à la mise en œuvre dans la classe. Comme

nous disposons déjà de recherches autour de la construction et de la proposition de modèles précurseurs concernant les notions de lumière et d'ombres pour les élèves de 5 à 6 ans, nous souhaitons utiliser ces modèles construits progressivement au fil des années.



## Chapitre 4. Synthèse et objectifs de recherche

Nous proposons dans ce chapitre une synthèse des parties I et II qui nous permettent de préciser les objectifs de la recherche.

### 4.1 Synthèse des parties I et II

Nous avons d'abord mis l'accent sur la place des sciences d'un point de vue social, et sur les facteurs qui apparaissent l'influencer. Nous nous sommes appuyés sur les résultats des principales recherches internationales et sur le contexte institutionnel de notre recherche. Ensuite, nous avons présenté l'état actuel de l'éducation scientifique en France, surtout en ce qui concerne l'école maternelle. Il nous a semblé important ne nous focaliser sur les enseignants, sur les facteurs qui influencent leur perception et leur pratique par rapport aux sciences, ainsi que sur les connaissances du contenu pédagogique et de leur importance dans la pratique. Après avoir étudié ces questions, nous nous sommes penchés sur l'école maternelle en tant qu'institution en France aujourd'hui, sur l'éducation scientifique dès le plus jeune âge et sur la formation des enseignants. Ce dernier élément nous semble de grande importance car il est étroitement lié à tous les points présentés précédemment, par rapport à l'éducation scientifique des élèves en France, surtout à l'école maternelle où l'enseignant a une certaine autonomie par rapport au programme scolaire. Il semble que si un enseignant le souhaite, il pourrait mettre en œuvre des scénarios axés sur l'éducation scientifique des élèves autant de fois qu'il le juge nécessaire dans la semaine. Ainsi, il nous semble essentiel de nous centrer sur l'enseignant dans notre étude.

Nous appuyons notre travail de recherche sur la Théorie Anthropologique du Didactique. Nous faisons ce choix car nous souhaitons nous centrer sur l'étude de l'action humaine dans un cadre assez large qui nous est offert par l'outil des praxéologies. Nous faisons usage des concepts de praxéologie de référence et de praxéologie didactique. Nous adhérons particulièrement à ce cadre théorique car nous avons la possibilité de construire nous-mêmes les praxéologies en question et ensuite de pouvoir étudier nos objectifs de recherche. Plus particulièrement, la praxéologie de référence est utilisée dans notre travail pour désigner ce qui est indiqué par la recherche et par l'institution « ministère de l'Éducation nationale » afin d'enseigner d'une manière efficace en termes d'apprentissage les notions de lumière et d'ombre aux élèves de 5 à 6 ans. Cette dernière prend en compte la dimension épistémologique du concept de modèle précurseur mais également de manière plus précise, le modèle précurseur sur la lumière et les ombres pour les élèves de 5 à 6 ans (Ravanis, 2010 ; Ravanis, Christidou & Hatzinikita, 2013 ; Delsérieys et al., 2018). Quant à la notion de modèle précurseur, elle est au centre de notre étude car il s'agit d'un concept qui n'a pas encore été testé dans des conditions de classe « réelles ».

## 4.2 Objectifs de la recherche

L'objectif général de la présente recherche est d'étudier l'utilisation des modèles précurseurs par des professeurs des écoles afin d'enseigner les sciences à l'école maternelle et plus précisément aux élèves de Grande Section. Plus particulièrement, nous souhaitons :

- décrire comment un groupe d'enseignants prépare un scénario pédagogique sur les notions de lumière et d'ombres après leur avoir présenté la notion du modèle précurseur ;
- décrire comment un enseignant, membre du groupe, met ce scénario en œuvre dans sa classe, comment il réagit par rapport à sa pratique et quelles sont les propositions d'amélioration de sa part par rapport au scénario en question ;
- discuter de l'éventuelle appropriation d'un modèle précurseur par des enseignants sur les notions de lumière et d'ombres afin d'enseigner ces notions aux élèves de Grande Section d'école maternelle.

A l'instar de Pélissier et Venturini (2016, p. 73), nous considérons que « les praxéologies sont un moyen de modéliser les pratiques d'un enseignant dans une institution à partir de son action que l'on peut décrire à partir de ses gestes, en prenant en compte simultanément ce qui fonde et/ou légitime cette action ».

Plus précisément, dans le but d'atteindre le premier objectif de recherche nous envisageons de construire et d'étudier la praxéologie didactique du groupe pour décrire comment les enseignants préparent un scénario pédagogique sur les notions de lumière et d'ombre. Pour cela, nous devons d'une part, repérer les types de tâche et les techniques proposés par les enseignants dans le scénario en question et, d'autre part, sélectionner des éléments de la technologie et de la théorie sous-jacentes à travers le discours des enseignants sur leur pratique.

Ensuite, pour la mise en œuvre du deuxième objectif, nous devons construire et étudier la praxéologie didactique d'un ou des enseignants qui mettent en œuvre le scénario pédagogique dans sa/leur classe. Pour ce faire, nous devons repérer les tâches et les techniques liées à la pratique de/des enseignants dans la classe et les éléments de la technologie et de la théorie dans les justifications des choix et des raisonnements de/des enseignants.

Enfin, pour atteindre le troisième objectif afin d'étudier dans le cadre de notre étude de cas l'éventuelle appropriation du modèle précurseur en question par des enseignants d'école maternelle, nous serons amenés à comparer les différentes praxéologies construites. Nous construirons une praxéologie de référence, avec une série de types de tâche qui respectent les éléments du modèle précurseur portant sur les notions de lumière et d'ombre. Nous comparerons ensuite cette praxéologie, qui pourrait être représentative d'un scénario ayant « idéalement » respecté les principes du modèle précurseur, avec les praxéologies qui seront développées chez des enseignants dans le but d'étudier si les enseignants se sont approprié le modèle précurseur en question.

## Partie III : METHODOLOGIE

---

Nous proposons dans cette partie d'explicitier notre démarche de recueil et d'analyse de données. Le corpus de nos données à analyser est constitué en deux temps : en premier lieu, une interaction avec un groupe des professeurs des écoles et en deuxième lieu un suivi de près d'un des membres du groupe. L'idée centrale dans notre travail est d'étudier si un professeur des écoles peut s'appropriier un modèle issu de la recherche en didactique des sciences pour enseigner les sciences aux élèves de Grande Section de l'école maternelle et plus particulièrement pour enseigner les notions de lumière et d'ombre. Pour ce faire, nous mettons au centre de notre étude l'enseignant et à l'aide des outils conceptuels fournis par la Théorie Anthropologique du Didactique, nous construisons des praxéologies à partir de notre corpus des données.

## Chapitre 1. Principes méthodologiques

Dans ce chapitre, nous présentons certains éléments de notre recherche qui contribuent à la caractérisation du type de ce travail doctoral et qui justifient la construction de nos données et la manière dont elles ont été recueillies et analysées.

### 1.1 Une recherche qualitative

Nous élaborons une recherche qualitative afin de répondre à nos objectifs de recherche. Plus précisément, notre approche méthodologique est une étude de cas (Eisenhardt, 1989, 1991 ; Yin, 2014 ; Stake 1995, 2006, 2008, 2010 ; Merriam 1998, 2009 ; Creswell, 2007). Selon Cohen, Manion et Morrison (2013), cette approche méthodologique offre l'opportunité d'étudier de « vrais » situations dans un « vrai » cadre au lieu de les présenter sous un angle plutôt théorique. Ceci peut permettre une meilleure compréhension des phénomènes étudiés. Les études de cas permettent un regard de la situation étudiée qui n'est souvent pas accessible par une analyse numérique.

Wallace (2006), suggère entre autres, que cette approche méthodologique ait comme but d'appliquer des théories en pratique. Comme Wallace, d'autres chercheurs soulignent qu'on utilise cette méthodologie pour tester des théories (Anderson, 1983 ; Pinfield, 1986). De nombreux chercheurs utilisent les études de cas pour développer une théorie concernant plusieurs thèmes (Eisenhardt & Graebner, 2007 ; Eisenhardt, 1989; Gersick, 1988 ; Mintzberg, 1979) par exemple dans le domaine de l'éducation, pour comparer des systèmes éducatifs, pour étudier le comportement d'un groupe d'élèves par rapport à un paramètre précis, pour étudier les relations entre les parents d'élèves et certains facteurs etc. Plus particulièrement, Yin (2014, p. 2) explique quels sont les principaux cas où il est préférable d'utiliser cette approche méthodologique

Doing case study research would be the preferred method, compared to the others, in situations when (1) the main research questions are “how” or “why” questions; (2) a researcher has little or no control over behavioral events; and (3) the focus of study is a contemporary (as opposed to entirely historical) phenomenon.

Dans notre cas, l'objectif est de décrire et d'étudier si et comment les professeurs des écoles pourraient s'emparer d'un modèle issu de la théorie didactique, le modèle précurseur, afin de l'appliquer dans un scénario pédagogique concret, dans une situation de classe réelle. Selon Blaxter (2010), quand nous faisons usage de cette méthodologie, nous nous centrons sur une unité individuelle dans le sens où nous étudions par exemple les caractéristiques d'un enfant, d'une classe, d'une école ou d'une communauté. Dans notre cas, nous étudions un groupe d'enseignants et ensuite nous suivons de plus près un seul enseignant qui fait partie de ce groupe.

Selon Hitchcock et Hughes (1995) le mélange de la description des événements avec leur analyse est une caractéristique de cette méthodologie. Kidder (1982) souligne qu'il s'agit d'une approche méthodologique souvent utilisée pour élaborer une description qui répond aux questions qui, quoi, quand et comment. Yin (2014) identifie trois types d'étude de cas :

exploratoire, descriptif et explicatif. De son côté, Merriam (1988) identifie trois catégories : descriptive, interprétative et évaluative ce qui, d'après Cohen et al. (2013), confirme le classement de Yin. Enfin, Stake (1994) fait un classement un peu différent selon l'objectif initial de l'étude : intrinsèque, instrumental et collectif. Le tableau 7, emprunté à Barlatier (2018), détaille ces catégorisations de Yin et Stake.

Tableau 7-Les différentes catégories d'études de cas selon Yin (2003, 2009) et Stake (1995). (Reproduit de Barlatier, 2018)

Yin (2003, 2009)		
Explicatif (explanatory)	Descriptif (descriptive)	Exploratoire (exploratory)
Étude de cas qui adresse une problématique visant l'explication de liens causaux présumés entre phénomènes complexes.	Étude de cas utilisée pour décrire un phénomène et son contexte.	Étude de cas qui explore un phénomène représentant un point d'intérêt pour le chercheur et qui vise la découverte de nouvelles causalités et/ou résultats.
Stake (1995)		
Intrinsèque (intrinsic)	Instrumental (instrumental)	Collectif (collective)
Approche qui vise tout d'abord une meilleure compréhension du phénomène incarné dans le cas, pour un cas particulier ou unique pour le chercheur, sans chercher <i>a priori</i> à en généraliser les résultats (même si cela peut représenter une option selon Stake).	Approche qui vise essentiellement à résoudre un problème ou contribuer à la théorie. Ici le cas est un accessoire, un instrument qui sert un objectif supérieur. Évidemment, le cas doit être analysé avec la rigueur nécessaire mais il sert avant tout à la poursuite d'un intérêt externe au cas lui-même.	Approche qui implique l'étude de plusieurs cas simultanément ou séquentiellement, afin de produire des résultats généralisables à une plus grande population.

En ce qui concerne notre recherche, nous estimons qu'il s'agit d'une étude de cas explicative et descriptive car nous tenterons d'expliquer les liens entre le modèle précurseur et son utilisation par les enseignants et de décrire cette utilisation dans le contexte éducatif français. Du point de vue de l'objectif initial de la recherche, et selon le classement proposé par Stake (1995), nous considérons que notre recherche appartient à la catégorie instrumentale. Notre objectif est de contribuer à la recherche menée autour du modèle précurseur et d'étudier comment ce modèle, issu de la recherche en didactique des sciences, peut être utilisé en pratique par les enseignants dans la préparation d'un scénario pédagogique pour des enfants de 5 à 6 ans.

Néanmoins, une critique existe autour des études de cas en ce qui concerne le manque de fiabilité interne de la recherche car, selon Anderson (1993), les résultats d'une étude de ce type

ne peuvent pas se généraliser vu qu'un autre chercheur n'arrivera probablement pas à la même conclusion. Tichapondwa (2013) explique que pour améliorer la validité interne des résultats d'une étude de cas, il est préférable d'incorporer plusieurs types de données à l'instar d'interviews individuelles, de discussions de groupes (focus groups), d'observation et d'analyse de documents. Dans la présente recherche, nous avons opté pour le recueil et l'analyse de plusieurs types de données. Il est nécessaire de préciser que la sélection de l'information est un élément crucial en ce qui concerne les études de cas et à l'instar d'une analyse où on donnera plus d'importance à la signification d'une donnée au lieu de sa fréquence dans le corpus (Cohen et al., 2013). De leur côté Bécu-Robinault et Couture (2018) soulignent que les résultats d'une recherche sont toujours liés aux cadres théoriques mobilisées, aux méthodologies adoptées par les chercheurs et aux spécificités de la problématique et des variables sélectionnées pour la recherche en question. Ainsi, les chercheuses expliquent que la recherche en éducation ne peut pas prendre en compte « la totale complexité des situations éducatives étudiées », élément qui limite de nature les résultats de la recherche.

Dans le but de mieux caractériser notre recherche qualitative, nous tentons par la suite de l'inclure dans des catégorisations de recherches déjà existantes dans la recherche en éducation.

## 1.2 Une recherche herméneutique

Astolfi (1993), partant de plusieurs typologies proposées pour les recherches en éducation (De Landsheere, 1982 ; Cardinet, 1977 ; Sprenger-Charolles et al., 1987), distingue les recherches de faisabilité (pragmatiques), les recherches de signification (herméneutiques) et les recherches de régularités (nomothétiques). Nous classons notre recherche dans les recherches de signification. Selon Astolfi, ces recherches sont centrées

sur l'analyse précise de séquences didactiques recueillies et (re)travaillées avec les enseignants associés. Dans ce cas, le travail consiste à dépasser le récit chronologique et notionnel d'une séance pour approcher sa cohérence interne et s'efforcer de comprendre ce qui s'y joue... (Astolfi, 1993, p. 10).

Le chercheur explique qu'il y a tout un travail scientifique avec les enseignants autour d'une séquence jusqu'à arriver à une interprétation qui « dépasse le cadre des échanges intersubjectifs ». Astolfi souligne que

les recherches de signification (de type herméneutique) visent, elles, à analyser des situations didactiques enregistrées et décryptées, dans la singularité complexe de chacune, et dans la variété possible des registres interprétatifs. Elles s'organisent ainsi autour de la construction et de l'application interactives de grilles de lecture des données, traduites en « formations discursives » (*ibid.*, p. 13).

## 1.3 Une recherche descriptive et explicative

Sprenger-Charolles et al. (1987, p. 52) reconnaissent entre autres

La recherche descriptive, qui a pour objectif de décrire des faits, des objets, des événements, des comportements, en utilisant différentes stratégies d'observation

(analyse de cas, analyse de contenu, enquête, étude comparative...). Outre son objectif de description, elle a le plus souvent une visée complémentaire de comprendre et d'expliquer.

Comme nous l'avons mentionné auparavant, nous tentons de décrire, de comprendre et d'expliquer le discours d'un groupe d'enseignants pendant la conception d'une séquence d'enseignement, sa mise en œuvre par un enseignant du groupe et son discours sur sa pratique. Enfin, nous observons ses propositions dans le but « d'amélioration » de la séquence. A travers cette recherche, que nous considérons à la fois descriptive et explicative, nous tentons de fournir une image détaillée autour de l'utilisation du modèle précurseur par les enseignants et d'enrichir ainsi la recherche en didactique des sciences autour des modèles précurseurs.

Dans notre recherche, nous accèderons au principe d'une recherche descriptive et explicative au moyen de l'outil conceptuel que nous avons présenté dans le cadre théorique. Il s'agit du concept de praxéologie, qui nous offre la possibilité de construire des praxéologies à partir de l'ensemble de nos données, et de les utiliser pour décrire et expliquer les relations entre elles. Pour cela, nous considérons qu'il est nécessaire de recueillir une série de données nous permettant d'accéder à ce côté descriptif et explicatif. Il faut, pour cela, accéder aux discours des enseignants au moyen des entretiens individuels et /ou collectifs et observer ce qu'il se passe dans la classe par le biais d'une vidéo par exemple.

Plus particulièrement, nous avons d'abord construit une praxéologie de référence en réalisant une analyse des savoirs fondée sur les savoirs en jeu, les recherches en didactique sur ce thème, l'identification des obstacles et des conceptions des élèves et sur les recherches qui concernent le modèle précurseur préexistant pour le concept de lumière et le phénomène d'ombre. Cette praxéologie de référence permet de discuter des praxéologies à enseigner et enseignées que nous repérons dans la pratique du groupe d'enseignants et dans la pratique de l'enseignant suivi dans la mise en œuvre du scénario. Pour cela, nous analysons d'une part, le scénario de classe préparé par le groupe en termes de la praxéologie didactique du groupe, d'autre part la pratique effective en classe d'un des enseignants en termes de praxéologie didactique de cet enseignant et d'autre part le nouveau scénario préparé par cet enseignant.

## 1.4 Une recherche collaborative inspirée des principes du Design Based Research

Partie d'une expérience vécue lors d'une recherche précédente (Arnantonaki, 2015) qui reposait sur une ingénierie didactique (Artigue, 1988), nous avons conclu qu'il est primordial que les enseignants jouent un rôle actif dans la préparation d'un scénario pédagogique, surtout s'ils doivent le mettre en œuvre par la suite. La recherche précédente portait sur la construction d'un modèle précurseur par les élèves de 10 à 11 ans concernant les notions de lumière et d'ombre. Dans cette recherche, nous avons proposé à l'enseignant le scénario d'une séquence, laquelle il devait mettre en œuvre dans sa classe. Notre axe d'observation était plutôt centré sur les élèves qui ont présenté des résultats positifs en termes d'apprentissage à la fin de la séquence. Pourtant, nous ne pouvions pas déclarer que cette évolution était seulement due à la séquence, qui était basée sur un modèle précurseur, car l'enseignant avait ajouté pendant la mise en œuvre un certain nombre de tâches qui n'étaient pas initialement prévues. L'enseignant, ayant ses propres pratiques et connaissances, avait adapté la séquence à sa manière de faire.

Dans les perspectives envisagées à l'issu de la recherche en question (Arnantonaki, 2015), nous avons proposé de remplacer la méthodologie de l'ingénierie didactique par une méthodologie de recherche collaborative. Suivant cette idée, dans ce travail de recherche, nous menons une recherche collaborative inspirée par la méthodologie du Design Based Research (DBR) (Design-Based Research Collective, 2003 ; Barab & Squire, 2004 ; Tiberghien, Vince & Gaidioz, 2009 ; Anderson & Shattuck, 2012 ; Juuti & Lavonen, 2012 ; Ørngreen, 2015 ; Sanchez & Monod-Ansaldi, 2015 ; Vinatier & Morrissette, 2015). Selon le collectif Design-Based Research Collective (2003), cette méthodologie est un mélange de la recherche empirique sur l'éducation et sur les environnements d'apprentissage conçus grâce à la théorie.

« We define design-based research as a systematic but flexible methodology aimed to improve educational practices through iterative analysis, design, development, and implementation, based on collaboration among researchers and practitioners in real-world settings, and leading to contextually-sensitive design principles and theories. The five basic characteristics: (a) pragmatic; (b) grounded; (c) interactive, iterative, and flexible; (d) integrative; and (e) contextual. » (Wang et Hannafin, 2005, pp. 6-7)

Dans notre recherche, la collaboration est menée entre nous et un groupe d'enseignants qui exerçaient tous dans une école maternelle et qui étaient tous chargés d'élèves de Grande Section. Notre méthodologie est inspirée d'une DBR dans le sens où l'idée consiste à concevoir un scénario pédagogique, le tester, l'évaluer, l'améliorer et le tester de nouveau. Autrement dit, notre idée initiale comprenait au moins une itération du scénario.

Nous avons effectué le choix d'une recherche collaborative parmi une pléthore de types de collaboration qui se différencient souvent sur la terminologie. Les collaborations de recherche entre chercheurs et praticiens du monde de l'éducation (enseignants, inspecteurs, directeurs, conseillers pédagogiques, parents etc.) existent depuis plus qu'une vingtaine d'années (Goigoux, 2017) sous différentes appellations. Plus particulièrement, nous repérons à titre d'exemple les recherches de type *Design-Based Research* (DBR Collective, 2003), les recherches collaboratives (Desgagné, 1997) et les ingénieries coopératives (Sensevy et al., 2013). Dans la documentation scientifique, il en existe plusieurs typologies (Bécu-Robinault, 2015 ; Boilevin, 2019 ; Bonny, 2017 ; Sanchez & Monod-Ansaldi, 2015 ; Vinatier & Morrissette, 2015). Mais Bonny (2017) souligne le risque possible quand on a l'intention de catégoriser les différentes approches existantes dans les recherches participatives (Anadon & Couture, 2007) : « compte tenu du flottement considérable de la terminologie selon les auteurs et les courants, toute tentative de désignation court le risque d'engendrer des ambiguïtés et des malentendus » (p. 1). Selon Bécu-Robinault et Couture (2018), les différentes approches des recherches participatives sont aujourd'hui reconnues internationalement en ce qui concerne l'intégration de pratique, recherche et formation « sous différentes formes et modalités. ». Desgagné et al. (2001) expliquent que « *la recherche collaborative y est vue comme une façon d'encourager les enseignants à mettre en cause leur pratique et à la raffiner, à se mobiliser autour des problèmes de toutes sortes qu'ils partagent et qui sont ceux de l'école contemporaine.* » (p. 36). Ces chercheurs soulignent que dans la collaboration entre chercheurs et praticiens, il ne faut pas négliger le fait qu'il s'agit d'un « échange de services » entre les acteurs d'une recherche en éducation. Chercheurs et praticiens ne font pas partie de la même culture et n'ont pas le même objectif dans la recherche. Plus précisément,

La culture scolaire incite le praticien enseignant à se donner les moyens de développer



et d'améliorer sa pratique, plus spécifiquement la qualité de son intervention auprès des élèves dont il a la responsabilité. La culture scientifique incite le chercheur universitaire à contribuer à la production des connaissances dans un domaine donné. (*ibid.*, p.39).

Dans les recherches collaboratives du type Design Based Research, entre chercheurs et enseignants, un travail de transposition doit être effectué par les chercheurs avec les enseignants afin d'amener les savoirs nécessaires dans la communauté qui sera créée. Il s'agit d'un travail de transposition des savoirs issus de la recherche en savoirs pour l'action des enseignants (LeMahieu, Nordstrum & Potvin, 2017). Comme le soulignent Cèbe et Goigoux (2018), de cette manière il est possible de trouver un juste équilibre entre la recherche et la pratique ; d'un côté de construire des outils de recherche en lien avec les résultats de recherche et d'un autre côté que ces outils soient compatibles avec les pratiques habituelles des enseignants. C'est pour cela que nous avons choisi d'effectuer une recherche collaborative inspirée de la méthodologie Design Based Research. Nous souhaitons élaborer une première recherche basée sur le concept du modèle précurseur où les enseignants jouent un rôle assez significatif et où ensemble, enseignants et chercheurs, nous contribuerons à trouver le juste équilibre entre les résultats de la recherche existants sur le concept et nos résultats, dans le but de rendre cet outil utile pour la communauté éducative.

## Chapitre 2. Recueil et corpus des données

Dans cette partie nous présentons l'ensemble de nos données qui ont servi de base pour la construction des différentes praxéologies.

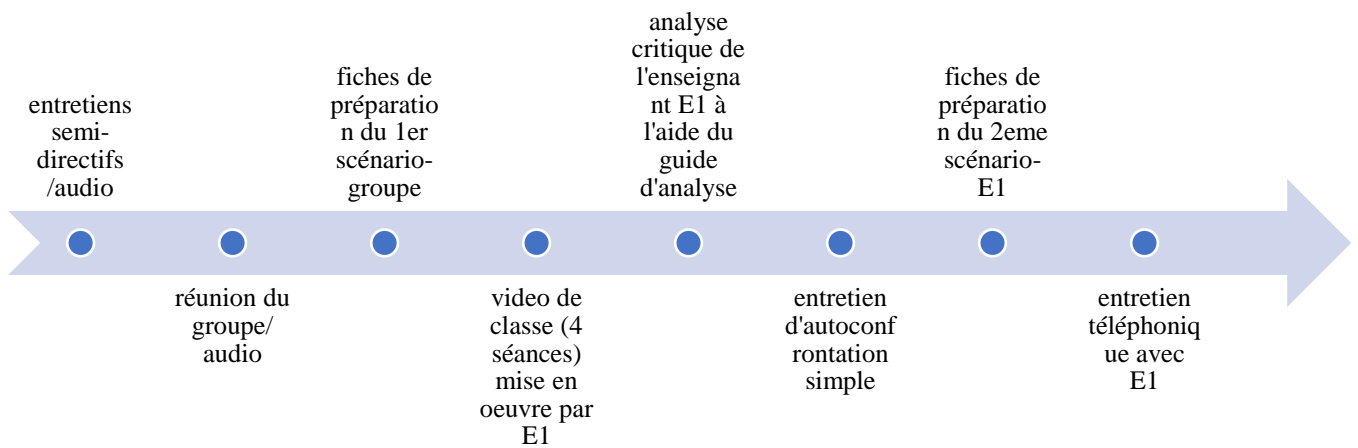


Figure 11-Position Chronologique des données

### 2.1 Constitution du groupe d'enseignants

En ce qui concerne le choix des professeurs des écoles, nous avons lancé un appel à tous les enseignants d'un département breton, appel relayé par les inspecteurs de circonspection. Nous avons exprimé le souhait de disposer d'un profil précis, des professeurs des écoles en charge d'une classe de Grande Section pendant deux années consécutives afin de pouvoir travailler sur la conception et la réalisation d'un scénario pédagogique sur l'enseignement des notions de la lumière et des ombres. Nous avons voulu travailler avec un groupe d'enseignants qui fait le choix volontaire de participer à notre recherche au travers du réseau académique. Nous avons lancé notre premier appel à la participation à notre projet le 12 février 2018. Au moins deux relances ont été effectuées auprès de ce réseau durant la période de construction du groupe. Nous présentons ci-dessous le document (figure 12) que nous avons fait circuler dans le réseau des professeurs des écoles afin de présenter notre projet. Il nous semble important de souligner que nous avons inclus le cadre général de notre recherche et les informations pratiques dans cette première communication envers les enseignants. Nous avons voulu en premier lieu rendre le contenu accessible et clair aux enseignants et en deuxième lieu montrer la nécessité de l'éducation scientifique à l'école maternelle. Nous avons également présenté notre projet aux enseignants qui participaient à la Journée de l'Association des enseignants de maternelle qui se déroulait à l'ESPE de Bretagne le 18 avril 2018.

## Proposition de participation à une recherche sur les sciences à l'école maternelle

Point de départ de la thèse :

Face au phénomène de la désaffection pour les études scientifiques, de nombreux rapports ont été publiés en France et au niveau international (Boilevin, 2014). Les sciences souvent sont étudiées par des élèves issus d'un profil socio-économique favorisé. De plus, il est considéré que les garçons seraient plus doués pour les sciences que les filles. Cela nous amène à nous pencher sur des nouvelles manières d'enseigner les sciences à l'école en collaboration avec les enseignants afin de les rendre plus compréhensibles et plus attractives pour tous les élèves. Nous choisissons de nous focaliser sur le début de l'école - école maternelle - sachant qu'il s'agit d'un âge crucial pour le développement cognitif et psychologique de l'enfant.

Nous entamons un « voyage » dans le cadre de cette thèse et nous avons besoin d'enseignants du cycle 1 qui souhaitent s'investir dans la construction d'une séquence d'enseignement concernant la notion de la lumière et les interactions de la lumière avec les objets transparents ou opaques.

### Organisation du travail collaboratif :

- Questionnaire/entretien avec les enseignants acceptant de participer : l'enseignement des sciences à l'école maternelle (printemps 2018)
- Construction d'une séquence d'enseignement sous certaines contraintes avec 4 ou 5 enseignants volontaires ; en particulier utilisation de l'expression corporelle dans les activités car souvent les enfants n'ont pas encore développé entièrement le langage à cet âge (Mars – Avril 2018)
- Pilot test / version zéro – mise en place après les vacances de Mai 2018

Un enseignant mettra à l'épreuve la séquence d'enseignement dans sa classe afin que nous puissions repérer les réussites et les points faibles de ce programme éducatif afin d'envisager les changements nécessaires pour son amélioration. Nous filmerons la séquence + notes prises sur le terrain.

Nous analyserons avec l'enseignant la séquence d'enseignement et nous effectuerons les changements nécessaires pour l'amélioration du projet et du modèle précurseur.

- Field test –mettre en place après les vacances de la Toussaint

Dates et Lieu des rencontres :

Les dates et l'heure des rencontres est à voir avec les participants. Notre première rencontre sera fixée à l'ESPE de Bretagne.

Référence bibliographique : Boilevin, J., M. (2014). Désaffection pour les études scientifiques et recherche en éducation scientifique. *Review of Science, Mathematics and ICT Education*, 8(2), 5-23.

Contact: danaearnadonaki@gmail.com

Figure 12-Le document utilisé pour la présentation de notre projet

Malgré ces différentes prises de contact, nous avons rencontré de grandes difficultés afin de finalement construire un petit groupe d'enseignants. Nous avons malheureusement constaté un manque de soutien et d'intérêt de l'Institution et nous avons été étonnés par la procédure administrative lourde où différents responsables devaient donner leur accord pour la participation des enseignants à un tel projet. Du point de vue de la recherche, il y aurait un grand intérêt à créer un réseau d'enseignants volontaires et intéressés pour participer à des projets de recherche, pour éviter ces difficultés répétitives et travailler avec les mêmes personnes. Du point de vue des enseignants, nous avons été confrontés à un apparent manque d'intérêt de leur part, si on considère le temps consacré à constituer le groupe et le nombre de relances effectuées. Cependant, il est possible que des enseignants intéressés ne nous aient pas contacté par peur de

s'engager volontairement pour deux ans dans une recherche.

Ainsi, nous avons réussi à constituer un groupe de quatre enseignants, qui nous ont contacté et qui se sont portés volontaires pour participer à notre étude et d'une intervenante (I) spécialiste de la physique, présente avec le groupe une seule fois pendant une réunion de travail. Disposant d'une licence en sciences physiques, I est professeur des écoles mais elle n'a jamais travaillé avec des élèves en maternelle. De plus, titulaire d'un Master recherche en didactique, I est familiarisée avec la recherche en éducation et la didactique. Le groupe à l'étude est constitué de trois femmes et d'un homme d'un âge compris entre 35 et 55 ans. Les quatre enseignants n'ont pas le même parcours universitaire ni la même expérience dans l'enseignement à l'école primaire d'une manière générale, et plus précisément à l'école maternelle. Nous avons effectué des entretiens individuels semi-directifs et une visite dans la classe de chaque enseignant afin de connaître notre groupe et observer la manière dont chacun travaille. Nous avons expliqué aux enseignants participants qu'après une réunion collective et un travail en groupe pour la construction d'un scénario, seuls ceux qui le souhaitent mettraient en œuvre ce scénario dans leur classe. Notre objectif était de suivre au moins un enseignant, mais d'avoir l'ensemble du groupe afin d'analyser la mise en œuvre. Finalement, nous avons suivi un seul enseignant sur l'intégralité du scénario. Les autres enseignants ont quitté le groupe après la mise en œuvre du scénario pour des raisons personnelles.

## 2.2 Les entretiens semi-directifs

Selon Cohen et al. (2013), la structure d'un entretien, la manière dont on traite les données après leur recueil et les questions de recherche font partie d'éléments qui aident à classer les différents types d'entretien. Dans le cadre de notre recherche, nous avons fait le choix de mener des entretiens semi-directifs avec des enseignants ainsi que d'utiliser un guide d'entretien. Nous avons fait le choix de ce type d'entretien en premier lieu parce que ce type d'entretien nous permet d'ajouter ou d'éviter certaines questions quand cela est jugé nécessaire et en deuxième lieu parce qu'il nous offre une certaine flexibilité par rapport à l'ordre de suivi des questions prévues et leur formulation exacte (Nils & Rime, 2003). Le guide d'entretien a été préparé pour veiller à aborder avec les interviewés toutes les questions jugées nécessaires pour notre recherche (Patton, 2002). Nous soulignons que d'une manière générale mener un entretien « réussi » dépend en grande partie des compétences communicatives du chercheur pour poser des questions avec précision (Cohen et al., 2013) et de sa capacité à créer une ambiance de confiance pendant l'entretien (Opie, 2004).

En ce qui concerne notre recherche, nous avons contacté par mail chacun des enseignants volontaires pour participer à notre projet afin de leur proposer une première rencontre. Nous leur avons expliqué que l'objectif serait de faire connaissance, de mieux expliquer le projet de recherche de vive voix et d'effectuer un entretien enregistré. A la suite de celui-ci, nous leur avons demandé s'il était envisageable de les rendre visite dans leur classe afin de rencontrer les élèves, de voir la disposition de la salle et si possible d'assister à un « cours » de sciences. Nous avons fait ce choix car nous estimons que cela pourrait nous permettre d'être plus efficace dans les interactions avec le groupe lors de la réunion commune. Plus précisément, cela nous a permis de mieux connaître le cadre de travail de chaque enseignant. Les entretiens (annexe 2) ont été enregistrés avec un dictaphone, réécoutés à l'aide du logiciel *VLC media player* et retranscrits dans le logiciel *Microsoft Word*.

## 2.3 Description du guide des entretiens

Nous avons entamé l'entretien semi-directif par une brève introduction en ce qui concerne notre sujet de recherche et les données que nous cherchons à recueillir afin que les interviewés se rendent compte de l'importance que joue leur participation dans notre travail de recherche. Ainsi, nous avons voulu créer un cadre de confiance mutuelle avant de poser les premières questions (Hatch, 2002). Nous avons effectué cet entretien dans le but d'obtenir des informations essentielles par rapport au parcours et à la pratique de chaque enseignant en rapport à l'éducation scientifique dans la classe.

Nous avons conçu le guide d'entretien (annexe 1) pour orienter l'échange avec les professeurs des écoles en posant par exemple des questions d'une manière ouverte dans le but de laisser les enseignants s'exprimer ouvertement. Souvent en effet, la discussion, fait émerger d'autres questions qui n'étaient pas initialement prévues.

Nous présentons ci-dessous les questions que nous n'avons pas toujours posé dans le même ordre en raison du caractère ouvert de l'échange avec les enseignants. Nous avons orienté la discussion autour de trois grandes catégories de questions. D'un côté, nous avons posé des questions autour des pratiques enseignantes pour l'enseignement des sciences, d'un autre côté des questions sur le parcours universitaire et professionnel de l'enseignant et enfin nous avons interrogé les enseignants en ce qui concerne leur avis sur l'enseignement des sciences à l'école maternelle et à la formation des enseignants autour des sciences.

Concernant le thème des pratiques enseignantes, les questions qui ont guidé notre échange avec les enseignants étaient les suivantes :

- Avec quelle fréquence enseignez-vous les sciences à l'école maternelle ?
- Quels sont les sujets liés aux sciences que vous avez déjà enseignés jusqu'à aujourd'hui depuis le début de l'année scolaire ?
- Avez-vous une méthode précise pour enseigner les sciences à l'école maternelle ?
- Pourriez-vous donner un exemple sur l'enseignement d'une thématique des sciences de votre choix ? (Objectif pédagogique, supports utilisés pour préparer la séance, matériel utilisé pendant la séance, description du déroulement de la séance)
- Quelles sont vos attentes après avoir enseigné une séance des sciences avec les élèves ?
- Comment est organisé l'enseignement des sciences au sein de l'école où vous enseignez ?
- Comment est organisé l'enseignement des sciences au sein votre la classe ?
- Quelle est l'organisation pédagogique de votre enseignement en sciences ? Vous vous appuyiez sur une programmation ? Avez-vous mis en place une programmation adaptée aux nécessités de vos élèves ?
- Quels supports utilisez-vous pour préparer vos cours en sciences ?
- Quels moyens mettez-vous en œuvre pour évaluer les élèves ?

En ce qui concerne le parcours de chaque enseignant nous avons interrogé les professeurs des écoles concernant leur formation scientifique initiale, leur parcours scolaire et universitaire, leur parcours professionnel et finalement nous avons voulu savoir s'ils ont eu une formation dans le domaine de l'enseignement des sciences. Quant à la dernière catégorie de questions, nous avons demandé aux enseignants leur avis sur l'enseignement des sciences à l'école

maternelle, sur le curriculum et sur la formation des enseignants. Finalement, nous avons demandé leur point de vue sur la formation idéale pour les sciences.

## 2.4 La réunion collective

Après avoir effectué des entretiens semi-directifs avec les enseignants qui constituent notre groupe et une visite dans la classe de chacun afin de voir les classes, rencontrer les élèves et observer les enseignants pendant leur pratique, nous avons invité les enseignants à se réunir dans l'Inspé de Bretagne. Le but de cette réunion était que les enseignants fassent connaissance entre eux, qu'on travaille sur le côté scientifique des notions lumière et ombre, sur le modèle précurseur et qu'on commence une discussion autour de la construction des séances de classe. Nous leur avons envoyé auparavant l'article scientifique intitulé « Représentations, Modèles Précurseurs, Objectifs-Obstacles et Médiation-Tutelle : concepts-clés pour la construction des connaissances du monde physique à l'âge de 5-7 ans » de Ravanis (2010) ainsi que l'article professionnel de la revue « Cahiers pédagogiques », N° 533 - Créer et expérimenter en sciences et technologie intitulé « Un cadre précurseur pour enseigner les sciences en maternelle » de Boilevin, Delserieys, Jegou, Ravanis et Jameau (2016) qui porte également sur le modèle précurseur pour les notions de lumière et d'ombre. Nous avons demandé aux enseignants de lire ces articles avant de la réunion collective. Nous avons fait le choix de faire appel à une intervenante (I), titulaire d'un diplôme en Sciences Physiques afin de travailler sur les questions de nature scientifique avec les enseignants et plus précisément afin de répondre aux questions autour des notions de la lumière et des ombres. Cette réunion a été enregistrée avec un dictaphone, l'enregistrement a été écouté à l'aide du logiciel *VLC media player* et transcrit dans le logiciel *Microsoft Word* (annexe 3). Nous avons alors effectué un synopsis général de la transcription, comme montré dans l'exemple suivant (tableau 8).

Tableau 8-Exemple du synopsis de la transcription de la réunion du groupe

Page de la transcription	Phases	Déroulement	Remarques
p.1	Introduction	La chercheuse explique l'objectif du projet	
p.1	Explications sur le modèle précurseur	Introduction sur le m.p et explication de la nécessité de bien prendre en compte les connaissances scientifiques concernant la lumière et les ombres avant la proposition des séances	

D'après Sensevy et Mercier (2007), le « synopsis » correspond à une réduction d'une partie du corpus, permettant ainsi une vision de l'ensemble de la partie de la recherche étudiée, selon différents grains d'analyse. Dans le cas d'un synopsis de séance par exemple, le grain « macro » donne une idée de l'ensemble de la séance, le grain « meso » est défini par des éléments de savoir que l'enseignant veut transmettre dans la classe et le grain « micro » est caractérisé par des événements remarquables dans l'interaction de l'enseignant avec la classe. Dans notre cas, nous utilisons le synopsis mais plutôt en gardant l'idée de réduction du corpus dans le but

d'avoir une vision de l'ensemble en ce qui concerne la transcription de la réunion du groupe. Ainsi, afin de construire le synopsis en question, nous préparons un tableau (8) de quatre colonnes. Dans la première, nous notons la page, dans la deuxième les phases en faisant référence à un ensemble d'épisodes caractéristiques qui définissent, d'un point de vue macroscopique, une partie de la transcription. Puis, dans la troisième colonne, nous détaillons la phase en question et enfin dans la dernière, nous marquons des événements qui nous semblent importants à souligner par rapport au modèle précurseur.

A la fin de la réunion nous avons envoyé aux enseignants un lien avec l'aide du logiciel *Google Drive* afin qu'ils remplissent les fiches de préparation des séances. Dans ce lien, nous avons également déposé le cahier des charges (figure 13) explicité aux enseignants lors de la réunion. Plus particulièrement, ce document contenait les éléments suivants :

- Objectifs d'apprentissage : vers un modèle précurseur de la lumière ; objectifs intermédiaires (à préciser pour chaque séance et pour chaque activité)

#### **Difficultés des enfants de 5 à 6 ans**

<p>Ils ne peuvent pas considérer la lumière comme une entité distincte</p>
--

<p>Ils considèrent la lumière comme étant la source lumineuse.</p>
--

<p>Ils considèrent la lumière comme étant les effets de la lumière.</p>
---

<p>Difficulté par rapport à la reconnaissance du mécanisme de la formation de l'ombre.</p>
--

<p>Ils ne peuvent pas définir la place de l'ombre par rapport à la place de la source et de l'obstacle.</p>
---

<p>Difficulté à identifier la correspondance entre le nombre de lampes et d'ombres.</p>
---

A travers de notre modèle précurseur nous voulons surmonter ces difficultés repérées dans la pensée des enfants de 5 à 6 ans selon la bibliographie. Ces difficultés sont les obstacles que nous allons transformer en objectifs de nos séquences d'enseignement.

- Contraintes à prendre en compte
  - Contraintes institutionnelles : référence du programme du cycle 1
  - Contraintes organisationnelles : Construction d'un scénario en commun proposant une séquence comportant plusieurs séances
  - Contraintes temporelles : mise en œuvre du scénario dans au moins une classe avant fin juin 2018 (date demandée par les enseignants pour la mise en œuvre : 25-29 juin)
  - Contraintes didactiques : appui sur des publications scientifiques, activité utilisant l'expression corporelle, s'ouvrir aux axes socioculturels -expression artistique et culturelle
  - Contraintes matérielles : usage d'un google drive pour échanger les documents coconstruits et les ressources
- Scénario (fiche de préparation) général de la séquence
  - Définition des objectifs séance par séance
  - Activités envisagées
  - Evaluation général envisagée
- Scénario séance par séance
  - Objectif d'apprentissage
  - Analyse a priori : analyse du savoir en jeu et repérage des difficultés potentielles des élèves
  - Activités de classe précisant rôles de l'enseignant et rôles des élèves
  - Eléments d'évaluation

Figure 13-le cahier des charges

## 2.5 Le scénario pédagogique 1

Nous avons attribué aux enseignants un délai de deux semaines afin de construire les fiches de préparation des séances (annexe 4) sur *Google Drive*. Le groupe a proposé une séquence d'enseignement contenant deux séances afin de travailler autour de la notion de la lumière et deux séances pour travailler autour de la notion de l'ombre. Les enseignants ont pu proposer certaines tâches et effectuer de changements sur le document selon leurs disponibilités. C'est pour cela que nous avons proposé de travailler avec cette application car elle permet de créer un document collectif et de se connecter en même temps ou dans un temps différé, sans poser la contrainte de temps à ce travail proposé sur le temps libre des enseignants. La première séance comporte quatre tâches et la deuxième séance comporte trois tâches. La troisième et la quatrième séance comportent trois tâches chacune. A titre d'illustration, nous présentons ci-dessous le synopsis général (tableau 9) de ce premier scénario.

Tableau 9-Synopsis général du premier scénario pédagogique

<b>Synopsis général du premier scénario pédagogique</b>			
Séance	Objectif	Activité individuelle	Activité collective
Première	Comprendre que la lumière est une entité autonome	-Représentations initiales : dessin	-Mise en commun par l'enseignant : affiche collective



	Différencier « lumière » et « source lumineuse »		-Chasse au trésor : recherche les doudous dans l'obscurité -Un retour sur le « problème » : faire émerger la différence entre la lumière et la source lumineuse
Deuxième	Comprendre que la lumière est une entité autonome Différencier «lumière» et « source lumineuse»		-Rappel de la séance précédente : paperboard -Trier des images qui évoquent la lumière et qui n'évoquent pas la lumière (par groupe) -Tableaux de Nymphéas : observer les différences. Tableaux peints dans différents moments de la journée où la lumière est différente.
Troisième	Comprendre la propagation rectiligne de la lumière qui explique le phénomène de l'ombre. Toujours associer l'ombre à sa source lumineuse. Comprendre que l'ombre n'est pas que la trace au sol ou au mur.	-Contour de son ombre à la cour de l'école (par deux) dans deux moments différents de la journée.	-Représentations initiales : noter les réponses sur l'affiche -Faire un retour sur ce que c'est l'ombre
Quatrième	Comprendre la propagation rectiligne de la lumière qui explique le phénomène de l'ombre. Toujours associer l'ombre à sa source lumineuse. Comprendre que l'ombre n'est pas que la trace au sol ou au mur.		-Théâtre d'ombres : raconter une histoire aux enfants. On demande à la fin comment on a fait pour créer l'ombre d'un objet par rapport au projecteur -Les enfants inventent et racontent une histoire par petits groupes -Mise en commun (fiche sur les ombres)

Enfin, nous avons interrogé les enseignants concernant la mise en œuvre de ce scénario dans la classe. Tous les quatre se sont portés volontaires dans un premier temps, mais plus tard,

lors de la mise en œuvre, seul l'enseignant E1 a effectué l'ensemble des séances. Les trois autres enseignants se sont retirés de la recherche pour des raisons personnelles.

## 2.6 Les enregistrements vidéoscopiques

Pour Leblanc et al. (2013), l'enregistrement vidéoscopique permet d'étudier une activité dans sa globalité et offre l'opportunité de recueillir des traces de cette activité plus riches que d'autres méthodes de recueil de données à l'instar d'un enregistrement audio ou de notes prises pendant l'observation. Sensevy (2011) soutient cela avec l'idée de « film d'étude ». La permanence de l'information constitue un autre élément important (Tiberghien & Sensevy, 2012). Il s'avère particulièrement utile pour effectuer des allers-retours entre une vidéo et les cadres conceptuels mobilisés dans un travail de recherche. De même, un enregistrement vidéoscopique est utile pour la prise en compte des comportements non-verbaux qui fournissent, selon le type de recherche mobilisée, des informations indispensables à la compréhension des processus en jeu. Quant à la recherche en éducation et le traitement de données issues de l'enregistrement vidéo, nous nous rendons compte que ce type de données est souvent utilisée pour l'observation et l'analyse des pratiques d'enseignement (Hiebert, Gallimore, Garnier *et al.*, 2003 ; Chen, Mason, Staniszewski, Upton et Ann Valley, 2012 ; Towers, 2007), afin de favoriser le développement professionnel des enseignants (Coles, 2013 ; Gaudin, 2012 ; Kleinknecht et Schneider, 2013 ; Zhang, Lundeborg, Koehler et Eberhardt, 2011) et souvent pendant leur formation initiale (Rich et Hannafin, 2009).

Dans notre recherche, nous avons utilisé les enregistrements vidéo pour deux raisons principales. D'abord, pour visionner à nouveau les vidéos, afin de voir et d'étudier la manière dont l'enseignant a mis en œuvre le scénario préparé par le groupe. Nous avons pris des notes pendant le visionnage de chaque vidéo avec la description des tâches réellement effectuées. Deuxièmement, pour visionner à nouveau les vidéos avec l'enseignant par le biais des entretiens d'autoconfrontation de manière à obtenir un retour sur sa pratique.

Dans le but de recueillir ces données vidéoscopiques, nous avons filmé les quatre séances dans la classe de E1. Pour cela, nous avons utilisé trois caméras sur pied (K1, K2, K3) et une caméra 360° (annexe 5). Nous avons opté d'avoir un plan large de l'ensemble de la classe par une caméra située devant la classe à côté du bureau de l'enseignant (K1). Ensuite, nous avons placé une caméra focalisée sur l'enseignant au milieu de la classe entre une grande table des élèves et la bibliothèque de la classe (K2). Enfin, nous avons positionné une caméra à l'opposé de la deuxième caméra qui était focalisée sur les élèves (K3). Les caméras pouvaient légèrement changer d'orientation selon les tâches. Par exemple, quand les élèves devaient travailler en groupes, nous avons utilisé deux caméras focalisées sur les élèves et la caméra 360°. Nous avons filmé à l'intérieur de la classe la plus grande partie de la séquence. Nous avons également filmé dans la salle de motricité et dans la cour de l'école selon les tâches effectuées pendant chaque séance. Cependant, dans la salle de motricité et dans la cour de récréation, nous avons utilisé les caméras fixes comme des caméras à main afin de faciliter la mobilité et suivre l'enseignant et les élèves.

Après avoir enregistré chaque séance, nous avons récupéré et transformé les vidéos en fichier mp4 afin de les visionner à l'aide du logiciel *QuickTime player*. Ce logiciel permet une synchronisation des vidéos issues de la même séance et un visionnage de plusieurs vidéos en même temps. Pour chaque séance, nous avons d'abord visionné la vidéo issue de la première

caméra afin d'avoir une vue globale de l'ensemble de la classe (figure 14 et 15).

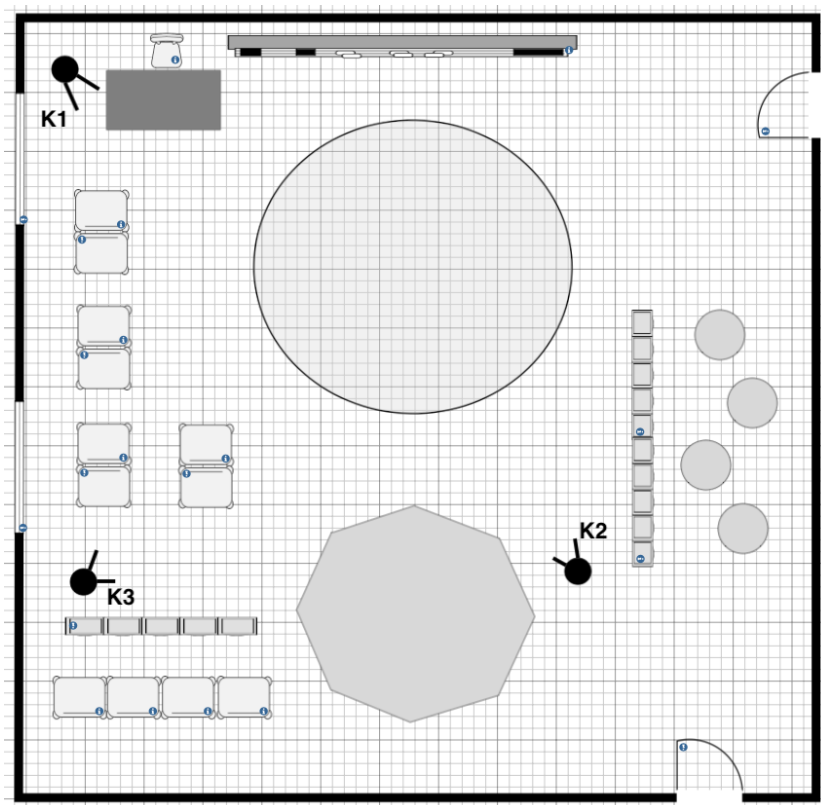


Figure 14-Le plan de la classe de E1



Figure 15-La classe de E1

## 2.7 Le guide d'analyse complété par le professeur des écoles

Pour compléter les données recueillies en classe, nous avons voulu obtenir un retour de la part de l'enseignant E1 sur sa pratique. Pour lui permettre de réaliser cette tâche en toute autonomie, nous lui avons donné le temps et l'espace de réfléchir sur chaque séance préparée et mise en œuvre dans sa classe. Ainsi, nous avons conçu un guide d'analyse que nous lui avons envoyé avec les vidéos de sa pratique. Pour réaliser cette analyse, nous lui avons demandé de compléter un document (annexe 6) l'amenant à exprimer un regard critique, en discutant particulièrement des points d'appuis et des points qui l'interrogent pour chaque tâche, dans un premier temps sur les scénarios des quatre séances préparées par le groupe, et dans un second temps sur la mise en œuvre effective en classe.

Concrètement, pour chaque séance, E1 compare, dans un premier tableau, les objectifs du modèle précurseur avec les objectifs de la fiche de préparation. Enfin, à la fin de ce premier tableau, l'enseignant a la possibilité de noter des commentaires personnels. Ensuite, pour la deuxième partie du guide d'analyse, l'enseignant regarde la vidéo de la séance correspondante mise à sa disposition et il complète le deuxième tableau où il compare la fiche de préparation de la séance avec sa mise en œuvre dans la classe. A la fin de ce deuxième tableau, l'enseignant a également la possibilité de noter des commentaires personnels par rapport à la mise en œuvre de la séance. Plus précisément, chaque tableau commence par « les axes d'observation » de l'enseignant, afin de concentrer son attention sur un point précis. Ensuite, l'enseignant est invité à compléter les tableaux en se penchant sur « les points d'appui » et sur « les points qui interrogent » dans un premier temps concernant la préparation du scénario et les fiches de préparation et dans un deuxième temps sur les séances mises en œuvre dans la classe. Notons que ce document a été présenté et explicité à l'enseignant en personne afin qu'il puisse nous poser directement des questions le concernant.

Dans le but d'équilibrer ce travail de l'enseignant et de garder un ordre chronologique des séances, nous avons d'abord procédé à l'envoi des vidéos des deux séances concernant la lumière. Puis, à la réception des deux premiers documents d'analyse complétés par E1, nous lui avons envoyé les vidéos des deux séances sur les ombres. Quant à la forme de ce document, nous présentons à titre d'exemple un extrait (figure 16) de ce guide d'analyse (Tableau 10) pour la première séance. Plus particulièrement, pour la première séance, l'enseignant devait d'abord travailler sur la fiche de préparation de la séance en question et revoir les objectifs des types de tâche proposés par le groupe, ainsi que les objectifs du modèle précurseur par rapport au concept de lumière. Puis, l'enseignant devait visionner la vidéo que nous lui avons envoyé concernant la première séance et compléter le reste du tableau par rapport à la mise en œuvre de la séance dans la classe. Ce document était précédé de l'introduction suivante :

Afin de procéder à l'analyse des vidéos de classe, je fais un rappel de l'objectif du projet. Nous voulons proposer un enseignement sur la lumière et les ombres basé sur un modèle précurseur (article envoyé avant la première rencontre et expliqué au début de notre réunion). Un modèle précurseur se situe entre les connaissances préalables des élèves et le modèle savant concernant le phénomène étudié.

Dans notre cas, selon Ravanis, un modèle précurseur chez les enfants de 5 à 7 ans pour la construction des phénomènes optiques élémentaires comporte deux notions :

- (a) La lumière conçue comme une entité distincte et autonome dans l'espace qui se déplace et peut interagir avec les objets. Il convient aussi de distinguer la lumière elle-même et les sources lumineuses.
- (b) La formation des ombres conçue comme le produit d'un mécanisme d'obstruction de la lumière par les objets opaques.

La grille d'analyse que nous proposons est divisée en deux parties. D'un côté nous souhaitons analyser les tâches proposées pour la séquence d'enseignement par rapport aux objectifs du modèle précurseur. D'un autre côté nous analysons les activités qui sont réalisées dans la classe par rapport aux tâches proposées dans la fiche de préparation. Donc pour chacune de 4 séances nous analysons avec l'aide de la grille suivante.

*Tableau 10-Extrait du guide d'analyse proposé à l'enseignant pour la première séance*

<b>Première séance</b>		
Tableau 1. Modèle précurseur-fiche de préparation		
Axes d'observation	Points d'appui	Points qui interrogent
Objectifs du modèle précurseur		
Objectifs de la 1 <sup>ère</sup> tâche		
Objectifs de la 2 <sup>ème</sup> tâche		
Objectifs de la 3 <sup>ème</sup> tâche		
Objectifs de la 4 <sup>ème</sup> tâche		
Commentaires personnels		
Tableau 2. Fiche de préparation-séance dans la classe		
Axes d'observation	Points d'appui	Points qui interrogent
Objectifs des tâches proposées		
Objectifs réalisés en classe de la 1 <sup>ère</sup> activité		
Objectifs réalisés en classe de la 2 <sup>ème</sup> activité		
Objectifs réalisés en classe de la 3 <sup>ème</sup> activité		
Objectifs réalisés en classe de la 4 <sup>ème</sup> activité		
Commentaires personnels		
Dans le cas où il n'y aurait pas de correspondance entre les objectifs je forme une hypothèse pour expliquer cette raison.		

Dans la figure 16, nous présentons à titre d'exemple, une partie du guide d'analyse pour la première séance, cette fois-ci complétée par l'enseignant. Dans cet exemple, l'enseignant note l'objectif du modèle précurseur, et ceux des deux premières tâches par rapport aux points d'appui et aux points qui interrogent.

Axes d'observation	Points d'appui	Points qui interrogent
Objectifs du modèle précurseur	Comprendre que la lumière est une entité autonome Différencier lumière et source lumineuse	La lumière est une notion complexe pour l'enseignant (connaissances à mettre à jour)
Objectifs de la 1 <sup>ère</sup> tâche	Représentation initiale	Le mot lumière est trop générique et éloigné de la représentation des enfants
Objectifs de la 2 <sup>ème</sup> tâche	Affiche des représentations initiales	Que vont faire les enfants ?

Figure 16-Un extrait du guide complété par E1

## 2.8 L'entretien d'autoconfrontation simple

Après avoir proposé à l'enseignant un moment autonome de réflexion sur la préparation de chaque séance par le groupe et sur la mise en œuvre dans la classe, nous avons opté pour un travail de réflexion concernant la pratique de l'enseignant dans la classe. Pour cela, nous avons préparé certaines questions sur la base du guide d'analyse complété par l'enseignant à l'étape méthodologique précédente et nous avons effectué un entretien d'autoconfrontation (Clot & Faïta, 2000 ; Theureau, 2010). Ce dernier vise à renseigner « l'expérience ou conscience pré-réflexive ou compréhension immédiate de son vécu de l'acteur à chaque instant de son activité » (Theureau, 2002).

Dans notre cas, l'entretien d'autoconfrontation simple effectué avec E1 nous a permis d'accéder au « logos » de l'enseignant car E1 nous a fourni des éléments indispensables à la compréhension de la production de son activité en relation avec la réalité de sa pratique dans la classe. L'enseignant a une capacité à adopter une posture réflexive et à communiquer sur son action. En ce sens, Shulman (2007) indique :

Le professeur n'est pas seulement maître des procédures, mais aussi du contenu et de la rationalisation, et est capable d'expliquer pourquoi quelque chose est fait. Le professeur est capable d'une réflexion menant à la connaissance de soi, la conscience métacognitive qui distingue le dessinateur de l'architecte, le comptable du commissaire aux comptes. Un professionnel est capable non seulement de pratiquer et de comprendre son art, mais de communiquer les raisons de ses actions et décisions professionnelles aux autres (p. 110).

Nous avons effectué quatre entretiens d'autoconfrontation simple avec l'enseignant E1, un pour chacune des quatre séances afin d'obtenir certaines informations sur sa pratique. Dans le but d'effectuer ces entretiens, nous avons programmé quatre séances de visionnage des vidéos sur

sa pratique : la première et la deuxième séance sur la notion de la lumière et la troisième et la quatrième séance sur la notion de l'ombre. Nous avons filmé ces entretiens à l'aide d'une caméra sur pied qui était placée derrière nous afin de visualiser en même temps les deux protagonistes et l'écran de l'ordinateur utilisé pour le visionnage des vidéos. Ensuite, nous avons transcrit sur le logiciel de traitement de texte *Microsoft Word*, les moments où l'enseignant E1 répond à nos questions ainsi que les moments où il prend la parole et commente la vidéo. Avant le visionnage de la vidéo, nous avons expliqué à l'enseignant que nous arrêterions la vidéo afin de poser des questions et que lui également pouvait interrompre la vidéo afin de commenter un moment de cette vidéo qui lui paraît important. Les questions que nous avons posées à l'enseignant étaient souvent en rapport avec le contenu de l'analyse critique effectuée par l'enseignant ou bien elles concernaient le modèle précurseur.

## 2.9 Le scénario pédagogique 2 et entretien téléphonique avec E1

Après avoir effectué les entretiens d'autoconfrontation simple, nous avons demandé à l'enseignant E1 de proposer un nouveau scénario pour l'enseignement des notions de la lumière et de l'ombre, en tenant compte des articles envoyés sur le concept du modèle précurseur et de ses propres commentaires dans la grille d'analyse envoyé avec le guide d'analyse. E1 nous a transmis le nouveau scénario en précisant qu'il aimerait garder les propositions du groupe concernant les séances sur les ombres et proposer des changements sur les séances concernant la partie de la lumière. Ainsi, la première séance comporte cinq tâches au lieu de quatre et la deuxième séance comporte quatre tâches au lieu de trois. Enfin, nous avons effectué un entretien téléphonique avec E1 afin qu'il nous justifie ces choix de modification.

## Chapitre 3. Méthode d'analyse

Comme nous l'avons déjà précisé, nous étudions l'ensemble de ces données à l'aide du concept de praxéologie. Cela nous permet de réaliser ainsi une analyse didactique lors de la préparation de la séquence par le groupe, après la mise en œuvre de la séquence et lors de la proposition du nouveau scénario. Ainsi, l'objectif de notre analyse (figure 17) consiste en la construction d'une série de praxéologies.

D'abord, nous construisons un modèle praxéologique de référence (chapitre 1 de la quatrième partie), qui inclut les principes du modèle précurseur pour la lumière et les ombres. Ainsi, dans le but de repérer des éléments du modèle précurseur dans la conception des scénarios et dans leur mise en œuvre effective, nous comparons la praxéologie de référence avec la praxéologie didactique du groupe, la praxéologie didactique de l'enseignant E1 et avec la nouvelle praxéologie didactique de l'enseignant E1.

Puis, en ce qui concerne les données empiriques, dans un premier temps, nous ciblons notre étude sur la phase de préparation des scénarios qui concerne les quatre séances. Pour cela, nous repérons les traces d'appropriation du modèle précurseur dans le premier scénario de classe construit par le collectif. En termes d'analyse des données recueillies, nous nous appuyons sur les transcriptions des enregistrements audios des entretiens semi-directifs et de la réunion du groupe et sur les fiches de préparation. Ainsi, nous construisons une grille d'analyse (Tableau 11) permettant la caractérisation des praxéologies didactiques du groupe. Le but de cette analyse est de déterminer si, d'une part, les tâches proposées et les activités envisagées (praxis) sont potentiellement efficaces en termes d'apprentissage pour la construction d'un modèle précurseur dans la pensée des enfants et, si d'autre part, les enseignants ont pu s'approprier certains éléments du modèle précurseur (logos).

Dans un deuxième temps, nous ciblons notre étude sur la phase de la mise en œuvre du scénario dans la classe pour retrouver les éléments de praxis dans la réalisation effective du scénario dans la classe de E1 et de logos dans le discours de E1 dans sa classe. En termes d'analyse des données recueillies, pour construire la praxéologie didactique de E1, nous nous appuyons sur les notes prises lors du visionnage des vidéos en ce qui concerne les quatre séances de classe, les grilles complétées par E1 et les transcriptions des entretiens d'autoconfrontation pour identifier, d'un côté, les tâches et les techniques effectivement mises en œuvre (praxis) et, d'un autre côté, des éléments de justification concernant les choix de E1 effectués pendant la mise en œuvre du scénario dans la classe (logos). Nous précisons que nous avons effectué plusieurs visionnages des enregistrements vidéoscopiques. Pendant le premier visionnage, nous avons voulu nous familiariser avec la vidéo et vérifier si l'on retrouvait les dimensions et les indicateurs proposés par la grille d'analyse pour la caractérisation des praxéologies didactiques. Par la suite, nous avons visionné à plusieurs reprises les différentes vidéos synchronisées de chaque séance afin de prendre des notes liées à la grille d'analyse en ce qui concerne la pratique de l'enseignant ainsi que des dialogues et des réponses d'élèves qui pourraient être significatifs pour la suite de la séance. Les enregistrements vidéo étaient utilisées par l'enseignant pour la deuxième partie du guide d'analyse que nous présentons par la suite. Enfin, nous avons visionné ces enregistrements avec l'enseignant afin d'effectuer les entretiens d'autoconfrontation pour



chacune des séances.

Dans un troisième temps, nous utilisons ce même concept de praxéologie et cette grille d'analyse (Tableau 11) afin de caractériser la nouvelle praxéologie didactique de l'enseignant E1. Pour ce faire, nous nous appuyons sur les nouvelles fiches de préparation des séances préparées par E1 pour identifier les tâches et les techniques (praxis) et nous nous appuyons sur la transcription de l'entretien téléphonique pour repérer des éléments de justification de ses choix de modification concernant les deux premières séances dédiées à l'enseignement de la notion de la lumière (logos). En ce qui concerne les séances consacrées à l'enseignement de la notion de l'ombre, l'enseignant considère qu'il faudrait retravailler les mêmes séances sans changer les scénarios.

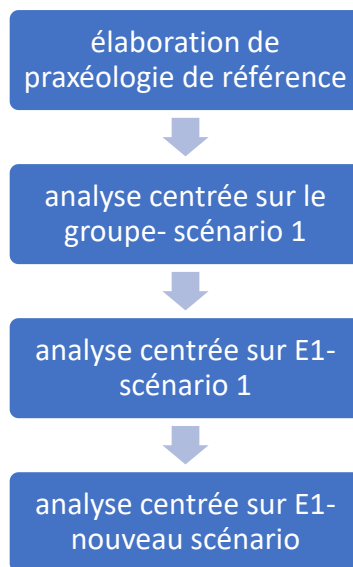


Figure 17-Processus suivi pour l'analyse des données

### 3.1 Méthode d'élaboration de la praxéologie de référence

Nous avons opté pour la construction d'une praxéologie de référence afin d'avoir un point d'appui et de pouvoir effectuer des comparaisons entre cette praxéologie et les praxéologies du groupe et celles de l'enseignant.

Pour construire cette praxéologie de référence, nous tentons de repérer tout d'abord un modèle praxéologique institutionnel, puis nous nous appuyons sur les travaux en didactique à propos du modèle précurseur de la lumière et de l'ombre (notamment les articles fournis aux enseignants) pour identifier les obstacles potentiels et les conceptions des élèves.

Le programme officiel qui accompagne l'école maternelle en France regroupe cinq domaines d'enseignement : Mobiliser le langage dans toutes ses dimensions, agir, s'exprimer, comprendre à travers l'activité physique, comprendre à travers les activités artistiques, construire les premiers outils pour structurer sa pensée et explorer le monde.

L'enseignement des sciences à l'école maternelle est évoqué dans le domaine « explorer le monde » où les élèves vont acquérir des connaissances pour se repérer dans le temps et l'espace ainsi que pour explorer le monde du vivant, des objets et de la matière. En ce qui concerne le concept de la lumière et de l'ombre, les enfants peuvent avoir une première approche des phénomènes d'optique puisque le bulletin officiel spécial n°2 du 26 mars 2015 indique : « Les enfants ont besoin d'agir de nombreuses fois pour constater des régularités qui sont les manifestations des phénomènes physiques qu'ils étudieront beaucoup plus tard (la gravité, l'attraction entre deux pôles aimantés, les effets de la lumière, etc. ». Il s'avère en fait que ce programme concernant l'école maternelle reste très général en ne proposant seulement que des lignes directrices aux enseignants. Il revient donc à ces derniers de s'inspirer de ce programme pour proposer des enseignements adaptés à leurs élèves. Compte tenu du caractère général du programme et de la simple référence sur les effets de la lumière, il semble donc délicat de proposer un modèle praxéologique institutionnel. Le modèle praxéologique de référence que nous proposons se base alors en grande partie sur l'analyse épistémologique des savoirs en jeu. Nous notons que notre proposition s'appuie sur des articles mais il ne s'agit pas de quelque chose d'absolu qui comprend toutes les tâches existantes dans les articles scientifiques. En effet, nous avons effectué un choix d'articles liés au modèle précurseur et aux techniques qui sont en accord avec ce modèle.

### 3.2 La grille d'analyse pour la caractérisation des praxéologies didactiques

Nous avons conçu la grille d'analyse (tableau 11) basée sur le concept du modèle praxéologique (Bosch & Chevillard, 1999). Nous cherchons dans chaque cas à identifier la praxis et le logos dans le corpus de nos données. La tableau 11 présente de façon synoptique les éléments que nous avons cherché à repérer afin de caractériser les praxéologies didactiques.

*Tableau 11-La grille d'analyse pour la caractérisation des praxéologies didactiques*

	Praxéologie didactique du groupe	Praxéologie didactique de E1	Nouvelle Praxéologie didactique de E1
Types de tâche T et Technique $\tau$	Fiches de préparation	Prise de notes de séances à partir d'enregistrements vidéoscopiques	Nouveau Scénario proposé par E1
Technologie $\theta$ et Théorie $\Theta$	Transcription des entretiens semi-directifs, Transcription de la réunion	Tableau d'analyse de E1, Transcription des entretiens d'autoconfrontation simple	Transcription de l'entretien téléphonique

Nous souhaitons préciser la manière dont nous avons procédé afin de catégoriser les éléments repérés dans notre corpus de données. Inspirés par le travail de Sanchez et al. (2017), nous construisons une grille d'analyse permettant la caractérisation des praxéologies guidée par les éléments suivants :

- la tâche (quoi ?) : en ce qui concerne le processus de conception d'un scénario didactique nous faisons référence à une tâche en pensant à ce qui devrait être fait en classe par l'enseignant.

Ensuite, nous découpons chaque séance par tâches en relation avec ce qui est réellement fait en classe par l'enseignant. Nous considérons que le groupe d'enseignants au premier scénario et l'enseignant E1 au deuxième scénario se réfèrent aux tâches quand ils font leurs propositions ainsi qu'à la mise en œuvre dans la classe. Cela veut dire que nous repérons dans un premier temps les tâches et puis dans un deuxième temps nous caractérisons les types de tâches T issus des tâches repérées.

- la technique  $\tau$  utilisée pour effectuer la tâche (comment ?) : quand les enseignants proposent une série de tâches, nous signifions par technique  $\tau$  la manière dont l'enseignant devrait effectuer la tâche. Dans le cas où nous étudions la technique utilisée pour effectuer la tâche après la mise en œuvre de la séance, nous observons par les enregistrements vidéoscopiques et puis les notes prises pendant le visionnage de la vidéo de chaque séance, comment l'enseignant a fait pour effectuer la tâche.
- la technologie  $\theta$ , c'est-à-dire la justification de la technique (pourquoi ?) : pendant l'analyse de notre corpus, dans le but de repérer des éléments de technologie  $\theta$ , nous nous posons les questions suivantes en relation avec la préparation du premier et du deuxième scénario. « Pourquoi choisir telle technique pour effectuer telle tâche ? Pourquoi cette tâche devrait-elle être accomplie ? Et pourquoi de cette façon ? ». Ensuite, nous identifions les moments où est exprimée la raison pour laquelle l'enseignant a choisi une technique pour effectuer une tâche afin de repérer les éléments de justification de la technique après la mise en œuvre du scénario.
- la théorie  $\Theta$  (pourquoi le pensons-nous ?) : enfin nous essayons de repérer la raison pour laquelle le groupe d'enseignants et puis l'enseignant E1 pensent qu'une tâche devait être accomplie d'une certaine façon dans la partie de notre corpus qui est liée à la conception des scénarios. Nous cherchons à identifier les hypothèses théoriques sous-jacentes. De la même manière, nous repérons ces éléments de théorie  $\Theta$  dans le discours de l'enseignant après la mise en œuvre des séances.

Nous précisons que pendant l'analyse de notre étude de cas, nous ne cherchons pas à repérer la fréquence d'un certain nombre de mots-clés ou de thèmes dans notre corpus en utilisant notre grille d'analyse. Au contraire, nous cherchons des éléments significatifs qui pourront désigner un type de tâche T, une technique  $\tau$ , une technologie  $\theta$  ou une théorie  $\Theta$ . Comme Cohen et al. (2013) le soulignent:

Case studies, in not having to seek frequencies of occurrences, can replace quantity with quality and intensity, separating the significant few from the insignificant many instances of behaviour. Significance rather than frequency is a hallmark of case studies, offering the researcher an insight into the real dynamics of situations and people (p. 257).

## **PARTIE IV ANALYSE DES DONNEES : DU TRAVAIL COLLECTIF AU TRAVAIL INDIVIDUEL DE L'ENSEIGNANT**

---

Dans cette partie nous présentons l'analyse de notre corpus de données, faite selon la méthodologie que nous avons décrit dans la partie précédente. Nous expliquons tout d'abord, notre praxéologie de référence pour la lumière et pour les ombres et ensuite nous présentons la praxéologie didactique du groupe d'enseignants, puis la praxéologie didactique de l'enseignant E1 et enfin la nouvelle praxéologie didactique de l'enseignant E1.

# Chapitre 1. La praxéologie de référence

Nous présentons sous forme de schéma (figure 18) le cheminement suivi pour construire la praxéologie de référence pour les notions de lumière et d'ombre.

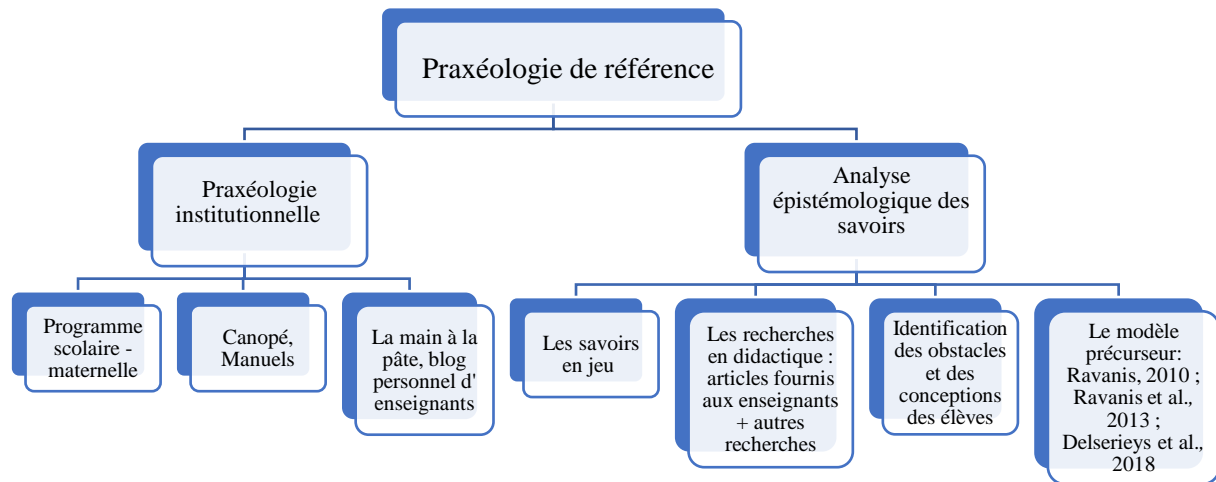


Figure 18-Méthodologie d'élaboration de la praxéologie de référence

## 1.1 La praxéologie de référence pour la notion de lumière

Dans le but de construire une praxéologie de référence pour la lumière, nous avons effectué une recherche concernant les éléments qui pourraient nous donner des informations pour construire une praxéologie institutionnelle et ensuite nous avons effectué une analyse épistémologique des savoirs.

### 1.1.1 La praxéologie institutionnelle pour le concept de lumière

Plus précisément, concernant la praxéologie institutionnelle, nous avons recherché des informations par rapport à la notion en question dans le programme scolaire pour l'école maternelle et sur le site internet de Canopé. Nous avons également consulté le socle commun de connaissances, de compétences et de culture (Décret n°2015-372 du 31 mars 2015), qui définit dans le système éducatif français, les compétences qu'un élève doit progressivement maîtriser pendant la scolarité obligatoire, mais ce dernier ne concerne pas le cycle 1. En ce qui concerne le programme scolaire pour l'école maternelle, nous avons consulté le Bulletin officiel spécial n°2 du 26 mars 2015. Nous présentons deux extraits du programme, qui pourraient concerner le concept de la lumière, mais qui restent très vastes, avec des propos assez généraux, que ce soit en termes de contenus conceptuels ou en termes de démarches. Il est question d'entamer un travail de réflexion autour des phénomènes observés et de se familiariser avec des objets et de la matière. Le premier extrait est intitulé « Explorer le monde du vivant, des objets

et de la matière » :

À leur entrée à l'école maternelle, les enfants ont déjà des représentations qui leur permettent de prendre des repères dans leur vie quotidienne. Pour les aider à découvrir, organiser et comprendre le monde qui les entoure, l'enseignant propose des activités qui amènent les enfants à observer, formuler des interrogations plus rationnelles, construire des relations entre les phénomènes observés, prévoir des conséquences, identifier des caractéristiques susceptibles d'être catégorisées. Les enfants commencent à comprendre ce qui distingue le vivant du non-vivant ; ils manipulent, fabriquent pour se familiariser avec les objets et la matière (p. 20).

Plus précisément, un extrait du sous-chapitre « Utiliser, fabriquer, manipuler des objets » souligne l'utilisation d'objets afin de constater des phénomènes physiques en faisant aussi référence à une introduction aux phénomènes que les élèves étudieront plus tard dans leur parcours scolaire à l'instar des effets de la lumière :

Les utilisations multiples d'instruments et d'objets sont l'occasion de constater des phénomènes physiques, notamment en utilisant des instruments d'optique simples (les loupes notamment) ou en agissant avec des ressorts, des aimants, des poulies, des engrenages, des plans inclinés... Les enfants ont besoin d'agir de nombreuses fois pour constater des régularités qui sont les manifestations des phénomènes physiques qu'ils étudieront beaucoup plus tard (la gravité, l'attraction entre deux pôles aimantés, les effets de la lumière, etc.) (p. 21).

De plus, nous avons recherché l'existence de manuels scolaires sur le sujet en question dans le but de repérer des informations pouvant être destinées aux enseignants de maternelle mais nous avons plutôt repéré des manuels pour explorer le monde du vivant. Enfin, nous avons consulté le site internet de la fondation « La main à la pâte », car comme nous l'avons déjà évoqué, les enseignants en France peuvent y recourir volontairement afin de se préparer pour dispenser un enseignement des sciences dans leur classe.

Par conséquent, comme nous n'avons pas identifié de propositions de scénarios pédagogiques et d'activités centrés sur la notion de la lumière, nous nous sommes plutôt appuyés sur la deuxième partie relative à la construction de la praxéologie de référence, l'analyse épistémologique des savoirs.

### 1.1.2 L'analyse épistémologique des savoirs pour le concept de lumière

Selon le schéma que nous avons présenté (figure 14), nous expliquons ensuite notre cheminement pour construire la praxéologie de référence concernant le concept de lumière. Il s'agit d'une analyse fondée sur les savoirs en jeu, les recherches en didactique, l'identification des obstacles épistémologiques des élèves et le modèle précurseur sur la notion en question.

#### 1.1.2.1 Les savoirs en jeu

En premier lieu, nous avons repérés les savoirs en jeu concernant le concept de lumière. Plus particulièrement, il s'agit du modèle scientifique de la lumière que nous avons présenté dans la deuxième partie de ce travail de recherche (chapitre 2.2.1) et qui a beaucoup évolué au fil des années (figure 5) depuis l'antiquité jusqu'à nos jours. Il s'agit d'abord d'une évolution du

concept de vision et du développement de l'optique et ensuite des débats autour de la dualité onde-corpuscule, la considération de la lumière comme une onde électromagnétique et la notion de quanta (Blay, 2007). Pour la construction de cette praxéologie, nous adoptons le point de vue de l'optique géométrique pour rester dans la continuité des programmes de l'école élémentaire qui sont basés sur ce modèle. Du point de vue de l'optique géométrique, on considère que la lumière se propage d'une manière rectiligne dans un milieu homogène par des rayons lumineux qui peuvent se croiser sans interagir. Dans le cadre de l'optique géométrique, nous considérons la source lumineuse comme un dispositif qui émet de la lumière. Quand une source lumineuse émet de la lumière d'un certain point S et dans un milieu homogène, on considère que la lumière peut se décomposer en rayons lumineux qui sont portés par un faisceau lumineux (Taillet, 2017).

#### *1.1.2.2 Identification des obstacles et des conceptions des élèves*

En deuxième lieu, nous travaillons autour de l'identification des obstacles épistémologiques dans la pensée des enfants et sur les conceptions des élèves. De très nombreuses recherches en didactique portent sur les représentations et sur les difficultés des élèves de cinq à quinze ans concernant ce concept comme nous l'avons déjà évoqué (Rice & Feher, 1987 ; Tiberghien, Delacote, Ghiglione & Matalon, 1980 ; Stead & Osborne, 1980 ; Andersson & Kärrqvist, 1983 ; Guesne, 1984, 1985 ; Esgalhado & Rebordao, 1987 ; Osborne, Black, Meadows & Smith, 1993 ; Ravanis & Papamichaël, 1995 ; Fleer, 1996 ; Selley, 1996 ; Langley, Ronen & Eylon, 1997 ; Kok-Aun & Hong-Kwen, 1999 ; Ravanis, 1999, 2008, 2012 ; Galili & Hazan, 2000 ; Mendoza Pérez & López-Tosado, 2000 ; de Hosson & Kaminski, 2002 ; Ravanis, Papamichael & Koulaidis, 2002 ; Gallegos Cázares, Flores Camacho & Calderon Canales, 2008 ; Ravanis & Boilevin, 2009 ; Castro, 2013, 2018 ; Voutsinos, 2013 ; Castro & Rodriguez, 2014 ; Ntalakoura & Ravanis, 2014 ; Grigorovitch, 2015 ; Rodriguez & Castro, 2016, 2019, 2020 ; Çakır & Uludağ, 2019). Nous avons présenté les difficultés des élèves à l'école maternelle et l'école élémentaire dans la deuxième partie de ce travail de recherche (chapitre 2.4.1) Comme présenté dans le tableau six, les conceptions des élèves de cinq à six ans qui reviennent dans la documentation scientifique concernent la considération de la lumière comme une entité autonome, la centration sur la source lumineuse en la considérant comme étant la lumière et la considération de la lumière comme étant les effets de la lumière. Une autre difficulté tant pour les élèves de maternelle que pour les élèves plus âgés (12 à 13 ans) concernant le concept de lumière relève de la vision (de Hosson & Kaminski, 2002 ; de Hosson, 2004 ; de Hosson & Kaminski, 2006). Plus précisément, de Hosson et Kaminski (2002, p. 143) mentionnent pour les élèves de maternelle : « nous pensons qu'inspirée par les théories platoniciennes de la vision, l'expression « porte-lumière » convient pour qualifier la façon dont certains enfants imaginent leurs propres yeux : un agent actif, émettant quelque chose qui permet de voir ». Cependant, nous ne traitons pas le sujet de la vision dans ce travail de recherche même s'il nous semble essentiel car il n'est pas inclus dans le modèle précurseur que nous abordons dans cette recherche.

#### *1.1.2.3 Les recherches en didactique*

Ensuite, nous nous penchons sur les recherches en didactique des sciences portant sur la notion de la lumière pour les jeunes élèves, et plus particulièrement sur les deux articles que nous avons fournis aux enseignants avant la réunion effectuée au sein du groupe. A titre d'exemple, nous présentons les activités qui sont proposées dans l'article de Ravanis (2010) et que nous prenons en considération pour la construction de la praxéologie de référence. Dans l'article le

chercheur propose :

Quand nous allumons une lampe de poche nous produisons sur le mur une tache lumineuse et nous interrogeons chaque enfant (figure 19) : "Où y a-t-il de la lumière provenant de la lampe de poche ?". Si les enfants reconnaissent l'existence de la lumière dans la lampe et sur le mur nous leur demandons, en montrant du doigt quelque part entre la lampe et le mur : "Est-ce qu'il y a de la lumière entre la lampe et le mur ?" (p. 3).

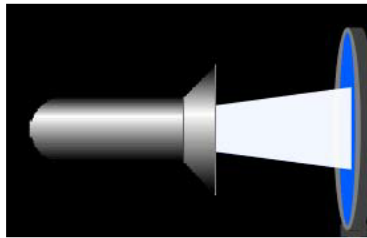


Figure 19-Tâche lumineuse produite sur le mur par une lampe de poche

Le chercheur propose une deuxième activité sur le concept de la lumière :

En utilisant un autre dispositif on peut recueillir quelques résultats semblables. On pose verticalement deux cartons de 17cm x 25cm sur des supports horizontaux stables de façon à ce que les cartons se trouvent à une distance de 12cm l'un de l'autre. Le premier de ces cartons comporte un orifice de 0.5cm<sup>2</sup> à une hauteur de 7cm de son point d'appui. À une distance de 8cm, en face de l'orifice, nous plaçons une source lumineuse (lampe, 4.8V, 2.4W, voir Figure 20). Nous allumons la lampe et nous demandons aux enfants si dans l'espace entre les deux cartons il y a de la lumière. Par cette tâche on cherche à savoir si les enfants reconnaissent la lumière comme entité dans l'espace, cette fois dans le cadre d'une situation non familière (p. 4).

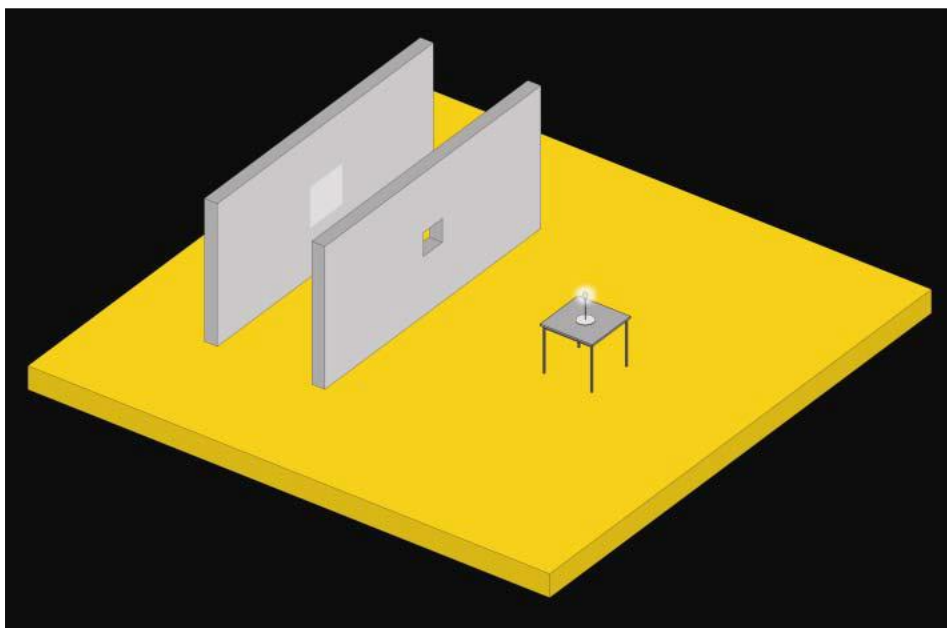


Figure 20-Le dispositif pour la deuxième activité concernant le concept de la lumière



Ravanis, Christidou & Hatzinikita (2013) mettent l'accent sur la complexité des phénomènes liés à la notion de lumière et à sa propagation pour les élèves dû au fait qu'il s'agit de phénomènes qui sont détachés de ce que les élèves peuvent percevoir à travers leur expérience. Les chercheurs soutiennent l'idée que dans ce cas les élèves ont besoin d'outils de pensée afin de « transformer » une notion qui leur est complètement inconnue à l'aide d'une notion qu'ils maîtrisent et qui leur est familière. Les chercheurs montrent que cela peut être effectué par exemple avec l'utilisation de métaphores et ils proposent de faire le parallèle entre la notion de voyage et la notion de lumière. Plus particulièrement, il s'agit de comprendre que comme quand on voyage on part d'un point A pour arriver à un point B et on parcourt un trajet pour y arriver. De même, la lumière part de la source lumineuse et parcourt un trajet pour atteindre un objet ou une surface. Ainsi, on déstabilise l'idée que la lumière existe seulement dans les endroits où on distingue des effets visibles à l'instar de la source lumineuse et d'une tâche lumineuse sur le mur. Les métaphores peuvent faciliter ce passage car cela permet d'attribuer des fonctions similaires à des notions différentes (Christidou et al., 1997).

Les chercheurs expliquent dans leur article, entre autres, le scénario à visée sociocognitive mis en œuvre dans une classe de maternelle. Nous reprenons le passage où l'utilisation du concept de voyage a été employé. L'enseignant demande aux élèves « d'où vient la lumière ? » et « comment la lumière nous parvient ? ». Après avoir recueilli les réponses des élèves, pendant la discussion, l'enseignant fait référence aux sources lumineuses pour expliquer que la lumière vient par exemple du soleil et voyage à travers l'espace vers les planètes et nous-même aussi. L'enseignant montre deux images aux enfants où il est facile de distinguer un faisceau lumineux dans l'atmosphère dans le but de familiariser les élèves à une situation observée dans la vie quotidienne qui devrait permettre aux élèves de faire le lien avec la discussion précédente.

#### *1.1.2.4 Le modèle précurseur*

Enfin, nous nous appuyons sur les principes des modèles précurseurs (Ravanis, 2010 ; Ravanis, Christidou & Hatzinikita, 2013) pour le concept de la lumière en ce qui concerne les jeunes enfants. Selon Ravanis (2010, p.5) un modèle précurseur pour la construction des phénomènes optiques élémentaires, à la pensée des jeunes élèves, comporte deux notions :

- (a) La lumière comme entité distincte et autonome dans l'espace qui se déplace et peut interagir avec les objets et aussi le statut différent des sources lumineuses et de la lumière.
- (b) La formation des ombres comme produit d'un mécanisme d'obstruction de la lumière par les objets opaques.

Comme nous l'avons déjà mentionné, selon Ravanis, Christidou et Hatzinikita (2013), une attention particulière est donnée à la transition physique de la lumière entre le récepteur et la source lumineuse. Cette transition, comme nous l'avons expliqué dans le chapitre 3.2.2, indique un type avancé de raisonnement dont deux éléments constitutifs construisent dans la pensée des enfants un modèle précurseur pour la lumière compatible avec le modèle scientifique :

- (1) l'existence de la lumière entre les sources lumineuses et les récepteurs ;
- (2) la propagation de la lumière en deux étapes.

### 1.1.3 L'organisation praxéologique de référence sur la lumière

Nous présentons ci-dessous l'organisation praxéologique de référence sur la lumière avec deux types de tâche pour les élèves de Grande Section d'école maternelle.

Le premier type de tâche T est de mettre en évidence l'existence de la lumière dans l'espace entre les sources lumineuses et les récepteurs.

La technique  $\tau$  du principal type de tâche T peut être décrite par une succession de sous types de tâches T1 et T2 avec :

- T1 : décrire et expliquer ce qui se passe lorsqu'une lampe de poche produit une tache lumineuse sur le mur ;
- T2 : expliquer la façon dont la terre est éclairée par le soleil.

Pour le sous type de tâche T1, les techniques  $\tau$  sont les suivantes :

$\tau_{11}$  : l'enseignant interroge chaque enfant : « Où se trouve la lumière de la lampe de poche ? ».

$\tau_{12}$  : si les enfants reconnaissent l'existence de la lumière dans la lampe et sur le mur, l'enseignant demande, en montrant du doigt un endroit quelque part entre la lampe et le mur : « Est-ce qu'il y a de la lumière entre la lampe et le mur ? ». Cette question donne l'opportunité aux enfants de reconnaître la lumière en dehors des sources, sur une tache lumineuse ou dans l'espace, dans le cadre d'une situation familière. Cela donne aussi la possibilité d'orienter les centrations des enfants dans l'espace entre la lampe et le mur.

Pour le sous type de tâche T2 les techniques  $\tau$  sont les suivantes :

$\tau_{21}$  : l'enseignant interroge chaque enfant « d'où vient la lumière ? »

$\tau_{22}$  : l'enseignant interroge chaque enfant « comment la lumière nous parvient-elle ? »

$\tau_{23}$  : l'enseignant explique que la lumière provient de sources lumineuses, par exemple le soleil ou des lampes, et voyage à travers l'espace vers d'autres planètes ou vers nous.

Concernant la technologie  $\theta$  à l'œuvre, l'idée « du voyage de la lumière à travers l'espace », repose sur l'utilisation métaphorique du mot "voyage" qui renvoie à l'idée du mouvement d'un objet dans l'espace. En d'autres termes, il relie le début et la fin de la trajectoire d'un objet à son mouvement intermédiaire par des moyens matériels. La lumière est une entité qui se propage dans l'espace provenant d'une source, et quand elle rencontre un objet elle interagit en produisant plusieurs effets perceptibles.

Du côté des élèves, plusieurs technologies erronées sont possibles. A cet âge, les élèves ne peuvent pas considérer la lumière comme une entité distincte et invisible. Ils adoptent spontanément le schéma en une étape (source-récepteur) car ils considèrent la lumière comme étant la source lumineuse et/ou comme étant les effets visibles de la lumière.

Le deuxième type de tâche T'est l'application du principe de la propagation rectiligne de la lumière.

La technique  $\tau$  du principal type de tâche T' peut être décrite par une succession de sous types de tâches T1' et T2' avec :

- T1' : décrire et expliquer ce qu'il se passe lorsqu'on aligne des supports percés illuminés par une source lumineuse ;
- T2' : expliquer la direction d'un rayon lumineux en relation avec une source lumineuse.

Pour le sous type de tâche T1' les techniques sont les suivantes :

$\tau_{11}'$  : interroger chaque enfant : « Comment disposer des supports percés en forme de cœur pour que la lumière les traverse tous et forme un cœur à leur sortie sur un écran vertical ? ».

$\tau_{12}'$  : L'enseignant place quelques CD sur un support horizontal et forme une ligne (d'une manière aléatoire et non pas en ligne droite). Ensuite, il place une bougie allumée à un bout. Il demande alors aux élèves quelle est la condition pour voir la bougie à l'autre bout du dispositif.

Pour le sous type de tâche T2' les techniques sont les suivantes :

$\tau_{21}'$  : l'enseignant invite les élèves à observer le faisceau lumineux qui rentre dans la classe par la fenêtre et à le dessiner sur une feuille de papier / sur le tableau/ sur une affiche.

$\tau_{22}'$  : l'enseignant demande aux élèves de montrer la direction d'un rayon lumineux apparent sur des images en dessinant une flèche (exemples : œuvres d'art, photos de nuages où on aperçoit de la lumière, phares de voiture).

$\tau_{23}'$  : dans une salle obscure, les élèves allument une lampe torche dirigée vers le plafond et ensuite dessinent l'expérience.

La Technologie  $\theta'$  support de ce type de tâche T' repose sur le principe de propagation rectiligne de la lumière : dans un milieu homogène et transparent, la lumière se propage en ligne droite.

En ce qui concerne les technologies erronées possibles des élèves concernant ce deuxième type de tâche T', il s'agit de la confusion des notions de lumière et de source lumineuse et également de la non-reconnaissance de la trajectoire de la lumière.

Enfin la théorie  $\Theta$  qui justifie les Technologies  $\theta_1$  et  $\theta_2$  est ici l'optique géométrique.

## 1.2 La praxéologie de référence pour la notion d'ombre

Dans le but de construire une praxéologie de référence pour la notion d'ombres, comme pour le concept de lumière, au début nous avons effectué une recherche concernant les éléments qui pourraient contribuer à la construction d'une praxéologie institutionnelle. Ensuite, nous avons effectué une analyse épistémologique des savoirs.

### 1.2.1 Praxéologie institutionnelle

Plus particulièrement, en ce qui concerne la praxéologie institutionnelle, nous avons recherché des informations concernant la notion d'ombre, dans le programme scolaire de l'école maternelle et sur le site internet de Canopé. Comme nous l'avons déjà mentionné dans le sous-chapitre 1.1.1, les propos sur l'éducation scientifique restent très généraux. Il est simplement

mentionné dans le Bulletin officiel spécial n°2 du 26 mars 2015, l'élaboration d'un travail de réflexion autour des phénomènes observés et la familiarisation avec des objets et de la matière. Ainsi, comme pour le concept de lumière, nous avons recherché l'existence de manuels scolaires sur le sujet en question dans le but de repérer des informations pouvant être destinées aux enseignants de maternelle mais nous avons uniquement repéré des manuels pour explorer le monde du vivant, consacrés le plus souvent aux animaux. Enfin, nous avons consulté le site internet de la fondation « La main à la pâte », car comme nous avons déjà évoqué, les enseignants en France, peuvent y recourir volontairement afin de se préparer pour dispenser un enseignement des sciences dans leur classe.

#### *1.2.1.1 La main à la pâte*

Nous présentons quelques-unes des propositions du scénario en question. D'abord, il est proposé d'effectuer un « Espace ombres » afin de familiariser les élèves avec le phénomène. Il est souligné que la notion de lumière doit être abordée à ce stade afin que les élèves se rendent compte qu'il faut de la lumière pour voir les objets. Parmi les tâches proposées, nous retrouvons la suivante pour commencer l'apprentissage sur les ombres. L'enseignant réunit les objets qui ont été utilisés depuis le début de cette familiarisation dans « l'Espace ombres » et dans le but de s'assurer que les enfants sont capables de les nommer, il pose la question : « Qu'est-ce que c'est, à quoi cela sert ? ». Ensuite, l'enseignant distribue à chaque élève une feuille de papier, une lampe torche et un de ces objets. L'enseignant demande aux enfants d'allumer les lampes pour éclairer leur « objet » et projeter son ombre sur une feuille de papier.

Une autre tâche repose sur la mise en relation de la formation d'une ombre avec la présence d'une lampe allumée et celle d'un objet opaque qui arrête la lumière. La proposition s'appuie sur un travail en groupe. Les élèves, par petits groupes de 5 à 6 enfants, s'installent autour d'une table qui est recouverte de papier blanc. Les élèves ont à leur disposition plusieurs objets et une source lumineuse fixe. Selon les consignes, un spot est fixé de telle façon que l'ombre portée du plus grand objet tienne sur une feuille. L'enseignant invite les enfants à observer « tour à tour les ombres de différents objets posés à un même endroit, puis dans un second temps, à dessiner le contour des ombres de chaque objet ». Les élèves observent ensuite et testent les conditions de la formation de l'ombre ainsi que la distance entre la source lumineuse et les différents objets présents. Plus précisément, une attention particulière est donnée à la propagation rectiligne de la lumière. Dans le scénario il est proposé de travailler avec un objet percé :

La lumière, elle passe dans le trou, on voit l'ombre, mais, ça fait de la lumière. Le trou laisse passer la lumière. Si je le bouche, c'est plus pareil. Quand l'enfant bouche le trou avec sa main, c'est alors l'ombre de la main et de l'objet, indissociables, que l'on voit ! Prévoir des caches à fixer sur les trous, avec ruban adhésif ou pâte à fixer. Approche de la propagation rectiligne de la lumière (« L'ombre d'objets » <https://www.fondation-lamap.org/fr/page/11433/ombres-et-lumiere>).

Ensuite, une série de tâches est proposée dans la cour de l'école, à l'extérieur à condition qu'il y ait du soleil. A travers l'aspect ludique et divers défis que peuvent offrir les activités autour des ombres, les élèves sont amenés à observer les ombres de différents éléments qui se trouvent dans la cour, les ombres de leurs camarades et leur propre ombre : « Les séances centrées sur l'observation des ombres se déroulent essentiellement sous forme de jeux de courte durée,

suis de discussion sur ce qui s'est passé » (« Une séquence : mon ombre au soleil » <https://www.fondation-lamap.org/fr/page/11433/ombres-et-lumiere>). Parmi les tâches proposées dans la séquence, nous présentons la suivante : les élèves sont amenés à travailler autour du phénomène de la formation d'ombres à l'extérieur de la classe. Plus précisément, il s'agit de dessiner l'ombre de son camarade, l'observer, mener de comparaisons et effectuer la même tâche à un autre moment de la journée. Une attention particulière est donnée à l'alignement de la source lumineuse, de l'objet et de l'ombre qui est formée :

Chacun dessine l'ombre de son équipier, qui prend la position de son choix. En fin de séance, tous les enfants font le tour de la cour et regardent toutes les ombres dessinées. Pour transformer ce regard amusé en observation plus active, une question est posée : « Peut-on faire tenir son ombre dans l'ombre d'un autre enfant ? » Si les postures étaient très libres, pour entrer dans l'ombre précédemment laissée par un camarade, repérer l'emplacement des pieds ne suffit pas. Il faut aussi repérer la posture de celui dont on a l'ombre. Si le camarade était assis ou couché au sol, le repérage des parties du corps est difficile. On obtient une tache... Si le camarade était debout, face ou dos au soleil, il suffit de se placer « dans les pieds de l'ombre ». Les enfants ne se mettent pas spontanément profil au soleil, ils cherchent à ce que leur ombre leur ressemble. En fin de séance, les enfants constatent que toutes les ombres sont orientées de la même façon par rapport au Soleil : première matérialisation de l'alignement source (Soleil) – objet (corps) – ombre. On peut chercher à s'allonger dans sa propre ombre, et ainsi comparer sa taille à celle de son ombre. Le lendemain, à une heure différente de la journée - de telle sorte que le soleil soit plus haut ou plus bas de façon significative- il sera plus difficile de « rentrer à nouveau dans son ombre » (« Une séquence : mon ombre au soleil » <https://www.fondation-lamap.org/fr/page/11433/ombres-et-lumiere> ).

Dans cette séquence, il est proposé d'effectuer dans la classe un certain nombre de tâches expérimentées par les enfants dans la cour. Il est par exemple mentionné que les élèves, à l'aide d'une lampe et de petits objets, peuvent relever des défis et répondre aux questions comme : *Comment nos ombres s'assemblent-elles pour ne faire qu'une ? Peut-on faire une grande ombre, une longue ombre ?*

Ce dispositif permet aux enfants de se positionner tout autour de la lampe. Tous les éléments sont dans le champ visuel de l'enfant, et le champ éclairé est restreint. Cette décentration peut les aider à mieux percevoir les relations spatiales entre l'objet et son ombre. Les enfants sont tentés de simuler les situations qu'ils ont vécues au soleil, dans la cour, par exemple : placer les personnages pour qu'ils ne forment qu'une seule ombre, placer les personnages de profil par rapport à la source de lumière. (« Une séquence : mon ombre au soleil » <https://www.fondation-lamap.org/fr/page/11433/ombres-et-lumiere> ).

Une autre séquence qui est proposée sur le site de la fondation à la suite de la séquence « Mon ombre au soleil » porte sur les ombres verticales dans la classe. Il est mentionné que les élèves jouent spontanément avec les ombres portées de leurs mains sur l'écran. Les pistes qui sont données pour les séances préparées ont comme objectif la prise de conscience de l'alignement entre la source lumineuse et l'objet opaque afin d'obtenir une ombre derrière. Il est proposé de commencer par ce qui est connu et plutôt naturel chez les élèves, autrement dit

l'expérimentation avec la formation d'ombres en utilisant leurs propres mains. Ensuite, comme ils auront l'habitude de la création du contour de l'ombre par la séquence précédente, ils pourront, selon les pistes du site, effectuer le contour de l'ombre portée sur une feuille blanche attachée sur le mur qui forme l'écran vertical. Parmi les tâches qui sont proposées, il est également question de créer certains jeux autour de la notion d'ombre à l'instar de proposer aux élèves d'élaborer le contour de l'ombre du profil de leurs camarades et ensuite de chercher à deviner à qui correspondrait le contour.

Dans une autre séquence proposée sur le site « la main à la pâte », parmi une variété de tâches qui comprennent la formation d'ombres dans la cour de l'école, la formation d'ombres horizontales et verticales dans la classe, une attention particulière est donnée à l'élaboration d'une trace écrite et d'une schématisation concernant le phénomène en question car une séance entière est consacrée à cela. Enfin, pendant la dernière séance, les élèves sont amenés à écrire la « recette des ombres ». Plus particulièrement, l'enseignant incite les élèves à penser à une activité de la vie quotidienne, celle d'une recette de cuisine, et de faire pareil pour décrire la manière dont on peut former une ombre sous prétexte d'expliquer cela à une autre classe de l'école. Il est précisé que les termes de la recette seront discutés puis dictés à l'adulte qui prendra en note (« Ombres dans la cour, ombres en classe» <https://www.fondation-lamap.org/fr/page/11000/ombres-dans-la-cour-ombres-en-classe>).

## 1.2.2 L'analyse épistémologique des savoirs pour la notion d'ombre

Selon le schéma que nous avons présenté (figure 14), nous expliquons ensuite notre cheminement pour construire la praxéologie de référence concernant la notion d'ombre. Il s'agit d'une analyse fondée sur les savoirs en jeu, les recherches en didactique, l'identification des obstacles épistémologiques des élèves et le modèle précurseur sur la notion en question.

### 1.2.2.1 Les savoirs en jeu

Après avoir étudié le côté institutionnel, nous avons effectué une analyse épistémologique des savoirs. En premier lieu, nous avons repérés les savoirs en jeu. Plus particulièrement, il s'agit du modèle scientifique de l'ombre. Pour la construction de cette praxéologie, nous adoptons le point de vue de l'optique géométrique, où on considère que la lumière se propage d'une manière rectiligne, en ligne droite dans un milieu homogène par des rayons lumineux qui peuvent se croiser sans interagir et que l'ombre est le résultat du blocage de la trajectoire de la lumière par un objet opaque (figure 21).

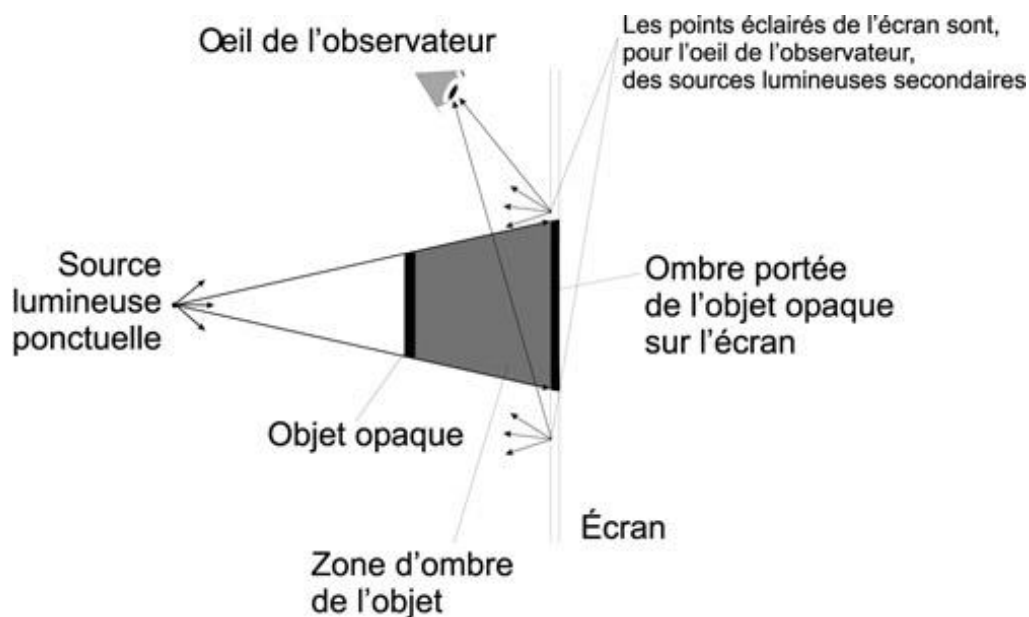


Figure 21-La formation d'ombre par une source lumineuse ponctuelle

### 1.2.2.2 Identification des obstacles et des conceptions des élèves

En deuxième lieu, nous travaillons autour de l'identification des obstacles épistémologiques dans la pensée des enfants et sur les conceptions des élèves. De nombreuses recherches portent sur les représentations et sur les difficultés des élèves concernant ce concept d'ombres (Devries, 1986 ; Ravanis, 1998 ; Molina & Jouen, 2000 ; Dumas Carré et al., 2003 ; Ravanis et al., 2005 ; Parker, 2006 ; Chen, 2009 ; Gallegos-Cázares et al., 2009 ; Delserieys et al., 2014 ; Nertivich, 2016 ; Herakleioti & Pantidos, 2016 ; Delserieys et al., 2017 ; Grigorovitch & Nertivich, 2017). Parmi les difficultés que les élèves de 5 à 6 ans rencontrent nous repérons la difficulté par rapport à la reconnaissance du mécanisme de la formation d'une ombre, la difficulté à définir la place de l'ombre par rapport à la place de la source lumineuse et de l'obstacle et la difficulté rencontrée dans le but d'identifier la correspondance entre le nombre des sources lumineuses et des ombres formées. Il est de grande importance que l'enseignant soit conscient et connaisseur de ces difficultés afin de pouvoir préparer un scénario qui accompagne et qui aide les élèves à les surmonter.

### 1.2.2.3 Les recherches en didactique des sciences

Ensuite, nous nous penchons sur les recherches en didactique des sciences portant sur la notion d'ombre pour les jeunes élèves, et plus particulièrement sur les deux articles que nous avons fournis aux enseignants. Dans l'article de Boilevin et al. (2016), il est question d'une tâche où les élèves sont incités à former l'ombre d'un objet opaque et où les éléments nécessaires pour effectuer la tâche sont fournis aux élèves. Plus particulièrement, l'enseignant présente aux élèves une lampe de poche et un bâton posé verticalement sur une surface horizontale et il leur demande d'une part de former l'ombre du bâton et d'autre part d'expliquer la formation de cette ombre. Les chercheurs soulignent que dans le cas où les enfants n'arriveraient pas à effectuer la tâche, l'enseignant forme l'ombre du bâton et les invite à observer les deux côtés de l'objet. Le bâton est fortement éclairé face à la lampe et faiblement de l'autre côté. Ensuite, l'enseignant continue en posant la question suivante : « *Est-ce que la lumière peut passer à travers le*

*bois ?* ». Enfin, l'enseignant demande aux enfants de former l'ombre du bâton à des endroits précis qu'il leur indique et de préciser l'emplacement de l'ombre par rapport à la place de la source lumineuse et de l'objet opaque.

#### 1.2.2.4 Le modèle précurseur

Enfin, nous prenons en compte les éléments du modèle précurseur présenté dans le cadre théorique de ce travail de recherche. En ce qui concerne le modèle précurseur faisant référence à la notion d'ombre pour les élèves de 5 à 6 ans (figure 10), nous rappelons que Delserieys et al. (2018) proposent ce modèle aux éléments constitutifs suivants :

1. un objet opaque bloque la lumière provenant d'une source lumineuse
2. une ombre a la même forme que l'objet opaque sur lequel on projette de la lumière
3. plusieurs sources lumineuses forment plusieurs ombres

### 1.2.3 L'organisation praxéologique de référence sur l'ombre

En tenant compte des éléments précédents, nous présentons ci-dessous l'organisation praxéologique de référence sur la notion de l'ombre avec trois types de tâche pour les élèves de Grande Section d'école maternelle.

Le premier type de tâche  $T_0$  est de mettre en évidence le fait qu'un objet opaque bloque la lumière émise par une source lumineuse.

La technique  $\tau$  du principal type de tâche  $T_0$  peut être décrite par une succession de sous types de tâches  $T_{01}$  et  $T_{02}$  avec :

-  $T_{01}$  : faire des prédictions et expliquer le mécanisme de formation de l'ombre d'objets différents ;

-  $T_{02}$  : faire des prédictions et expliquer le mécanisme de formation de sa propre ombre.

Pour le sous type de tâche  $T_{01}$ , les techniques  $\tau$  sont les suivantes :

$\tau_{011}$  : l'enseignant met à la disposition de l'enfant une lampe-torche éteinte et place un objet vertical et opaque sur une table. L'enseignant demande à l'enfant d'émettre des hypothèses concernant ce qui se passera si on allume la lampe-torche. Ensuite, l'élève teste ses hypothèses en allumant la lampe-torche et l'enseignant lui demande de vérifier si la zone devant et derrière l'obstacle est illuminée.

$\tau_{012}$  : l'enseignant met à la disposition de l'enfant une lampe-torche éteinte et place un objet vertical et opaque sur une table. L'enseignant demande à l'enfant de former une ombre. Ensuite, il demande à l'enfant d'expliquer les parties où l'objet est illuminé et si la lumière peut passer à travers l'objet.

$\tau_{013}$  : l'enseignant demande à l'élève « c'est quoi une ombre ? » et « comment une ombre est-elle formée ? ». Ensuite, l'enseignant lui montre un objet avec une figure opaque qui a des parties transparentes et il lui demande si on peut former une ombre avec cet objet et ce que nous devons faire pour former cette ombre. Enfin, l'élève teste son hypothèse.



$\tau_{014}$  : l'enseignant demande à l'enfant de réaliser une tâche impossible : former une ombre sur le même côté que la lampe-torche, donc devant l'objet opaque. Ensuite, il lui demande pourquoi cela est impossible.

$\tau_{015}$  : Les enfants sont invités à réaliser des ombres d'un objet comme par exemple d'un bouchon. L'enseignant dans un premier temps ne leur donne pas de lampe et leur demande ce dont ils ont besoin. Puis, l'enseignant varie les consignes, en demandant d'obtenir des ombres, à gauche, à droite, devant, derrière le bouchon.

Pour le sous type de tâche  $T_{02}$ , les techniques  $\tau$  sont les suivantes :

$\tau_{021}$  : l'enseignant demande à l'enfant d'utiliser son corps comme « obstacle » et de former son ombre sur un écran fixé à un mur. La source lumineuse peut être naturelle ou artificielle.

$\tau_{022}$  : l'enseignant demande aux enfants de former des binômes et de sortir dans la cour de récréation. Ensuite, un élève se fige dans une position et l'autre fait le contour de l'ombre. Enfin, ils observent que toutes les ombres sont orientées de la même façon par rapport au soleil et ils expliquent la raison qui génère ce phénomène. Les élèves peuvent dessiner l'expérience.

Concernant la technologie  $\theta$  à l'œuvre, et la raison qui explique probablement le choix des différentes techniques proposées, le principe est toujours les trois éléments nécessaires pour la création d'une ombre. D'abord l'existence de la lumière qui se propage qu'une manière rectiligne, qui trouve sur son « chemin » un objet opaque qui empêche son passage et qui créera l'espace sombre derrière l'objet en question.

Du côté des élèves, plusieurs technologies erronées sont possibles. A l'âge de 5 à 6 ans, les élèves éprouvent une difficulté par rapport à la reconnaissance du mécanisme de la formation de l'ombre et ils ne peuvent pas définir la place de l'ombre par rapport à la place de la source lumineuse et de l'obstacle (tableau 6).

Le deuxième type de tâche  $T_{0'}$  est l'application du principe qu'une ombre a la même forme que l'objet opaque sur lequel la lumière est projetée. Les techniques  $\tau'$  du type de tâche  $T_{0'}$  sont les suivantes :

$\tau_{0'1}$  : l'enseignant demande à l'enfant de faire des prédictions concernant la position de la lampe-torche et de l'objet opaque afin de former une ombre sur un endroit prédéfini. Ensuite, l'enseignant demande à l'enfant de former l'ombre.

$\tau_{0'2}$  : l'enseignant montre à l'enfant un objet avec une figure opaque qui a des parties transparentes et il lui demande quel sera la forme de l'ombre que nous obtiendrons. L'enseignant peut fournir à l'élève trois images possibles et le laisser en choisir une parmi les réponses présentées.

$\tau_{0'3}$  : l'enseignant donne à l'enfant deux objets de taille différente (à titre d'exemple un petit et un grand bouchon) et lui demande d'éclairer avec une lampe-torche, le grand bouchon et le petit bouchon (en position verticale) en précisant qu'il ne faut pas bouger la lampe. Ensuite, il demande de dessiner au crayon de couleur vert l'ombre du grand

bouchon sur la feuille, et en rouge celle du petit. L'enseignant demande aux enfants de décrire et d'expliquer l'expérience.

$\tau_0'4$  : l'enseignant distribue des cartes illustrant un certain nombre d'objets, et des cartes illustrant l'ombre de ses objets. Les élèves doivent associer les ombres et les objets et expliquer leur pensée.

$\tau_0'5$  : l'enseignant place les enfants en binôme et leur demande de tracer sur une grande feuille, le contour de l'ombre du visage des enfants positionnés de profil et éclairés par un projecteur assez puissant pour que l'ombre soit bien nette. Ensuite, après avoir découpé les profils, les élèves cherchent à les reconnaître.

Concernant la technologie  $\theta$  à l'œuvre, et la raison qui explique probablement le choix des différentes techniques proposées, l'élément qui semble être le plus important est de comprendre que la forme de l'ombre dépend de la forme de l'objet.

Du côté des élèves, comme nous l'avons expliqué, à l'âge de 5 à 6 ans, les élèves éprouvent une difficulté par rapport à la reconnaissance du mécanisme de la formation de l'ombre et ils ne peuvent pas définir la place de l'ombre par rapport à la place de la source lumineuse et de l'obstacle.

Le troisième type de tâche  $T_0''$  concerne la correspondance entre le nombre de sources lumineuses et des ombres produites.

La technique  $\tau$  du principal type de tâche  $T_0''$  peut être décrite par un sous type de tâches  $T_{01}''$ :

-  $T_{01}''$  : faire des prédictions et expliquer le nombre d'ombres formées quand on dispose de plusieurs sources lumineuses

Pour le sous type de tâche  $T_{01}''$ , les techniques  $\tau$  sont les suivantes :

$\tau_{01}''1$  : l'enseignant met à la disposition de l'enfant deux lampes-torches éteintes et place un objet vertical et opaque sur une table. L'enseignant demande à l'enfant d'émettre des hypothèses concernant ce qui se passera si on allume deux lampes-torches. Ensuite, l'élève teste ses hypothèses en allumant les lampes-torches.

$\tau_{01}''2$  : l'enseignant propose un défi : « comment peut-on faire deux ombres différentes avec un seul enfant ou un seul objet ? » . Les élèves ont à leur disposition plusieurs sources lumineuses, des objets, un drap faisant écran, une feuille A4. Ils émettent des hypothèses, ils proposent la construction d'un dispositif et puis ils testent leurs hypothèses.

Concernant la technologie  $\theta$  à l'œuvre, la raison des techniques choisies est centrée sur le fait que nous amenons rarement les élèves à réfléchir à ce qu'il se passe quand on dispose de plusieurs sources lumineuses. Quand on est dans la classe, on peut observer l'ombre des plusieurs objets illuminés par la lampe du plafond ou quand on est dans la cour de l'école, on peut également observer les ombres provoquées par le soleil. Ainsi, avec les types de technique présentés, les élèves sont amenés à réfléchir soit devant un dispositif déjà prêt soit sous forme de défi, autour de la correspondance entre sources lumineuses et ombres projetées.

Du côté des élèves, comme nous avons déjà mentionné, à l'âge de 5 à 6 ans, les élèves éprouvent une difficulté par rapport à la reconnaissance du mécanisme de la formation de l'ombre et ils ne peuvent pas définir la place de l'ombre par rapport à la place de la source lumineuse et de l'obstacle.

## Chapitre 2. La praxéologie didactique du groupe

Dans ce chapitre, nous présentons la praxéologie didactique du groupe pour l'ensemble des séances, tout d'abord pour le concept de lumière et ensuite celle concernant la notion d'ombre. Nous rappelons que dans le but de construire ces praxéologies didactiques, nous recourons à notre corpus de données et plus particulièrement nous repérons les types de tâche T et les techniques  $\tau$  en analysant les fiches de préparation proposées. Ensuite, nous repérons la technologie  $\theta$  et la théorie  $\Theta$  quand cela est possible en analysant la transcription de la réunion collective ainsi que les transcriptions des entretiens semi-directifs.

### 2.1 Présentation des quatre participants aux entretiens et du synopsis de la réunion collective

Nous présentons d'abord les quatre membres du groupe à travers leurs entretiens. Ainsi, pour présenter les enseignants E1, E2, E3 et E4, nous détaillons quelques-unes de leurs réponses à l'entretien semi-directif (une transcription complète de ses entretiens figure en annexe 2). Puis, nous présentons le synopsis de la réunion collective dont la transcription complète se trouve en annexe 3. Comme nous l'avons déjà mentionné, certains éléments de la transcription des entretiens et de la réunion collective servent à repérer des éléments de logos qui justifient la praxis des enseignants.

#### 2.1.1 L'enseignant E1

L'enseignant E1 a étudié dans une école d'ingénieurs. À la fin de ses études, il s'est orienté vers sa profession actuelle, il a travaillé pendant quatre ans en école élémentaire et il exerce depuis vingt ans en maternelle. Cet enseignant a l'habitude de faire des sciences avec ses élèves car il explique qu'il travaille en coordination avec ses collègues en maternelle vu qu'il fait partie d'une école qui dispose de quatre classes de Moyenne et de Grande Section. Dans cette école, les élèves font des sciences une fois par semaine et plus précisément tous les mardi après-midi. Les enseignants de cette école travaillent autour de quatre modules, un par période et font un roulement dans les quatre classes, c'est-à-dire que chaque enseignant fait un module par période dans une classe différente. Chaque module comporte cinq séances d'une durée de quarante minutes à une heure et chaque enseignant est libre de travailler sur d'autres thématiques avec sa classe les autres jours de la semaine.

E1 précise que l'année en question il est le responsable d'un module concernant le robot pédagogique Bee-Bot et qu'à part ce module, il travaille sur le semis avec sa classe. En ce qui concerne la préparation du module, l'enseignant nous explique comment il a procédé : « *J'étais allé...il y avait le programme l'Erasmus test donc j'avais vu bah j'avais de la doc et puis avec ce qu'il y avait sur internet et puis j'ai construit quelques séances et je me suis lancé donc au bout d'un an je sais à peu près voilà j'ai mon module si je devais le refaire bah il y a des choses voilà on teste je vois ce qui va ce qui va pas ce qu'il faut que j'améliore dans une séance* ». Quant à la manière dont il enseigne avec les Bee-Bot, E1 met l'accent sur la phase de

familiarisation avec l'objet au début du module car les élèves considèrent souvent ces petits robots comme un jeu. Comme nous l'avons déjà mentionné, cet enseignant travaille sur une deuxième thématique uniquement avec ses élèves. Il explique qu'il a utilisé des éléments appris à l'Espé de Bretagne pour son enseignement : *« ils ont fait juste là pendant cette période le semis de haricot, voilà et puis comme j'avais vu ici à l'ESPE on plante une graine, ils ont déjà vu dans des autres classes les collègues ont travaillé, ils savent qu'une graine donne une plante c'est déjà voilà. Et j'ai fait...ils ont semé des lentilles sur du coton mais moi ce que je veux voir...donc on plante une graine donc on voit ça et on observe aussi la croissance de la plante le temps qu'elle mette, on travaille sur le temps, on évalue au début combien de temps elle va mettre à...on estime ce qu'elle va pousser on voit bien que c'est dans le longtemps le mot « longtemps » et voilà il y a le longtemps voilà c'est très variable ».*

E1 explique qu'il travaille souvent le dessin d'observation, qu'il encourage les élèves à émettre des hypothèses et qu'il se base sur les questions des enfants pendant son cours : *« On travaille beaucoup le dessin d'observation. On dessine ce qu'on voit la plante...voir que d'abord il y a des feuilles, il y a des fleurs, il y a des haricots. On observe ça et voilà j'essaie de voir ça et de comprendre un petit peu bah qu'il y a des plantes qui poussent plus vite et se baser aussi sur les questions des enfants. Parce qu'une fois qu'elle a mis du temps à pousser on a aussi...on peut se dire est-ce qu'elle a poussé vraiment ? Donc on regarde bien on prend un...on regarde qu'elle a germé voilà, on s'aperçoit aussi bah pourquoi il y a quelques un qui poussent et quelques un qui poussent pas, aussi qu'ils ne poussent pas du tout on voit la lumière voilà. Je fais pas d'expérience est-ce que le plant a besoin d'eau voilà, ça je pars du principe ils le savent voilà...mais je travaille pas sur les paramètres voilà lumière, chaleur j'explique on peut faire mais ça dépend vraiment des enfants. L'année dernière, j'avais mis par exemple des pots sur le mois de mars et on s'est aperçu que ça pousse pas parce que bah il faisait sûrement trop froid on fait des hypothèses mais je rebondis aussi avec des questions des enfants. Et on observe par contre la plante, quand elle a que des feuilles quand on aura des haricots bah on regarde là il y a une fleur. Le but c'est vraiment...l'idée de départ c'est de partir de la graine pour aller jusqu'à la graine voir que c'est...mais bon le temps de l'école n'est pas...mais déjà voir qu'il y a des choses qui se passent, qu'ils arrivent surtout designer la réalité on fait ça ». En ce qui concerne l'évaluation, E1 nous explique qu'il met souvent en place un dispositif en fin de séquence pour voir ce que les élèves savent faire.*

Concernant le matériel pour mettre en œuvre ces séances en Sciences, E1 souligne que quand une école fait partie d'une commune assez aisée, il est plus facile d'obtenir le matériel nécessaire. Ici il est important aussi de mettre en évidence la bonne communication avec l'école primaire car E1 adapte souvent son enseignement avec du matériel prêté : *« Oui bah je suis dans une bonne école où il y a des moyens voilà mais sinon il y a des...on a des organismes comme Canopé<sup>9</sup> ou éventuellement il y a un service informatique qui peut prêter des Bee-bots et puis après voilà on peut trouver... Moi je suis dans une école où...on a eu des tablettes il y a pas longtemps voilà. Comme c'est une tradition on va dire scientifique, il y a pas mal de matériel même en primaire qui permet pour nous de le récupérer. Pense à bah du matériel basique comme des cuves, des petites cuves pour faire des expériences sur l'eau ou des piles et des ampoules voilà ! Il y a du matériel, du matériel dis donc primaire mais qu'on peut réadapter les...il y a toute une boîte d'engrenages, donc il y a des engrenages, il y a les piles, il y a les*

---

<sup>9</sup> <https://www.reseau-canope.fr/>

*ampoules qui peuvent être utilisées en maternelle. C'est pas le cas partout mais... chez nous à Pacé si on veut faire des sciences il y a pas de soucis voilà ».*

E1 s'exprime concernant le programme de l'école maternelle en disant qu' « *il y a une certaine liberté* » et que les programmes sont beaucoup plus souples par rapport à l'école primaire : « *on a des programmes, des guides mais on n'a pas de contraintes, par exemple savoir compter jusqu'à 100, là on dit savoir compter jusqu'à 30 mais ça peut s'adapter et en plus on a une certaine souplesse, on peut s'adapter aux enfants et voilà s'il y a un sujet qui nous intéresse aller dessus. On a beaucoup plus de latitude alors qu'en primaire c'est très...les horaires sont très contingentés pour faire tant d'heure on va dire de français, tant d'heures de maths et puis il y a les objectifs du programme, les élèves de telle classe doivent atteindre ces objectifs-là. En maternelle ça reste...il y a des objectifs mais c'est...* ».

Ensuite, en rapport avec les sciences, E1 explique que dans sa carrière il a vécu beaucoup de changements et de réformes en s'adaptant à chaque fois et il souligne l'importance de la culture scientifique : « *J'ai travaillé sur beaucoup de réformes on va dire. Donc du coup on essaie de faire des sciences parce qu'on pense qu'il y a de la manipulation et puis c'est une question de culture aussi ah ? Après je m'adapte voilà* ». De plus, l'enseignant explique qu'il y a souvent des projets au sein de l'école qui invitent les élèves à travailler d'une manière pluridisciplinaire et qui mélangent les niveaux des élèves, à l'instar d'un travail entre la classe de CM1 et les élèves de maternelle. Cependant, dans les exemples qu'il nous a donné, les sciences ne faisaient pas partie de ses projets.

En ce qui concerne la formation des enseignants, E1 souhaite se positionner concernant la formation continue qui est selon lui presque inexistante et qui « *ne correspond pas forcément à nos attentes. C'est des choses à poser en fonction de directives ministérielles et c'est pas toujours...* ». Ensuite, il explique que même quand les enseignants cherchent par eux-mêmes à se former, les formations ne prennent souvent pas en compte les pré-acquis des enseignants : « *moi j'ai fait pas mal des formations par moi-même mais on m'a jamais dit qu'est-ce que vous aimeriez faire, vous former sur quoi? après ça c'est mon avis et c'est pas...c'est pour ça que j'essaie bah par réseau quand on me propose quelque chose de voir si bah...voilà c'est comme ça que je suis arrivé à l'ESPE par une collègue qui m'a dit oui on fait un groupe voilà je prends...après j'aimerais bien qu'il y ait des formations plus souvent...la formation ne prend pas en compte les acquis des enseignants qu'est-ce que je trouve...souvent on refait, on repart du début à chaque fois alors que pour moi, sur certains domaines, j'estime que sans être expert, je ne suis pas débutant, je vais dire intermédiaire. On pourrait aller un peu plus loin...après c'est comme ça...* ».

Enfin, en ce qui concerne la formation idéale selon E1 : « *Une formation...alors une formation en tant qu'enseignants maintenant pas avant le concours, moi ce que j'aimerais, et c'est ce qui se faisait avant, quand j'ai commencé il y avait des stages longs de trois-quatre semaines où on était remplacé dans la classe. On était sur un thème voilà on choisissait, on venait ici d'ailleurs à l'ESPE et on était des enseignants de même niveau où on travaillait sur un thème. Moi je trouvais ça bien. Et ce que je trouve aussi bien, ce qui ne se fait pas chez nous, c'est d'aller voir dans les classes, de pouvoir échanger avec des collègues voir, comme quand on élabore des séances et puis dire voilà moi je fais ça ! Comment tu fais ? Mais si tu fais ça pourquoi ? Et puis voir des choses bah c'est un peu se nourrir de ce que...bah par exemple j'ai pas fait les*

*ombres et la lumière, j'ai peut-être une collègue qui fait ça, d'aller la voir voilà...après ce qui est dur, c'est que souvent j'ai des collègues qui aiment pas trop montrer...mais bon ça c'est partout eh ! Mais c'est ce que tu disais, on n'est pas là pour juger ! On est là pour...voilà c'est pour dire oui voilà. Moi je fais partie d'une association qui s'appelle l'AGEEM<sup>10</sup> qui est l'association des enseignants des écoles maternelles publiques. (...) C'est quelque chose de vraiment intéressant. C'est quelque chose qui existe depuis très longtemps et il y a un gros congrès en fin d'année-là. Cette année c'est à Nancy autour d'un thème et il met en rapport des chercheurs, des enseignants, des éditeurs, il y a des conférences, il y a des expositions, des posters, enfin c'est vraiment très intéressant. Et moi je fais partie du bureau national donc bah ça marche par section locale, puis il y a des sections nationales et je vais trois ou quatre fois à Paris dans l'année où on se réunit et voilà là aussi je me nourris et j'ai croisé des gens qui font comme toi des thèses, il y a un comité scientifique surtout dans le nord, à l'université de Lille, il y a beaucoup de choses qui se font (...) donc ça c'est de la formation aussi. (...) Et puis moi je suis qu'un enseignant enfin donc j'aurais besoin qu'il y ait aussi des gens qui m'apportent de la théorie, qui fassent la technologie pour moi, moi je peux appliquer j'aime bien avoir le support théorique mais j'ai pas forcément le temps et les capacités de faire la synthèse et ça je pense que ça manque aussi un petit peu d'avoir le support, un peu de support théorique pour...mais tout ça il faudrait qu'il y ait une grosse...ça on peut pas faire ça en deux heures. ».*

Pour conclure, il semble que l'enseignant E1 est quelqu'un avec une scolarité et des études dans le domaine scientifique, qui a une grande expérience à l'école maternelle et qui travaille régulièrement autour des sciences. Il s'agit d'une personne qui cherche à se former volontairement et qui est assez investie dans le domaine de l'éducation des jeunes enfants au niveau national.

### 2.1.2 L'enseignante E2

L'enseignante E2 a une formation littéraire et linguistique et elle enseigne depuis huit ans. Elle a fait des remplacements en maternelle mais l'année de sa participation à notre recherche est sa première année en tant que chargée de Grande Section pour l'année complète. E2 explique dès le début de l'entretien que les sciences constituent un domaine qui lui pose problème et c'est exactement pour cette raison qu'elle souhaite participer à notre groupe afin de se former. E2 explique que comme elle n'a pas eu de formation scientifique qu'elle ne se sent pas rassurée, elle ne travaille que sur des thématiques qu'elle a déjà vu pendant sa formation ou qu'elle a travaillé en primaire avec sa classe auparavant : « *J'avais déjà fait pour les plus grands et je savais un petit peu vers où aller. En sciences autrement je travaille plus...* ». Plus précisément, pendant l'année en question, elle mentionne qu'elle travaille seulement sur la germination en expliquant les méthodes qu'elle met en œuvre. Il semble qu'elle utilise le dessin d'observation, qu'elle invite les élèves à émettre des hypothèses qu'elle teste ensuite : « *Là par exemple en ce moment je travaille sur les plantations, la germination, là je suis partie d'une graine, j'avais lu un album qui s'appelle « toujours rien » mais je n'ai lu que le début. Et ensuite, j'ai pris une graine comme dans l'histoire et je leur ai demandé de dessiner ce qu'ils pensaient y avoir à l'intérieur. Donc ils ont dessiné pour la plupart, une fleur. Ensuite j'ai demandé bah comment on fait pour vérifier ce qu'il y a l'intérieur, donc on dit qu'ils allait l'ouvrir, je leur ai expliqué que pour que ça soit plus facile à ouvrir on allait laisser ça tremper, on a ouvert, on a*

---

<sup>10</sup> <https://ageem.org/>

*regardé...donc c'était pas une petite fleur, et moi j'ai apporté en fait le lexique avec le tégument enfin tout le lexique... et ils ont pu observer en fait à la loupe, j'ai un espace sciences dans la classe, donc qui est à disposition, ils sont allés voir, ils ont regardé, ils ont dessiné ce qu'ils voyaient bon après... il faut que je travaille encore le dessin d'observation, mais ils ont regardé et ensuite je leur ai dit qu'est-ce qu'on peut...fin c'est une élève qui m'a dit « ah mais on pourrait planter des graines » donc j'ai apporté d'autres graines, j'ai dit bah d'accord on va planter des graines mais j'ai un pot, j'ai une graine, qu'est-ce qu'il faut d'autre et donc du coup ils ont fait des propositions, je leur ai demandé de dessiner ce qu'ils voulaient, donc ils ont dessiné, ensuite on a regardé ce que tout le monde avait dessiné si certains voulaient ajouter quelque chose ils pouvaient par exemple de l'eau ou... et j'ai classé leurs dessins pour apporter le matériel dont ils avaient besoin et ensuite ils ont fait germer on a regardé ce qui se passait et puis on a noté... ».*

E2 met l'accent sur un moyen qui lui permet de faire le lien entre les séances. Il s'agit d'un paper-board : *« J'ai un paper board. Tu sais un tableau blanc avec des feuilles, où je note et après je reviens mais ça c'est quelque chose que je ne faisais pas avant et donc à chaque fois c'était toujours moi qui rappelais, là c'est eux ! Ah bah ils se souviennent et c'est le paper board qui fait que, qui crée le lien. Tac on avait dit ça. Et j'essaie de rebondir, en fait j'essaie de partir de leur problème. Donc on a quelque chose, on a un problème, on essaie de voir comment on peut le résoudre. »*. En ce qui concerne l'évaluation des séances, E2 explique qu'il s'agit d'un processus important qui lui permet de savoir si le contenu de la séquence a été acquis. Pour ce faire, elle construit des tableaux et elle définit des critères parce qu'elle considère qu'il est important de cibler le savoir qui se trouve derrière une activité : *« En lisant pour les critères je cherche au savoir... au niveau du savoir mais ça c'est quelque chose qui manque beaucoup quand on débute. Je vois avec mes stagiaires, on est dans l'activité et pas... on ne pense pas au savoir on fait faire mais on ne pense pas au savoir qui est derrière et en sciences c'est beaucoup comme ça aussi. On ne pense pas au savoir qui est derrière... »*. Il s'agit juste d'un processus personnel sans que les élèves se rendent compte : *« Oui, j'ai des tableaux où je note avec les noms des élèves et après...il n'y a rien et c'est moi qui écris soit en fonction des critères (...) en sciences par exemple je vais prendre les critères sur les plantations »*. Plus particulièrement, sur la thématique des plantations, elle a évalué ses élèves pendant un projet de l'école : *« Si pour moi on a refait des plantations pour le potager de l'école. Où là j'avais demandé bah qu'est-ce qu'il faut mettre pour voir si ça avait évolué entre temps. Pour voir quand même... »*. E2 explique qu'elle a utilisé un projet nommé « Eco-école », mené par un autre enseignant de l'établissement autour de la biodiversité, afin d'évaluer les connaissances des élèves par rapport à la séquence sur les plantations. Dans ce projet, la classe de maternelle participait au potager de l'école et à des activités au sujet des insectes.

E2 explique qu'elle prépare ses séances à l'aide de livres qu'elle emprunte chez Canopé : *« Par rapport aux sciences, didactique des sciences, qui sont adaptés déjà pour l'école. Avec des séquences toute prêtes. Mais je vais après rechanger pour les élèves...mais en général je travaille seule... »*. Quant au programme qui concerne les sciences, E2 considère qu'il s'agit d'un domaine finalement peu développé à l'école maternelle probablement faute de formation consacrée aux sciences : *« Oui...après est-ce que les enseignants le font ? mais est-ce que c'est un défaut de formation ? est-ce que c'est à elle (l'enseignante) de savoir comment on pourrait faire ? je ne sais pas...mais on va beaucoup plus travailler la langue, le français, les mathématiques, tout ce qui est axé à ça et moins les sciences ou les arts ou le sport...et encore*



*en maternelle, le sport ça va mais les sciences en maternelle, c'est quelque chose qui passe après. Alors que ça développe plein de... ». E2 apparaît insatisfaite de la formation surtout en ce qui concerne la didactique : « Et puis ensuite continuer de vouloir se former parce qu'on a très peu de didactique au final. Et c'est ça aussi je pense qui fait que les gens ne rentrent pas dans...dedans en fait. On fait avec ce qu'on se souvient nous en tant qu'enfant aussi...mais on n'a pas autant de formation. C'est avec des collègues, avec voilà des rencontres qu'on fait, mais après les rencontres il faut aussi les provoquer, moi c'est vraiment quelque chose qui me passionne donc voilà... mais on manque de tout ça. ».*

Enfin E2 prend position concernant la formation idéale en disant qu'il faudrait travailler plus sur la didactique des sciences, chose qui manque à la formation initiale faute de temps. Donc selon elle, il faudrait se former dans le domaine après : « En sciences ? Et bah vraiment la didactique ! on n'a pas suffisamment eu de cours de didactique mais voilà nous dire voilà comment ...moi les séances où je suis allée c'était parce que je les ai vu quand je les ai préparés ici (ESPE) ou quand je travaillais avec quelqu'un qui était plus à l'aise mais vraiment voilà...de la formation de la didactique. ». Pour conclure, il semble que l'enseignante E2, ayant effectué un parcours littéraire, considère qu'elle n'a pas les bagages nécessaires pour enseigner les sciences. Elle préfère travailler autour de thématiques qu'elle a développées pendant sa formation initiale ou de thématiques qu'elle a développées avec des collègues. Elle souligne le manque de formation continue centrée sur la didactique des sciences et elle n'oublie pas l'importance des sciences pour l'éveil de la curiosité de ses élèves.

### 2.1.3 Les enseignantes E3 & E4

L'enseignante E3 dispose d'une formation scientifique et plus précisément d'une licence en biologie. Elle a travaillé pendant deux ans en école élémentaire et elle est depuis seize ans en maternelle. Après avoir travaillé en maternelle elle a fait le choix de continuer sa carrière avec ce niveau d'élèves parce qu'elle préfère travailler librement concernant le programme : « moi j'aime bien les plus petits, on est assez libre dans ce qu'on fait... on va travailler des compétences mais on a beaucoup de liberté à l'intérieur, ... c'est plus scolaire un peu (en élémentaire) et on est moins libre quand même... en maternelle on fait jamais la même chose en fait, on peut changer donc on s'ennuie pas quoi...moi j'aime bien voir l'évolution enfin sur les petits... on voit vraiment et moi j'aime bien...».

L'enseignante E4 possède une formation littéraire et artistique et dans sa carrière en tant que professeur des écoles, elle a travaillé huit années en école élémentaire et autant en maternelle. Elle a toujours voulu poursuivre cette profession et elle souligne qu'elle a aimé travailler en maternelle après avoir travaillé dans plusieurs classes : « ...ça fait longtemps qu'on est en maternelle ici. Ça fait depuis 8 ans qu'on est ensemble...Mais c'est au début que je ne savais pas trop ce que j'avais préféré pas contre...c'est après avoir essayé plusieurs classes que j'ai vraiment préféré la maternelle ».

Les enseignantes E3 et E4 travaillent ensemble dans une école maternelle avec trois classes où les niveaux sont mélangés. Dans cette école, deux des trois enseignantes participent à notre groupe. Chacune des enseignantes a une classe « multi-âge » le matin et puis dans l'après-midi un décroisement permet une séparation entre la Grande Section et la Moyenne Section car les élèves de la Petite Section dorment. Nous avons interrogé les enseignantes sur la raison pour

laquelle elles ont choisi de travailler avec les trois niveaux mélangés. Elles expliquent qu'elles considèrent cela comme favorable à l'acquisition de connaissances grâce à l'entraide des élèves. Plus particulièrement, E3 explique : *« parce que les petits apprennent avec les grands, et les grands sont un peu tuteurs et les grands apprennent aussi à expliquer, ils apprennent des choses avec les plus petits et c'est... pour le climat de classe dans les apprentissages on trouve que c'est mieux »*. Les trois enseignantes de cette école maternelle travaillent toujours ensemble sur la conception des séquences et la réalisation des projets depuis 8 ans. En ce qui concerne l'enseignement des sciences, il semble qu'elles ne travaillent pas d'une manière ponctuelle. Quand elles le font, elles choisissent de travailler avec les élèves de Grande Section et quelques fois aussi de Moyenne Section pendant l'après-midi. Au cours de la matinée elles travaillent par atelier et par petits groupes mixtes avec les trois niveaux. Elles expliquent que la dernière thématique travaillée est l'électricité. Cette thématique ne sera probablement pas terminée avant la fin de l'année scolaire car elles ont choisi de l'arrêter pour commencer un nouveau projet sur les animaux de la ferme.

Quant à la conception de la séquence sur l'électricité, E4 souligne qu'elles ont fait le choix de proposer des défis aux élèves en utilisant une mallette pédagogique pour l'enseignement de l'électricité à l'école : *« Donc, on avait du matériel donc on a proposé plusieurs petits défis en fait, donc il y avait d'abord le premier défi il fallait allumer une lampe près de la pile, ensuite une lampe loin de la pile, ensuite on a observé les objets qui permettaient de conduire le courant, voilà conducteur ou pas et à chaque fois on essaie qu'ils dessinent...ils doivent dessiner l'expérience aussi qui... »*. Les enseignantes expliquent que, souvent, elles effectuent des recherches sur internet ou bien elles adaptent à l'école maternelle des séances déjà travaillées avec les élèves en élémentaire afin de proposer une séquence en sciences à leurs élèves. E4 met l'accent sur le côté évolutif de leurs séances : *« ... et puis petit à petit... on fait à notre sauce et le fait de faire aussi à plusieurs et d'avoir plusieurs groupes ça permet d'améliorer, soit en premier groupe donc voilà on tâtonne un peu et puis pendant la semaine on améliore »*.

Les deux enseignantes sont favorables à l'enseignement des sciences à l'école maternelle car celui-là leur permet de *« expérimenter... essayer... sur une situation de recherche »* selon E3 et de *« dessiner ce qu'ils ont fait aussi c'est intéressant, dessiner le réel en fait, c'est pas si simple pour les enfants »* selon E4. En revanche, elles trouvent que ce domaine n'est pas détaillé dans le programme concernant l'école maternelle. E3 mentionne que : *« C'est pas du tout détaillé, non... il y avait des choses qu'on a travaillé et...il n'y a pas des choses sur l'électricité...on fait quand même parce que c'est important mais... c'est explorer le monde du vivant, des objets, de la matière mais c'est pas détaillé du tout, quand on a voulu faire justement sur l'électricité on savait pas...dans quelle compétence... »*. En ce qui concerne les projets au niveau de l'école, elles expliquent qu'elles travaillent souvent avec les autres classes pour la fête de l'école mais il n'y a pas de projets pour l'enseignement des sciences.

À propos de la formation, les deux enseignantes paraissent peu satisfaites car elles expliquent qu'une formation en sciences est rarement proposée et que pendant la formation initiale elles ont juste le mémoire d'un petit nombre d'heures d'enseignement dans ce domaine. En ce qui concerne les formations obtenues en tant qu'enseignantes, elles expliquent qu'elles sont souvent centrées sur le langage ou les programmes. E3 dit comme suit concernant la dernière formation obtenue qui portait sur le domaine des mathématiques : *« hier on a eu les*

*mathématiques mais on a fait des choses qu'on avait déjà vues en animation pédagogique... hier on n'a rien appris par exemple, ... c'était à l'ESPE, on a eu 3h et on a vraiment rien appris, sur le graphisme aussi on avait eu une année et c'était bien... mais là on n'a pas grand-chose en fait... là on est très mécontentes de nos... on a 27h par an et pour l'instant je crois que c'est la pire année de formation ». Quant à la formation idéale, elles proposent un travail plus conséquent que maintenant avec un vrai suivi derrière : « Oui déjà on voudrait aller dans les classes voir... Des autres voir... c'est ce qu'on a demandé et moi je pense qu'une formation idéale ce serait quelque chose... on va par exemple quelque part on monte des séquences et puis on rentre tester dans nos classes ! donc qu'on ait du temps pour réfléchir à des vraies séquences qu'on va pouvoir mettre en place dans nos classes et qu'on va pouvoir analyser enfin pour moi ça serait une vraie formation quoi en sciences, en mathématique ».*

Pour conclure, les enseignantes E3 et E4 travaillent toujours ensemble et abordent les mêmes thématiques avec des élèves « multi-âge » le matin et par groupe de Grande et de Moyenne Section l'après-midi. Elles ne disposent pas d'un enseignement ponctuel des sciences toutes les semaines et quand elles proposent un enseignement, elles s'inspirent d'internet ou de séquences travaillées dans le passé avec des élèves en élémentaire. Elles paraissent peu satisfaites de la formation continue actuelle et elles aimeraient avoir accès à une formation plutôt centrée sur le long terme qui offrirait, selon E3 et E4, un véritable apprentissage sur l'enseignement des sciences ou des mathématiques par exemple.

## 2.1.4 Présentation du synopsis de la transcription de la réunion collective

Ensuite, nous présentons le synopsis général (tableau 12) que nous avons effectué à partir de la transcription de la réunion du groupe, que nous avons utilisé afin de repérer, et d'étudier les parties de la transcription qui nous intéressent, élément qui nous a servi également pour la construction de la praxéologie du groupe.

Tableau 12-Synopsis de la transcription de la réunion du groupe

Page de la transcription	Phases	Déroulement	Remarques
p.1	Introduction	La chercheuse explique l'objectif du projet	
p.1	Explications sur le modèle précurseur	Introduction sur le m.p et explication de la nécessité de bien prendre en compte les connaissances scientifiques concernant la lumière et les ombres avant la proposition des séances	
p.2	Intervention de I.	Intervention de la spécialiste en Physique sur les difficultés des élèves lumière + ombre	
p.4	Fiche de préparation + cahier des charges		Interrogation autour du recueil des

			représentations initiales des enfants
p.6	Construction de la 1ère séquence  Construction de la 1ère séance	Lumière vs source lumineuse, Idées : dessiner la lumière, jeu de trésor, livre à loup	Chercheuse rappelle à plusieurs reprises l'objectif de la 1ère séquence
p.17	Construction de la 2ème séance	Différentes sources de lumière, Idées : tri d'images, les nymphéas de Monnet, faire un dessin comme les nymphéas avec luminosité différente dessiner la même chose, Le Caravage peintures	p.23 négociation entre les enseignants pour la tâche proposée
p.26	Construction de la 3ème séance	Propagation rectiligne de la lumière, idées : images tri selon « ce qui fait penser à la lumière et ce qui ne fait pas penser à la lumière »	Les enseignants reparlent de la lumière + source de lumière, l'intensité de la lumière Insistent sur la difficulté d'enseigner la lumière et la facilité d'enseigner l'ombre Les enseignants expliquent que pour comprendre la propagation rectiligne de la lumière il faut enseigner les ombres
p.30	Construction de la 2ème séquence  1ère séance	Ombres idées : théâtre d'ombres, ombres portées Commencer par un problème et essayer de faire pareil.	Rappel des objectifs et difficultés concernant l'enseignement des ombres par la chercheuse
p.32, 33		Avis sur faire une représentation initiale pour les ombres + évaluation sur lumière	
p.34			Objectif selon les profs. « la lumière se propage de manière rectiligne » Réalisation : Observer son ombre dans la cour le matin et l'après-midi
p. 36	2ème séance	Idées : raconter une histoire en théâtre d'ombres + avec leur corps et utilisation d'un drap, projecteur de diapo	

Pendant la réunion, nous avons précisé aux enseignants que chaque séance doit comporter seulement un objectif principal qui fera partie des objectifs du modèle précurseur et que toutes les activités proposées devront être créées à partir de cet objectif. Nous avons mentionné de plus que le modèle précurseur est structuré de telle façon que chaque séance est importante pour arriver au résultat final. Nous avons précisé également que l'évaluation permet de tester si le modèle précurseur a eu une influence positive en termes d'apprentissage du phénomène étudié. En ce qui concerne le type d'activités, nous avons expliqué qu'il était souhaitable de mettre en avant des activités liées à l'expression corporelle des enfants. En effet, selon Pantidos, Herakleioti et Chachlioutaki (2017), quand on analyse les gestes des enfants concernant le phénomène des ombres, on peut tirer des conclusions plus riches que quand on analyse juste leur discours verbal.

## 2.2 La praxéologie didactique du groupe pour la lumière

Nous présentons la praxéologie didactique du groupe pour les deux premières séances qui concernent la notion de lumière. Il s'agit de deux séances proposées par le groupe d'enseignants sous forme de fiches de préparation que nous analysons avec la grille (tableau 11) présentée dans la troisième partie de ce travail doctoral et plus précisément dans le sous chapitre 3.2 de la méthode d'analyse.

### 2.2.1 Analyse des scénarios de classe-Séance 1

D'abord, nous analysons la fiche de préparation de la première séance (annexe 4). Les enseignants notent sur la fiche la compétence visée de fin de cycle inspiré par le programme officiel (BO spécial n°2, 2015<sup>11</sup>) pour l'enseignement des sciences à l'école maternelle : constater des régularités et des manifestations de phénomènes physiques (lumière) et utilisations multiples d'instruments et d'objets ou de phénomènes naturels (soleil) pour réaliser des phénomènes physiques (lumière et ombres). Ensuite, ils expliquent l'objectif de la séquence : comprendre que la lumière est une entité distincte par rapport aux sources et différencier « lumière » de « source lumineuse ». Il s'agit d'une partie du modèle précurseur défini dans l'article de Ravanis (2010) et dans le cahier des charges que nous avons transmis aux enseignants une semaine avant la réunion de travail.

Pour la construction de la première praxéologie du groupe, nous illustrons de manière détaillée comment nous avons procédé afin de repérer les éléments constitutifs de cette praxéologie. Nous présentons par la suite pour la première séance une partie de la fiche de présentation qui concerne la notion de la lumière (figure 22). Dans cette fiche, le surlignage jaune repère les éléments qui nous amènent à caractériser les types de tâche et le surlignage turquoise correspond aux éléments qui nous aident à caractériser la technique employée pour effectuer la tâche en question.

---

<sup>11</sup> Le programme en vigueur pendant la proposition des fiches de présentation

Ce que je vais demander aux élèves pour qu'ils parviennent à apprendre		
Modalités	Matériel	Déroulement
Collectif Ecrit 5'	1 feuille par élève	<p>Etape 1 : <b>représentations initiales</b></p> <p>Demander aux élèves : « Pour vous, qu'est-ce que la lumière ? Chacun va essayer de dessiner la lumière sur sa feuille. »</p> <p>Laisser les élèves dessiner.</p>
Collectif Oral 5'	Affiche pour noter les propositions des élèves	<p>Etape 2 : <b>mise en commun</b></p> <p>L'enseignant note toutes les propositions sur une affiche collective.</p>
Collectif Oral 20'	« Doudous » préalablement cachés dans une salle (obscurité totale)	<p>Etape 3 : <b>chasse au trésor</b> (« les doudous »)</p> <p>Expliquer aux élèves qu'ils vont participer à une chasse au trésor. Ils vont devoir retrouver tous les doudous qui se sont cachés dans la salle.</p> <p>Laisser les élèves chercher les doudous.</p> <p><i>Peut-on laisser des élèves aller en exploration dans la salle plongée dans l'obscurité ? La peur du noir limitera les candidats mais peut être un bon point de départ pour constater l'échec de la recherche et la nécessité de trouver une solution.</i></p> <p>Obstacles possibles :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- un élève demande « d'allumer la lumière » = l'interrupteur ne fonctionne pas</li> <li>- un élève souhaite utiliser une lampe =</li> <li>- un élève souhaite ouvrir les volets =</li> </ul> <p>La chasse au trésor se termine lorsque tous les doudous ont été retrouvés.</p>
Collectif Oral 10'	<b>Affiche</b> pour noter les remarques des élèves	<p><b>Faire un retour sur le problème</b> : « les doudous étaient dans le noir »</p> <p>« Comment avons-nous fait pour voir les doudous ? » : rappeler les solutions envisagées et les <b>noter</b> (=critères de réalisation).</p> <p>Faire émerger la différence entre la « lumière » (« allumer la lumière ») et la source lumineuse (lexique).</p>

Figure 22-Extrait de la fiche de préparation de la première séance selon les tâches et les techniques repérées

La première séance d'enseignement sur la lumière comporte quatre types de tâche.

### 2.2.1.1 Le premier type de tâche pour la première séance

Selon la fiche de préparation créée par l'ensemble du groupe, le premier type de tâche T1<sub>gr</sub> est le recueil des conceptions des élèves. La technique  $\tau$  utilisée pour effectuer ce type de tâche est une question posée et un dessin demandé aux élèves. Plus précisément, la consigne est la suivante : « Pour vous, qu'est-ce que la lumière ? Dessinez la lumière sur votre feuille ? ».

Dans le but de repérer la technologie pour ce premier type de tâche, nous avons recouru d'abord aux transcriptions de tous les entretiens semi-directifs. Plus particulièrement, nous illustrons une partie de la transcription de l'entretien semi-directif de E2. Dans cette partie de la réponse de E2 concernant la manière dont elle a mené un scénario de sciences dans sa classe, nous avons surligné les passages où elle décrit comment elle a fait usage du dessin tant pour repérer les représentations initiales des élèves en ce qui concerne la graine, que pour d'autres parties du scénario.

C : Toi par exemple comment tu fais à l'école ?

E2 : Là par exemple en ce moment je travaille sur les plantations, la germination, là je suis partie d'une graine, j'avais lu un album qui s'appelle : « toujours rien » mais je n'ai lu que le début. Et ensuite j'ai pris une graine comme dans l'histoire et je leur aurais demandé de dessiner ce qu'ils pensaient y avoir à l'intérieur. Donc ils ont dessiné la plupart, une fleur. Ensuite, j'ai demandé bah comment on fait pour vérifier ce qu'il y a l'intérieur, donc on dit qu'ils allaient l'ouvrir, je leur ai expliqué que pour que ça soit plus facile à ouvrir on allait laisser ça tremper, on a ouvert, on a regardé...donc c'était pas une petite fleur, et moi j'ai apporté en fait le lexique avec le tégument enfin tout le lexique... et ils ont pu observer en fait à la loupe, j'ai un espace sciences à la classe, donc qui est à disposition, ils sont allés voir, ils ont regardé, ils ont dessiné ce qu'ils voyaient bon après... il faut que je travaille encore le dessin d'observation, mais ils ont regardé et ensuite j'aurais dit qu'est-ce qu'on peut fin c'est une élève qui m'a dit « ah mais on pourrait planter des grains » donc j'ai apporté d'autres graines, j'ai dit bah d'accord on va planter des graines mais j'ai un pot, j'ai une graine, qu'est-ce qu'il faut d'autre et donc du coup ils ont fait des propositions, j'aurais demandé de dessiner ce qu'ils voulaient, donc ils ont dessiné, ensuite on a regardé ce que tout le monde avait dessiné si certains voulaient ajouter quelque chose ils pouvaient par exemple de l'eau ou.. et j'ai classé leurs dessins pour apporter le matériel dont ils avaient besoin et ensuite ils ont fait germer, on a regardé ce qui se passait et puis on a noté...

#### Extrait n°1 de la transcription de l'entretien semi directif de E2

Ensuite, nous avons repéré (surlignage jaune) dans la transcription de la réunion du groupe que E2 propose de recueillir les représentations initiales des élèves de la même manière que dans sa classe pour un autre thème étudié. Plus particulièrement, il s'agit de demander aux élèves d'élaborer un dessin.

E3 : Mais ils vont en avoir en groupe c'est certain (de représentations pour la notion de la lumière)

E2 : On leur fait d'abord dessiner quelque chose voilà on leur demande de dessiner la lumière d'abord et ensuite on récupère tous les dessins et là on leur demande là ça va faire un peu...

I : Oui mais par de l'oral eh

E3 : Moi je pense qu'il va avoir une certaine difficulté... fin... ils ne vont pas savoir... je pense que si on leur dit de dessiner en gros la lumière et... il y en a... ils ne vont pas savoir quoi dessiner... on a travaillé l'électricité alors là...

E2 : Ils vont dessiner une ampoule

I : Oui ce n'est pas un objet (*la lumière*) ils vont dessiner... Ou alors ils vont se rabattre sur des objets et peut être que notre question va influencer le fait que bah si on veut que je dessine la lumière je vais dessiner la lampe parce que c'est la seule chose que...je sais pas c'est la première chose avec que je pense

E4 : Après peut être qu'il faut aller dans l'école je sais pas peut être dans des endroits où il y a de la lumière

E1 : Dans la salle de motricité on baisse les volets qu'est-ce qu'il passe ? bah c'est le noir comment on peut faire la lu(*mière*), comment on peut se voir maintenant bah ils vont dire on allume la lumière on ouvre les volets, qu'ils sentent un peu aussi peut être que...

I : Qu'ils vivent le truc quoi

#### Extrait n°2 de la transcription de la réunion de groupe

Ainsi, pour la justification de cette technique, nous remontons à la transcription des entretiens individuels où E2 explique la manière dont elle a travaillé dans sa classe sur une thématique des sciences : « *j'ai pris une graine comme dans l'histoire et je leur ai demandé de dessiner ce qu'ils pensaient y avoir à l'intérieur* ». Puis lors de la réunion collective, elle commente « *Oui pour avoir leurs représentations... On leur fait d'abord dessiner quelque chose voilà on leur demande de dessiner la lumière d'abord et ensuite on récupère tous les dessins...* ». Dans cet extrait, l'enseignante fait référence aux représentations initiales des élèves et il apparaît que le fait de poser une question sur le thème étudié ou de demander aux élèves de dessiner ce qu'ils pensent fait partie de sa pratique professionnelle pour recueillir les idées des élèves.

#### 2.2.1.2 Le deuxième type de tâche pour la première séance

En ce qui concerne le deuxième type de tâche T2<sub>gr</sub>, les enseignants proposent une mise en commun, le regroupement des conceptions des élèves en utilisant la technique  $\tau$  de poser une question à l'ensemble des élèves et de noter les réponses sur une affiche collective.

Nous procédons de la même manière pour repérer la technologie du type de tâche T2<sub>gr</sub>. Nous avons cherché dans les transcriptions des entretiens semi directifs des éléments de justification de la technique choisie. Ainsi, nous avons repéré (surlignage jaune) dans la transcription de l'entretien semi directif de E2 l'utilisation des paper board dans le but de noter les réponses des élèves de manière collective, et de pouvoir y retourner pour faire le lien entre séances.



C : Dans la journée combien de temps peut durer une séance par exemple ?

E2 : ça peut varier ça dépend de ce que je vais faire. Ça peut durer 15 minutes si c'est juste une lecture d'album, où on émet des hypothèses, comme ça peut prendre une heure si on fait tout le semis... c'est variable

C : Et comment tu fais le lien entre les séances ?

E2 : J'ai un paper board. Tu sais un tableau blanc avec des feuilles, où je note et après je reviens mais ça c'est quelque chose que je ne faisais pas avant et donc à chaque fois c'était toujours moi qui rappelais, là c'est eux ! Ah bah ils se souviennent et c'est le paper board qui fait que, qui crée le lien. Tac on avait dit ça. Et j'essaie de rebondir, en fait j'essaie de partir de leur problème. Donc on a quelque chose, on a un problème, on essaie de voir comment on peut le résoudre. Par exemple pour l'électricité je suis arrivée avec une boîte, avec un clown avec le nez qui s'allume et je leur aurais dit eh bah super à votre avis comment je fais ? Parce que j'avais un interrupteur. Comment je fais pour allumer et après on est venu petit à petit, on fait un petit problème par petits problèmes en fait... Ah oui il faut une lampe. Il faut une pile d'accord, ah bah une lampe et une pile, on a cherché lampe et pile...moi j'étais loin du clown. Donc après le fil, l'interrupteur, c'est comme ça.

### Extrait n°3 de la transcription de l'entretien semi directif de E2

Ensuite, nous avons repéré dans la transcription de la réunion du groupe, un passage où les enseignants discutent autour des réponses possibles qu'ils auront probablement pendant le recueil des représentations initiales des élèves. E2 exprime son point de vue et met en valeur la pratique de la mise en commun. Il semble que lors de la mise en commun les élèves sont incités à parler, et qu'il s'agit d'un moment où ils confrontent tous leurs avis.

E3 : La lumière ça vous fait penser à quoi voilà tout simplement

E1 : ils vont dire des lampes voilà

E3 : Et puis on leur dit est-ce qu'il y a d'autre chose qui... Qu'est-ce que la lumière est-ce que tu peux dessiner

C : Oui

E3 : Qu'est-ce que la lumière ? essaie de dessiner la lumière ?

E1 : Ils vont mettre du jaune peut être

E2 : On va voir parce qu'au moins chacun va confronter quand on va passer à la mise en commun il y en a qui vont parler

E4 : Enfaite ils vont dessiner des objets

E3 : Donc après on fait une mise en commun, voilà on écrit ce qu'ils disent quoi...Mais par contre on ne leur montre pas

C : Non on veut juste voir ce qu'ils pensent

E3 : On récupère (les dessins) et après on dit alors qu'est-ce que ça évoque pour vous voilà (...)

E4 : ça vous fait penser à quoi et on écrit des mots qu'ils disent. Ça c'est bien...après moi je pense qu'il faut passer dans l'action fin

#### Extrait n°4 de la transcription de la réunion de groupe

Du point de vue de la technologie  $\theta$  utilisée, il s'agit d'un moyen pour que tous les élèves aient écouté les réponses de leurs camarades et pour pouvoir revenir facilement aux idées des élèves à la séance suivante, comme l'enseignante E2 l'explique pendant son entretien individuel : « *J'ai un paper board. Tu sais un tableau blanc avec des feuilles, où je note et après je reviens... Ah bah ils se souviennent et c'est le paper board qui fait que, qui crée le lien. Tac on avait dit ça. Et j'essaie de rebondir, en fait j'essaie de partir de leur problème.* ». Pendant la réunion, elle explique : « *On va voir parce qu'au moins chacun va confronter quand on va passer à la mise en commun il y en a qui vont parler* ». Ce dernier élément nous amène à proposer que l'hypothèse théorique sous-jacente concerne le cadre socioconstructiviste.

#### 2.2.1.3 Le troisième type de tâche pour la première séance

Concernant le troisième type de tâche T3<sub>gr</sub>, les enseignants proposent le jeu de la « chasse au trésor » avec la technique  $\tau$  de la création d'un problème : les élèves doivent chercher un certain nombre de doudous dans une salle plongée dans l'obscurité. Ils chercheront des solutions pour voir et retrouver les doudous. S'ils proposent d'allumer la lumière de la salle, le professeur dit que l'interrupteur ne fonctionne pas. L'objectif des enseignants est d'amener les élèves à proposer l'ouverture des volets pour que la lumière naturelle entre dans la pièce, comme l'enseignante E3 explique : « *Mais on ne dit rien, on les laisse rentrer et voilà. Je vous demande de retrouver les dix doudous, ça peut être ça sans rien dire, on va leur demander quels sont les objets quel était le problème* ».

Nous avons procédé comme pour les autres types de tâche. Après avoir recouru aux entretiens semi directifs des enseignants sans trouver d'éléments de justification, nous avons étudié la transcription de la réunion. Ainsi, nous avons repéré des éléments qui justifient le choix de la technique proposé pour effectuer le type de tâche « chasse au trésor ».

E4 : ça vous fait penser à quoi et on écrit des mots qu'ils disent. Ça c'est bien...après moi je pense qu'il faut passer dans l'action fin

E2 : Les mettre dans le noir

E3 : Moi j'aimais bien l'idée de la petite chasse

E4 : La petite chasse c'est pas mal ça parce que ça donne un petit côté ludique. Il faut trouver une solution pour réussir à trouver les objets. C'est-à-dire il faut se mettre dans une pièce voilà après il y a une coupure d'électricité je n'en sais rien et donc il faut essayer

E3 : Non moi je pense qu'il faut essayer on dit rien du tout

E2 : Non on dit juste voilà chasse au trésor

E4 : Maintenant voilà je vous propose quelque chose nous allons aller dans la salle et l'objectif c'est de trouver dix objets ou dix doudous cachées...on peut cacher des doudous ou des choses comme ça.

E3 : Et là ils vont dire on ne voit rien

E4 : Dans le noir voilà dans une pièce

E3 : Mais on ne dit rien on les laisse rentrer et voilà. Je vous demande de retrouver les dix doudous, ça peut être ça sans rien dire, **on va leur demander quels sont les objets quel était le problème**

E4 : **Pourquoi vous n'avez pas pu trouver les doudous ?**

E3 : Ils vont les trouver je pense

E4 : Pourquoi vous ne les avez pas tous trouvés ?

E3 : On les cache bien...

E2 : Très rapidement ils vont dire ehh du coup là...

E3 : Qu'est-ce qu'on pourrait faire ?

#### **Extrait n°5 de la transcription de la réunion de groupe**

Du point de vue de la technologie  $\theta$ , l'enseignante E4 explique que ce jeu incitera les élèves à chercher la réponse de notre « problème » : « *La petite chasse c'est pas mal ça parce que ça donne un petit côté ludique. Il faut trouver une solution pour réussir à trouver les objets. C'est-à-dire il faut se mettre dans une pièce voilà après il y a une coupure d'électricité je n'en sais rien et donc il faut essayer* ».

En ce qui concerne la théorie, nous avons procédé de la même manière que pour le repérage de la technologie en question. Ainsi, nous considérons que la réponse de E2 dans la transcription de la réunion pourrait caractériser la raison pour laquelle l'enseignant pense que l'implication des élèves pourrait leur être bénéfique dans la résolution d'un problème créé autour de ce type de tâche (chasse au trésor).

E4 : Voilà eh donc bah il faut trouver une autre solution, ça les fait aussi réfléchir

E2 : **Ça déconstruit fin... ça déporte le... ça allège leur représentation**

E1 : oui pour éclairer la pièce parce que là ça va donner pour...pour voir qu'est-ce qu'il faut ?

E3 : Pour trouver les doudous pour voir les doudous

E1 : Comment on peut voir les doudous si on a un peu de lumière

#### **Extrait n°6 de la transcription de la réunion de groupe**

De même, dans un autre passage de la transcription, nous repérons la raison pour laquelle le groupe d'enseignants pense que la tâche « chasse aux doudous » devrait être accomplie de cette manière. Rappelons que les élèves entrent dans une salle plongée dans l'obscurité et doivent retrouver les doudous cachés. Ils doivent instinctivement proposer des solutions pour pouvoir les retrouver. Les élèves ont besoin de lumière pour éclairer la pièce et pour pouvoir chercher les doudous. S'ils pensent à la source lumineuse du plafond, les enseignants proposent de faire en sorte qu'elle ne fonctionne pas afin qu'ils soient « dirigés » vers les volets de la salle et qu'ils

proposent cela comme solution au « problème » dans le but de se focaliser sur la lumière naturelle. Il s'agit de la considération de la lumière en tant qu'entité distincte dans l'espace. Cette lumière provenant du soleil diffuse à l'intérieur de la salle.

E2 : Dire que c'est pas que ça (*lumière provenant de sources lumineuses artificielles*)

E4 : Pour avoir de la lumière il n'y a pas que ça (*les sources lumineuses artificielles*)

E2 : Il n'y a pas que des lampes

E3 : Parce que là si on fait ça, l'objectif c'est plutôt on a plusieurs sources lumineuses

C : Si on fait le...

E3 : même la chasse aux doudous. C'est un peu ça non ?

E2 : Oui

E3 : Mais en faisant ça on comprend aussi qu'il y a de la lumière...

E4 : **Oui parce qu'on comprend que si on allume pas ça (*source lumineuse du plafond*) on peut quand même voir**

E3 : **On n'a pas de lumière... On n'a pas de lumière...(*provenue d'une source lumineuse artificielle*) La notion lumière... et pas de lumière... (*provenue d'une source lumineuse artificielle*) mais pour faire venir cette lumière (*d'une source lumineuse naturelle*) il y a plusieurs solutions**

(...)

E4 : En fait, nous la solution c'est qu'ils ouvrent les volets en fait. Ce qu'on veut pour la première séance c'est qu'ils ouvrent les volets en disant bah...

E3 : Comme ça il y aura de la lumière

E4 : ...il y a de la lumière mais c'est pas... voilà. Ils vont voir qu'il y a de la lumière

E1 : **Naturelle**

E4 : **Naturelle en fait. Le but sera de comprendre**

E2 : **que la lumière (*provenue d'une source lumineuse artificielle*) c'est pas que ça, qu'il y a de la lumière dehors**

#### Extrait n°7 de la transcription de la réunion de groupe

En ce qui concerne la théorie cachée derrière cette tâche, E2 pense qu'à travers ce jeu les élèves changeront leurs représentations : « Ça déconstruit fin... ça déporte le... ça allège leur représentation ». Cela nous amène à proposer que l'hypothèse théorique sous-jacente concerne le développement et la reconstruction des représentations. Le discours des enseignants montre que, à l'aide de cette tâche, les élèves pourraient comprendre que la lumière n'est pas associée à la source lumineuse mais qu'elle constitue une entité distincte dans l'espace, élément qui fait référence à l'optique géométrique. Les enseignantes E4 et E2 expliquent : « *Oui parce qu'on comprend que si on n'allume pas ça* (la source lumineuse du plafond) *on peut quand même*

voir », « (la lumière) naturelle en fait. Le but sera de comprendre... », « que la lumière ce n'est pas que ça... Qu'il y a de la lumière dehors ».

#### 2.2.1.4 Le quatrième type de tâche pour la première séance

Enfin, le dernier type de tâche  $T_{4gr}$  proposé pour la première séance d'enseignement consiste à faire faire un retour des élèves sur le « problème » rencontré à la tâche précédente. La technique qu'ils souhaitent employer est de nouveau de poser une question à l'ensemble des élèves et de noter leurs remarques sur une affiche. Comme nous l'avons déjà mentionné, d'après la transcription des entretiens semi-directifs il s'agit d'une pratique habituelle des enseignants (extraits 3 et 4). L'hypothèse théorique sous-jacente concerne le cadre socioconstructiviste.

#### 2.2.1.5 La praxéologie didactique du groupe pour la première séance

À partir des types de tâche envisagés par le groupe dans les fiches de préparation et des éléments de justification que nous avons repérés durant la réunion collective ainsi que dans les entretiens semi-directifs, nous pouvons identifier la praxéologie didactique du groupe concernant la première séance ( $T_{gr}/\tau/\theta/\Theta$ ) présentée dans le tableau ci-dessous (chaque ligne représente la chronologie du scénario).

Tableau 13-Praxéologie didactique du groupe séance 1

Type de tâche $T$	Technique $\tau$	Technologie $\theta$	Théorie $\Theta$
$T1_{gr}$ : Recueil des représentations des élèves	Poser une question et demander un dessin	Pratique professionnelle existante	Cadre socioconstructiviste
$T2_{gr}$ : L'enseignant amène les élèves à effectuer la mise en commun	Poser une question à l'ensemble des élèves + noter les réponses sur une affiche collective	Pratique professionnelle existante	Cadre socioconstructiviste
$T3_{gr}$ : L'enseignant amène les élèves à Jouer la « chasse au trésor »	Créer un problème	Le jeu comme élément de motivation pour chercher la réponse au problème	Développement et reconstruction des représentations  Optique géométrique
$T4_{gr}$ : L'enseignant amène les élèves à effectuer un retour sur le problème rencontré à la tâche précédente	Poser une question à l'ensemble des élèves + noter les réponses sur une affiche collective	Pratique professionnelle existante	Cadre socioconstructiviste

## 2.2.2 Analyse des scénarios de classe-Séance 2

La deuxième séance d'enseignement sur la lumière comporte trois types de tâche.

### 2.2.2.1 Le premier type de tâche pour la deuxième séance

Selon la fiche de préparation (annexe 4), l'enseignant, au premier type de tâche  $T1'_{gr}$ , invite les élèves à repérer la lumière sur une œuvre d'art. Les enseignants ne précisent, ni pendant la réunion, ni dans leur fiche de préparation, quelles sont les œuvres d'art à présenter dans la

classe, mis à part l'exemple donné par E3 des Nymphéas de Monet. Cependant, E3 dépose différentes œuvres d'art sur Google Drive (annexe 7). La technique  $\tau$  utilisée pour effectuer ce type de tâche concerne d'abord la présentation des œuvres d'art aux élèves et la question « à quoi les œuvres font penser ». Ensuite, il est question de trier les œuvres d'art collectivement, d'un côté par rapport aux œuvres qui évoquent la lumière et de l'autre côté par rapport à celles qui n'évoquent pas la lumière.

En ce qui concerne la technologie  $\theta$  qui justifie cette technique  $\tau$ , les enseignants, au travers de leurs discours pendant la réunion collective, estiment que le tri d'images aidera probablement les élèves à distinguer les deux notions : le phénomène physique de la lumière et la source lumineuse. L'enseignante E4 explique pendant la réunion :

*« ...ça sera intéressant de trouver les différentes sources de lumière donc je pense qu'un tri...pour moi un tri d'images ça peut être quand même intéressant. Donc l'objectif ça serait quelles peuvent être les sources lumineuses. Qu'est-ce qui n'est pas une source lumineuse, qu'est-ce qui en est une ? », « Donc ils (les élèves) vont peut-être se rendre compte qu'il y a des artificielles (sources lumineuses) que les hommes... des sources un peu... et des sources naturelles comme le soleil, comme le solaire bah la lumière est là quoi c'est pas nous qui... », « ça serait intéressant aussi de voir des œuvres d'art qui évoquent la lumière... des fois on a la lumière mais on ne voit pas d'où elle vient enfin on voit d'où elle vient mais on ne sait pas quelle est la source lumineuse. ».*

L'enseignante E3 propose concrètement de montrer aux élèves une partie de la série artistique des Nymphéas de Monet dans le but de travailler sur les différentes intensités de la lumière : « ... on peut faire les nymphéas... avec la lumière qui est à différents moments de la journée en fait », « La lumière est toujours là sauf s'il y a noir total et quand elle est là, elle a des intensités plus ou moins fortes et on reste vraiment sur la notion de lumière...non ? ». E2 qui souligne « l'objectif c'est de comprendre qu'il y a différentes intensités quoi... » et nous amène à considérer que l'hypothèse théorique sous-jacente concerne la lumière en tant qu'entité quantifiable.

Quant à la raison pour laquelle les enseignants pensent que la tâche en question devrait être accomplie de telle manière, nous remarquons dans la transcription du groupe que E2 souligne l'importance de faire comprendre aux élèves que la lumière est une entité autonome à l'instar de la lumière en provenance d'une source lumineuse naturelle comme le soleil qui est présente autour de nous même quand on ne perçoit pas directement la source lumineuse (soleil). Ainsi, nous proposons que l'hypothèse théorique sous-jacente concerne l'optique géométrique.

E4 : *Moi je pense que voilà la deuxième séance sera voilà comprendre qu'il y a différentes sources de lumière*

E3 : *Mais il ne faut pas oublier l'objectif c'est de savoir c'est quoi la lumière*

E2 : *La lumière est partout (...) en fait faire comprendre que la lumière est partout*

#### **Extrait n°8 de la transcription de la réunion de groupe**

### **2.2.2.2 Le deuxième type de tâche pour la deuxième séance**

En ce qui concerne le deuxième type de tâche T2'<sub>gr</sub> de cette séance, les enseignants proposent de continuer dans la même logique que la tâche précédente en distinguant des images (annexe

8) qui évoquent la lumière de celles qui n'évoquent pas la lumière. Le groupe propose la même technique, autrement dit un tri d'images mais cette fois-ci, les élèves doivent travailler par groupe en manipulant un paquet de seize images représentant des paysages ou des objets. Les enseignants considèrent que cette technique facilite la compréhension de la différence entre la lumière et la source lumineuse. Ainsi il semble que les enseignants souhaitent amener les élèves à différencier ces deux notions, élément du modèle précurseur faisant référence à l'optique géométrique.

E4 : *Donc là il faut bien choisir les images*

E3 : *C'est ça*

E4 : *Il faut choisir des objets qui peuvent être des sources de lumière mais il faut aussi choisir par exemple des...*

E3 : *non mais des paysages*

E4 : *Des paysages (...)*

E3 : *Quelque chose très lumineux*

E4 : *Il peut y avoir des tableaux, il peut y avoir des photos*

E3 : *ça peut être sympa...*

E4 : *Là il faut vraiment sélectionner je ne sais pas combien d'images il faut peut-être en avoir une quinzaine ? (...)*

E3 : *Trois quatre qui n'évoquent pas la lumière et les autres qui évoquent la lumière*

E4 : *Comme ça après ça leur donne des pistes aussi on explique pourquoi il y a des différences entre ces images là*

E3 : *ça peut être aussi une photo de nuit avec des lampadaires où ça va évoquer quand même la lumière puisque à la fois il n'y a pas de lumière donc on met une source lumineuse pour*

E4 : *Pour obtenir de la lumière*

#### **Extrait n°9 de la transcription de la réunion de groupe**



#### **Deux exemples d'images choisies par les enseignants**

Du point de vue de la théorie, les enseignants proposent la manipulation par groupe pendant ce type de tâche en se penchant sur le fonctionnement cognitif d'un jeune enfant. Piaget (1952) dans ces travaux souligne souvent que la manipulation est fondamentale pour la construction de l'intelligence de l'enfant. Plus particulièrement, l'interaction entre un enfant et les objets qui

l'entourent peut influencer le développement de sa pensée. Les enseignants paraissent conscients du fait que la lumière est une notion abstraite et ils soulignent que dans le but de formaliser les apprentissages concernant une thématique, il faut varier le type de tâches, notamment pour permettre aux élèves de manipuler, comme le montre l'extrait suivant :

E4 : *Parce que quand même je pense qu'avec les enfants de la maternelle il faut quand même qu'il y ait de l'action, il faut qu'il y ait de la « manip » quoi*

E1 : *Si tu veux formaliser un peu derrière je pense il faut qu'il y ait un peu de tout quoi*

E4 : *Oui voilà parce que si on parle de choses trop abstraites juste observer juste regarder c'est...*

E2 : *Donc on part sur le tri d'images*

#### **Extrait n°10 de la transcription de la réunion de groupe**

Les enseignants proposent d'effectuer cette tâche en petits groupes, élément qui signifie que les élèves interagissent avec les images mais également avec leurs camarades. Autrement dit, nous considérons que l'hypothèse théorique sous-jacente concerne le socioconstructivisme.

#### **2.2.2.3 Le troisième type de tâche pour la deuxième séance**

Concernant le troisième type de tâche T3<sub>gr</sub>, les enseignants proposent de faire un retour sur la notion de la lumière par la technique de l'observation. Plus précisément, il s'agit de rediscuter de l'expérience vécue lors de la chasse aux doudous. Les élèves sont amenés à faire le lien entre l'expérience vécue et à mener une observation directe. Les élèves sont invités à observer où il y a de la lumière dans la salle de classe. Les enseignants considèrent que de cette manière, à travers ce type de tâche, ils mettent l'accent sur la différence entre l'entité « lumière » et la source lumineuse. Cet élément nous amène à proposer que l'hypothèse théorique sous-jacente concerne l'optique géométrique.

E2 : *On va quand même lister quand on...pour...par rapport à la chasse aux doudous on va quand même revenir sur ce qu'ils ont dit*

E4 : *Les propositions quoi pour pouvoir voir les doudous pour pouvoir les trouver*

E2 : *Déjà ils vont avoir quelques idées*

C : *Donc on a des sources lumineuses là*

E4 : *Ils vont donner quelques-unes quoi*

E2 : *Moi je trouve ça bien*

E1 : *Ils vont donner les différentes sources*

E2 : *fin parce que là on a quand même la même image (Nymphéas) et pourtant il y a une source tout est pareil entre guillemets sauf une chose. La seule chose qui change c'est la lumière. Ça moi je trouvais ça intéressant du coup de...*

#### **Extrait n°11 de la transcription de la réunion de groupe**



### 2.2.2.4 La praxéologie didactique du groupe pour la deuxième séance

À partir des types de tâche envisagés par le groupe dans les fiches de préparation et des éléments de justification que nous avons repérés durant la réunion collective ainsi que dans les entretiens semi-directifs, nous pouvons identifier la praxéologie didactique du groupe concernant la deuxième séance ( $T'_{gr}/\tau/\theta/\Theta$ ) présentée dans le tableau ci-dessous.

Tableau 14-Praxéologie didactique du groupe séance 2

Type de tâche $T$	Technique $\tau$	Technologie $\theta$	Théorie $\Theta$
$T1'_{gr}$ : L'enseignant amène les élèves à distinguer la lumière sur une œuvre d'art	Présentation des œuvres d'art, tri collectif sur celles qui évoquent la lumière et celles qui n'évoquent pas la lumière	Tri d'images un moyen qui aide les élèves à distinguer la lumière de la source lumineuse  Nymphéas pour travailler sur les différentes intensités de la lumière	Optique géométrique  La lumière en tant qu'entité « quantifiable »
$T2'_{gr}$ : L'enseignant amène les élèves à effectuer un tri d'images par rapport avec un critère	Tri d'images avec des paysages ou des objets, élèves par groupe	Compréhension de la différence entre la lumière et la source lumineuse	Optique géométrique La lumière en tant qu'entité distincte  Variation sur le type d'activités pour faciliter les apprentissages développement cognitif de l'enfant- Piaget  Cadre socioconstructiviste
$T3'_{gr}$ : L'enseignant amène les élèves à effectuer un retour oral par rapport à une expérience vécue lors de la séance précédente.	Observation directe	Distinction entre lumière et source lumineuse	Optique géométrique

## 2.3 La praxéologie didactique du groupe pour l'ombre

Nous présentons dans cette section la praxéologie didactique du groupe pour les deux séances qui suivent les séances précédentes. Cette fois-ci, les deux séances concernent la notion d'ombre. Il s'agit de deux séances proposées par le groupe d'enseignants sous forme de fiches de préparation que nous analysons avec la grille (tableau 11) présentée dans la troisième partie de ce travail doctoral et plus précisément dans le sous chapitre 3.2 de la méthode d'analyse.

### 2.3.1 Analyse des scénarios de classe-Séance 3

En ce qui concerne la fiche de préparation de la troisième séance, les enseignants notent d'abord la compétence visée en fin de cycle inspiré par le programme officiel (Bulletin officiel spécial n°2 du 26 mars 2015) pour l'enseignement des sciences à l'école maternelle : constater des régularités et des manifestations de phénomènes physiques (lumière) et utilisations multiples d'instruments et d'objets ou de phénomènes naturels (soleil) pour réaliser des phénomènes physiques (lumière et ombres). Ensuite ils expliquent l'objectif de la séquence : comprendre la propagation rectiligne de la lumière qui explique le phénomène de l'ombre. Toujours associer l'ombre à sa source lumineuse. Comprendre que l'ombre n'est pas que la trace au sol ou sur le mur (notion d'ombre portée). Il s'agit d'une partie du modèle précurseur défini dans l'article de Ravanis (2010) et dans le cahier des charges que nous avons transmis aux enseignants une semaine avant la réunion de travail.

La première séance d'enseignement sur les ombres comporte trois types de tâche.

#### 2.3.1.1 Le premier type de tâche pour la troisième séance

Selon la fiche de préparation (annexe 4), le premier type de tâche To1<sub>gr</sub> qui doit être fait dans la classe est le recueil des conceptions des élèves. Plus précisément, la consigne est la suivante : « Pour vous, qu'est-ce que l'ombre ? ». La technique utilisée pour effectuer la tâche est une question posée et l'annotation des réponses sur une affiche collective. Quant à l'utilisation de l'affiche collective, il s'agit toujours d'une pratique professionnelle existante comme cela a été souligné aux extraits n°3 et 4. Plus précisément, il s'agit d'un moyen pour que tous les élèves écoutent les réponses de leurs camarades et pour pouvoir revenir facilement aux idées des élèves à la séance suivante, comme l'enseignante E2 l'explique pendant son entretien individuel : « *J'ai un paper board. Tu sais un tableau blanc avec des feuilles, où je note et après je reviens... Ah bah ils se souviennent et c'est le paper board qui fait que, qui crée le lien. Tac on avait dit ça. Et j'essaie de rebondir, en fait j'essaie de partir de leur problème.* ». Pendant la réunion, elle explique : « *On va voir parce qu'au moins chacun va confronter quand on va passer à la mise en commun il y en a qui vont parler* ». Ce dernier élément nous amène à proposer que l'hypothèse théorique sous-jacente concerne le cadre socioconstructiviste.

#### 2.3.1.2 Le deuxième type de tâche pour la troisième séance

La tâche suivante To2<sub>gr</sub> déroule dans la cour de l'école à deux moments différents de la journée où les élèves, par binôme, doivent tracer sur le sol le contour de l'ombre de leur camarade. La technologie derrière cette tâche est expliquée par l'expérience précédente d'un membre du groupe « *Nous on avait fait avec l'ombre dans la journée. Ils traçaient leur...avec le soleil et on voyait que c'était pas la même fin la même trace justement on traçait à la craie entre le matin et l'après-midi. Ce n'est pas dans le même endroit.* ».

Les enseignants expliquent qu'au travers de cette tâche les élèves se rendront compte du fait que l'ombre est un phénomène physique et pas un objet :

E1 : *Là avec toutes les activités de cours ils verront bien fin... ils voient bien que c'est eux qui créent bah leur ombre... ça n'existe pas quoi*

E3 : *Moi je pense que quand même l'autre jour on fait ça. En espérant qu'il fasse beau...on peut le matin*

E2 : *Voir l'évolution dans la journée et tracer*

E3 : *Tracer l'ombre à 9 h du matin et à 13h30- 14h*

E2 : *Pour moi c'est plus un objet puisque on va se placer notre corps il va être différent donc c'est...c'est... ça veut dire que*

E1 : *Nous on n'a pas changer mais il y a quelque chose qui s'est passé. Qu'est-ce qui se passe ? pourquoi l'ombre elle est comme ça quoi ?*

#### **Extrait n°12 de la transcription de la réunion de groupe**

Les enseignants semblent considérer que grâce à cette tâche les élèves pourront comprendre que la lumière se propage d'une manière rectiligne :

E3 : *Si bah je pense justement. Quand on va essayer de faire de l'ombre. On va bien voir qu'en fonction de là où on met la source lumineuse, en fonction d'où on se place on voit bien qu'il y a une propagation. Je pense qu'on travaillera au même temps que l'ombre. (...)*

C : *C'est juste pour avoir les objectifs clairs. Parce qu'on a dit dans les deux premières séances on s'intéresse à la lumière comme entité autonome, donc là dans cette séance quel est notre objectif ?*

E3 : *bah la propagation rectiligne de la lumière (...)*

C : *Donc là ils vont comprendre que la lumière se propage...*

E3 : *Voilà de manière rectiligne*

#### **Extrait n°13 de la transcription de la réunion de groupe**

Cette considération de l'ombre en tant que phénomène physique et la compréhension de la propagation rectiligne de la lumière sont éléments de l'optique géométrique.

#### **2.3.1.3 Le troisième type de tâche pour la troisième séance**

Enfin, la dernière tâche To3<sub>gr</sub> de la séance est un retour sur « ce qu'est l'ombre ». Les enseignants notent sur la fiche de préparation qu'il faut insister sur la notion d'ombre par rapport à une source lumineuse. La tâche sera effectuée à l'oral et une affiche sera utilisée afin de noter les remarques des élèves. Comme pour le concept de lumière, la technologie qui justifie la technique choisie par les enseignants concerne une pratique professionnelle existante des enseignants (**Extrait n° 3 et 4**). Nous rappelons que l'utilisation d'une affiche est considérée comme un moyen pour que tous les élèves écoutent les réponses de leurs camarades et pour pouvoir revenir facilement aux idées des élèves à la séance suivante, comme l'enseignante E2 l'explique pendant son entretien individuel : « *J'ai un paper board. Tu sais un tableau blanc avec des feuilles, où je note et après je reviens...Ah bah ils se souviennent et c'est le paper board qui fait que, qui crée le lien. Tac on avait dit ça. Et j'essaie de rebondir, en fait j'essaie de partir de leur problème.* ». Pendant la réunion, elle explique : « *On va voir parce qu'au moins chacun va confronter quand on va passer à la mise en commun il y en a qui vont parler* ». Ce dernier élément nous amène à proposer que l'hypothèse théorique sous-jacente concerne le cadre socioconstructiviste.

### 2.3.1.4 La praxéologie didactique du groupe pour la troisième séance

À partir des types de tâche envisagés par le groupe dans les fiches de préparation et des éléments de justification que nous avons repérés durant la réunion collective, ainsi que dans les entretiens semi-directifs, nous pouvons identifier la praxéologie didactique du groupe concernant la troisième séance ( $To_{gr}/\tau/\theta/\Theta$ ) présentée dans le tableau ci-dessous.

Tableau 15-Praxéologie didactique du groupe séance 3

Type de tâche $T$	Technique $\tau$	Technologie $\theta$	Théorie $\Theta$
$To1_{gr}$ : Recueil des conceptions des élèves	Question posée : « Pour vous qu'est-ce que l'ombre ? » Noter les réponses sur une affiche collective	Pratique professionnelle existante	Cadre socioconstructiviste
$To2_{gr}$ : L'enseignant amène les élèves à effectuer le contour de l'ombre de leur camarade	L'enseignant invite les élèves à travailler en binômes à deux moments différents de la journée pour tracer le contour de l'ombre Observation du résultat L'enseignant fait le tour et demande aux élèves d'expliquer ce qu'ils ont fait	Expérience précédente d'un enseignant du groupe  Evolution de la forme de l'ombre dans la journée	Optique géométrique
$To3_{gr}$ : L'enseignant demande à l'ensemble des élèves de faire un retour sur l'expérience	Echange oral Noter les réponses sur une affiche collective	Pratique professionnelle existante	Cadre socioconstructiviste

### 2.3.2 Analyse des scénarios de classe-Séance 4

La quatrième séance d'enseignement sur les ombres comporte trois tâches.

#### 2.3.2.1 Le premier type de tâche pour la quatrième séance

Selon la fiche de préparation (annexe 4), le premier type de tâche  $To1_{gr}$  qui doit être faite dans la classe est le récit d'une histoire en utilisant la technique d'un théâtre d'ombres. Les enseignants choisissent cette technique pour montrer aux élèves que l'ombre est un phénomène physique et pas un objet et pour les inviter ensuite à faire pareil. E3 explique pendant la réunion :

*« non mais peut être avec le théâtre d'ombres justement on va réussir à ça ... Bah justement en fonction de la lumière ou pas, l'intensité de la lumière, on aura des ombres en plus qui vont varier ils vont comprendre ça dépend de la source lumineuse. C'est ça qu'il faut comprendre. Ce que l'ombre... Oui c'est un phénomène qui dépend de la source lumineuse, qui je pense qu'il faut qu'on fasse des expériences avec des sources lumineuses différentes ».*

Cet élément constitue une partie de la technologie repérée pour le type de tâche proposé par le groupe. De même, E3 explique que cette technique de théâtre d'ombres aidera les élèves à

comprendre que l'ombre est un phénomène. Selon son discours pendant la réunion, le fait d'avoir une source lumineuse stable et de placer différents objets devant elle, amène les élèves à observer que l'ombre change et dépend des objets qu'on place devant la source :

*« ...l'ombre justement elle va dépendre de l'objet que tu mets devant la source. C'est ça aussi qui va différer. Elle est au même endroit sur le mûr et en fonction de ce que je vais mettre elle est différente (l'ombre) donc c'est que ça vient de l'objet que je place par rapport à la source lumineuse, mais l'ombre n'est pas l'objet. Elle dépend à la fois de la source lumineuse et...Et de l'objet... ».*

Un autre élément de la technologie est indiqué par le fait que les enseignants utilisent ce théâtre d'ombres en tant qu'élément déclencheur pour la compréhension du phénomène de la formation des ombres : *« Bah qu'on commence avec quelque chose déjà construit, quelque chose fin soit un théâtre d'ombres soit... et leur dire maintenant on va faire la même chose problème bah comment faire ? comment faire pour faire pareil ? De quoi a-t-on besoin ? et on va arriver sur les ombres bah oui ça vient d'où, comment... c'est l'élément déclencheur finalement ».*

Il semble que selon le groupe, le théâtre d'ombres fonctionne comme un nouvel objet qu'on apporte dans la classe et on essaie d'expliquer son fonctionnement ensuite avec les élèves :

*E2 : Moi je compte plus partir oui d'un problème entre guillemets comme quand tu fais une séquence sur l'électricité*

*E3 : Oui c'est ça*

*E2 : où t'apportes un objet*

*E3 : Oui voilà*

*E2 : on va essayer de comprendre qu'est-ce qu'il se passe derrière, pour moi c'est pareil on part d'un théâtre d'ombres ou d'un livre et bah maintenant comment ça marche comment on va faire bah ils vont dire on a besoin de marottes d'accord on a de marottes bah no en plein lumière bah non on n'a pas d'ombre on n'a pas...ça va fin...il faut partir aussi de comment...*

#### **Extrait n°14 de la transcription de la réunion de groupe**

Il semble que les enseignants considèrent que les deux dernières séances, dans l'ensemble, aideront les élèves à arriver vers la compréhension du phénomène. Pour E2 et E3, il semble que quand on demande aux élèves de créer une ombre, on mobilise le processus de compréhension du phénomène et ensuite quand on leur demande de créer leur propre histoire dans le théâtre d'ombres, on les amène à se pencher sur le fonctionnement de ce phénomène et on attire leur attention sur l'alignement entre les trois éléments. Cela nous amène à proposer que l'hypothèse théorique sous-jacente concerne l'optique géométrique.

*E3 : Moi je pense... créer une ombre la séance trois et séance quatre c'est pourquoi ça fonctionne et c'est la propagation rectiligne de la lumière*

*E2 : ça serait déclencher en fait créer une ombre déclenche le*

*E3 : Le processus là*

*E2 : Voilà on déclenche tout et après on essaie le bah comment ça fonctionne*

E3 : *Comment... Pourquoi... Parce que là on va déjà... représentation orale qu'est-ce que l'ombre, on va avoir quelques mots, ils font l'ombre avec leurs corps le matin ou on travaille le théâtre d'ombres et de toute façon c'est un petit plus le corps sinon on leur présente la petite... le petit livre, la petite mise en scène, le théâtre d'ombres et là on leur propose à eux d'imaginer une histoire ou faire quelque chose, raconter soit avec leur corps soit avec des objets...*

#### **Extrait n°15 de la transcription de la réunion de groupe**

Les enseignants font appel à la création d'une situation-problème pour arriver à l'explication du phénomène de la formation des ombres. Cet élément nous amène à considérer que l'hypothèse théorique sous-jacente pour cette technologie concerne le cadre socioconstructiviste. Les enseignants considèrent qu'il serait préférable de commencer la séance par quelque chose de concret : *« Bah qu'on commence avec quelque chose déjà construit, quelque chose fin soit un théâtre d'ombres soit et leur dire maintenant on va faire la même chose... problème ! bah comment faire ? comment faire pour faire pareil ? De quoi a-t-on besoin ? et on va arriver sur les ombres bah oui ça vient d'où comment... »*, *« Moi je compte plus partir oui d'un problème... »*. L'utilisation d'un contexte culturel comme le théâtre d'ombres nous amène à proposer que l'hypothèse théorique sous-jacente concerne le cadre théorique socio-culturel.

De son côté E1 souligne que les élèves sont familiarisés avec la situation qui leur sera présentée, ainsi il semble que l'enseignant approuve cette technique : *« Ils ont déjà une petite idée, ils aiment bien jouer... nous quand on est avec le vidéoprojecteur ça ils voient bien quand ils enlèvent la main il n'y a plus rien quoi. Ça je pense qu'il ne posera pas de... »*.

#### **2.3.2.2 Le deuxième type de tâche pour la quatrième séance**

Ensuite, au deuxième type de tâche To2'<sub>gr</sub>, les enseignants proposent aux élèves de travailler par groupe et d'inventer une histoire qu'ils raconteront avec les ombres des personnages (Playmobil et autres objets) qui leurs seront proposés. Les enseignants expliquent qu'ils proposent le récit d'une histoire avec des ombres comme continuité de la tâche précédente, parce que de cette manière les élèves se questionneront sur la formation des ombres :

*« Pour qu'ils puissent faire ça ils vont devoir se poser des questions sur comment on fabrique nanana et après il faut bien qu'on arrive à leur dire bah voilà comment on arrive vers le savoir scientifique »*, *« Oui mais du coup c'est vraiment de comprendre comment on fabrique les ombres, voilà c'est ça »*, *« Ils vont tester ils vont essayer ils vont se rendre compte qu'il faut se mettre devant derrière... »*.

Les enseignants considèrent que quand les élèves raconteront leur propre histoire avec un théâtre d'ombres, ils « s'obligeront » à se questionner sur la formation des ombres afin de raconter leur histoire. Ce type de tâche To2'<sub>gr</sub> mis en œuvre par la technique proposée par les enseignants favorise le rôle du langage dans l'apprentissage mais également le rôle de la manipulation d'objets, éléments qui nous amènent à proposer que l'hypothèse théorique sous-jacente concerne le cadre théorique socio-culturel.

#### **2.3.2.3 Le troisième type de tâche pour la quatrième séance**

Enfin, pour le dernier type de tâche To3'<sub>gr</sub>, les enseignants proposent de revenir sur l'affiche qui comprenait les représentations initiales des élèves afin de la compléter avec les remarques

des élèves pendant la discussion qui conclura cette séquence sur les ombres. Ils notent sur la fiche de préparation (annexe 4) qu'il faut, de leur côté, insister sur le fait que l'ombre n'est pas un objet. Le fait de revenir sur le sujet étudié et de compléter l'affiche représente une pratique professionnelle existante des enseignants, comme nous l'avons déjà expliqué pour les séances portant sur le concept de lumière. L'objectif de la tâche en question est de synthétiser les connaissances à la fin de la séance comme il est mentionné pendant la réunion collective : « *Donc il y aurait une première séance où ils testent fin une première séance où on expérimente différentes choses autour des ombres et la deuxième ils testent, on essaie de synthétiser à la fin...* ». Autrement dit à la fin de cette séance les enseignants se focalisent sur l'institutionnalisation du savoir acquis. Selon Chevallard (2002a, p. 12) toute praxéologie didactique relative à un élément repose sur six moments s'organisant en quatre groupes :

dans un ordre dont on a dit qu'il n'implique aucune consécution temporelle nécessaire. Pour chacun des groupes on a placé en outre, entre parenthèses, une traduction « structurelle », qui n'épuise en rien les dispositifs en lesquels les moments de l'étude correspondants peuvent se concrétiser, puisqu'il n'existe pas de relation univoque entre structures et fonctions.

Groupe I (Activités d'étude et de recherche [AER])

1. Moment de la (*première*) rencontre avec  $T$  ;
2. Moment de l'*exploration de  $T$  et de l'émergence de la technique  $\tau$*  ;
3. Moment de la construction du bloc *technologico-théorique* [ $\theta/\Theta$ ].

Groupe II (Synthèses)

4. Moment de l'*institutionnalisation*.

Groupe III (Exercices & problèmes)

5. Moment du *travail* de l'organisation mathématique (et en particulier de la *technique*).

Groupe IV (Contrôles)

6. Moment de l'*évaluation*.

Ainsi, nous considérons que l'hypothèse théorique sous-jacente concerne le cadre de la Théorie Anthropologique du Didactique car l'institutionnalisation fait partie des moments d'étude.

#### *2.3.2.4 La praxéologie didactique du groupe pour la quatrième séance*

À partir des types de tâche envisagés par le groupe dans les fiches de préparation et des éléments de justification que nous avons repérés durant la réunion collective ainsi que dans les entretiens semi-directifs, nous pouvons identifier la praxéologie didactique du groupe concernant la quatrième séance ( $To'_{gr}/\tau/\theta/\Theta$ ) présentée dans le tableau ci-dessous.

Tableau 16-Praxéologie didactique du groupe séance 4

Type de tâche <i>T</i>	Technique $\tau$	Technologie $\theta$	Théorie $\Theta$
To1 <sup>gr</sup> : Raconter une histoire	Théâtre d'ombres Classe en obscurité Un projecteur comme source lumineuse	L'ombre est un phénomène physique et pas un objet  Le théâtre d'ombres en tant qu'élément déclencheur pour la compréhension du phénomène  Création d'une situation problème  Début d'une réflexion par quelque chose de concret	Optique géométrique  Cadre socioculturel  Cadre socioconstructiviste
To2 <sup>gr</sup> : L'enseignant propose aux élèves d'inventer une histoire	Pour raconter leur histoire les élèves doivent utiliser les ombres de Playmobil Utilisation d'une source lumineuse Projection sur un drap blanc ou un mur blanc Travail par groupe de 3-4	Les élèves « s'obligent » à s'interroger sur la formation des ombres afin de raconter leur histoire	Cadre socioculturel
To3 <sup>gr</sup> : Compléter une affiche	Discussion	Pratique professionnelle existante  Institutionnalisation	Un moment d'étude selon la Théorie Anthropologique du Didactique



## Chapitre 3. La praxéologie didactique de l'enseignant E1

Pour analyser la mise en œuvre en classe par l'enseignant E1, nous construisons la praxéologie didactique de l'enseignant E1 pour chaque séance d'enseignement sur la notion de lumière et d'ombre. Pour cela, dans un premier temps, nous prenons de notes synoptiques concernant le déroulement de chaque séance à partir des enregistrements vidéoscopiques. Dans ces notes, nous repérons les tâches  $T_{E1}$  et les techniques  $\tau$  (*praxis*) et nous identifions les éléments de justification exprimés par E1 dans les grilles d'analyse qu'il a complétées ultérieurement ainsi que dans les entretiens d'autoconfrontation simple (*logos*).

### 3.1 La praxéologie didactique de l'enseignant pour la notion de lumière

Pour construire la praxéologie didactique de l'enseignant E1, nous visualisons d'abord l'enregistrement vidéo des séances. Pendant le visionnage des vidéos, nous prenons des notes en ce qui concerne le déroulement de chaque séance, les consignes données par E1 aux élèves et la mise en œuvre en classe du scénario proposé par le groupe, afin de repérer des traces des tâches prévues par le scénario du groupe. Plus précisément, nous cherchons à identifier les tâches  $T_{E1}$  effectuées et la technique  $\tau$  employé par E1. Ensuite, nous repérons dans le guide d'analyse de chaque séance complétée par E1 et dans la transcription de l'entretien d'autoconfrontation simple de ces séances, les éléments de justification de l'enseignant qui concernent la technologie  $\theta$  et la théorie  $\Theta$  associées à sa pratique.

#### 3.1.1 Chronique de la mise en œuvre en classe-Séance 1

Dans cette partie, nous présentons le déroulement de la première séance à travers des notes prises (tableau 17) pendant le visionnage de l'enregistrement vidéoscopique concernant cette séance.

Tableau 17-Notes prises concernant la première séance

<b>Vidéo S1VM</b>
Début de séance : 04min 30 sec
L'enseignant pose la question : « On va vous donner une feuille et vous allez répondre par un petit dessin à : qu'est-ce que c'est pour vous la lumière ».
L'enseignant donne du papier et un crayon de papier à tous les élèves. L'enseignant regarde ce que les élèves dessinent. Il se met à la hauteur de certains élèves et il leur demande à voix basse ce qu'ils ont dessiné.
Les élèves dessinent pendant 10min 50 sec
L'enseignant demande aux élèves : « Qu'est-ce que c'est pour toi la lumière ? » et note au tableau les réponses de chacun /les élèves parlent surtout d'électricité et d'ampoules, certains élèves répètent la même chose « Le soleil qui vient dans l'électricité et donne une ampoule », « Le soleil », « une ampoule qui fait mal aux yeux »
15min 12 sec
L'enseignant demande : « Est-ce qu'il y en a qui pensent comme Zoé du soleil ? »
15min 43 sec
L'enseignant donne la consigne pour la deuxième séance

18min 17 sec Les élèves vont dans la salle de motricité
<b>Vidéo S1finVM</b>
Les élèves entrent par groupe et cherchent dans le noir. Le premier groupe trouve 6/7 doudous. Après une minute passée dans la salle, l'enseignant demande aux élèves de sortir pour faire le point.
1min 33 sec Une élève dit « Ce n'est pas trop facile de trouver les doudous »
2min 00 sec L'enseignant demande : « Quel était le problème qu'il y avait dans la salle ? Est-ce que c'était super facile ? »
3min 15 sec L'enseignant demande « Comment on peut faire ? », « Qui a une solution ? » (pour trouver le dernier doudou qui est bien caché)
04min 30 sec Joseph dit « avec de la lumière »... « on ouvre la porte et au bout d'un moment il fera de la lumière »
La plupart des élèves proposent en tâtonnant, en touchant et seul un élève propose d'ouvrir la porte pour avoir de la lumière dans la salle.
07min 00 sec L'enseignant dit « Joseph a proposé d'ouvrir la porte... on va faire l'idée de Joseph »
Dialogue intéressant où l'enseignant incite les élèves à proposer d'autres solutions dont rentrer avec une source lumineuse artificielle et plus précisément avec la lampe torche de son téléphone portable
09min 00 sec Deux élèves entrent dans la salle avec la lampe torche. Ils ne trouvent pas le dernier doudou
11min 00 sec Tous les élèves rentrent dans la salle de motricité qui est dans le noir et s'assoient par terre en attendant que le binôme trouve le dernier doudou
Tous les élèves ressortent pour que l'enseignant puisse cacher de nouveau les doudous
15min 00 sec Les élèves font la deuxième solution (ouverture des volets).
18min 00 sec Discussion entre les élèves et l'enseignant qui pose les questions suivantes « Comment était la salle ? » « Comment vous avez fait pour trouver les doudous dans le noir ? » « Est-ce que c'était plus facile de les trouver quand on était dans le noir ou c'était plus facile quand on avait la lampe torche et un peu de lumière en ouvrant les volets ? » « Si vous deviez aller très vite est-ce qu'il est plus facile de chercher les doudous dans le noir ou avec une des solutions de Joseph ? »
21min 00 sec fin de la séance
Commentaires du chercheur : Pas de distinction entre les notions de lumière et de source lumineuse / conclusion sur comment c'était plus rapide de voir les doudous/ quand l'enseignant demande quand c'était plus facile de trouver les doudous, les élèves répondent que c'était plus facile dans le noir et aussi avec la lampe torche. L'enseignant après parle de rapidité (quand c'était plus rapide de trouver les doudous) / les élèves à la fin ne sont pas très concentrés + il y en a peu d'entre eux qui répondent aux questions de E1.

La prise de notes concerne le visionnage de deux enregistrements vidéoscopiques, le premier (Vidéo S1VM) dans la classe de E1 et le deuxième (Vidéo S1finVM) dans la salle de motricité. A l'aide de ces notes, nous avons repéré les tâches effectuées dans la classe par E1 et les techniques  $\tau$  employées par E1 qui sont présentées ensuite sous forme de tableau. De plus, nous nous basons sur ces notes pour préparer l'entretien d'autoconfrontation et interroger l'enseignant sur sa pratique.

L'enseignant commence la séance en donnant la consigne aux élèves afin qu'ils effectuent le dessin. Ensuite, il demande aux élèves qu'est-ce que c'est pour eux la lumière et il note leurs réponses sur le tableau. Puis, l'enseignant donne la consigne pour la deuxième tâche et ils vont tous ensemble à la porte de la salle de motricité. Les élèves ne rentrent pas tous ensemble dans la salle pour chercher les doudous. Au début, un seul groupe entre dans la salle plongée dans

l'obscurité pour chercher les doudous cachés. L'enseignant demande aux élèves de sortir de la salle afin de faire le point avec le reste de la classe. Ils discutent devant la porte de cette salle concernant la facilité de trouver les doudous car un élève, membre du groupe, a expliqué qu'il n'a pas été très facile de les trouver. Les élèves sont incités à proposer d'autres solutions. Un élève suggère d'ouvrir la porte de la salle et l'enseignant invite les élèves à présenter également d'autres propositions. Parmi les propositions, il est question de rentrer dans la salle avec une source lumineuse artificielle. Un groupe rentre afin de tester cette proposition sans pouvoir trouver rapidement le doudou caché. L'ensemble des élèves entre dans la salle avec l'enseignant et ils sont tous spectateurs de la recherche du dernier doudou par le groupe. Une fois le doudou trouvé, l'enseignant invite les élèves à sortir, il cache de nouveau les doudous et puis un groupe teste la solution de la lumière naturelle. Enfin, tous les élèves rentrent dans la salle et l'enseignant entame une discussion en demandant d'abord comment ils ont fait à chaque fois pour trouver les doudous et puis en se centrant sur la facilité de trouver les doudous à chaque stade de cette expérience.

En ce qui concerne les représentations initiales des élèves au début de ce scénario pédagogique pour la lumière, nous observons à travers la fiche de synthèse sur le tableau de la classe (figure 23), qu'ils font plutôt le lien avec les notions de l'électricité, de l'ampoule et du soleil. Nous avons remarqué, qu'à la fin de la première tâche, quand les élèves terminent leur dessin concernant la lumière, l'enseignant ne prête pas attention à ce dessin, ne demande pas aux élèves ce qu'ils ont dessiné, mais il passe directement au tableau pour demander à l'ensemble des élèves « qu'est-ce que c'est la lumière ? » et noter leurs propositions.

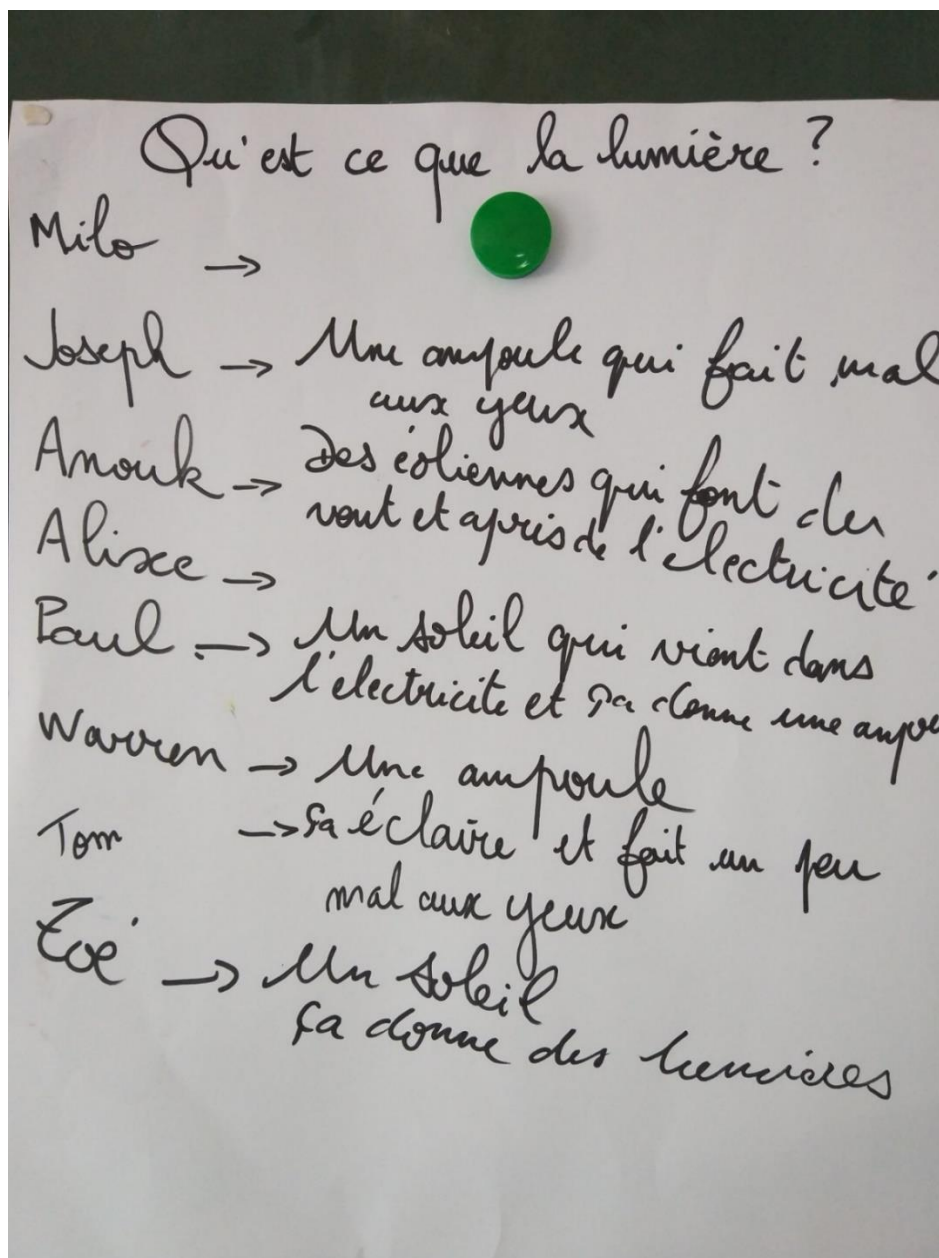


Figure 23-La mise en commun des idées des élèves par l'enseignant concernant la lumière

### 3.1.2 Présentation du « guide d'analyse » complété par E1-Séance 1

Dans cette partie, nous présentons le guide d'analyse complété par E1 pour la première séance. Ce document a été conçu afin de le guider pour effectuer sa propre analyse de la séance. Nous rappelons que ce document (présenté dans le sous-chapitre 2.7 de la troisième partie de cette thèse) est divisé en deux tableaux. Dans le premier tableau (tableau 18), l'enseignant doit revoir et comparer les objectifs de la première séance comme prévu dans la fiche de présentation avec le modèle précurseur que nous mettons à disposition de l'enseignant dans l'introduction du « guide d'analyse ». Ensuite, dans la deuxième partie du guide (tableau 19), après avoir visionné la vidéo de la première séance, l'enseignant doit compléter le deuxième tableau concernant les objectifs des tâches de cette première séance comme elles ont été proposées par le groupe et les

objectifs de tâches comme elles ont été effectuées par l'enseignant E1. Plus concrètement, l'enseignant est amené à réfléchir en deux temps : par rapport au modèle précurseur et la fiche de préparation et par rapport à la fiche de préparation et ce qui a été fait dans la classe. Ces deux moments d'analyse fonctionnent comme un rappel pour le modèle précurseur et une demande à l'enseignant de se rendre compte de ce qui a été proposé par le groupe et ensuite de ce qu'il a véritablement fait dans la classe. Ainsi, nous supposons que si le groupe a respecté les grandes lignes directives du modèle précurseur et a pu l'intégrer dans le scénario proposé, et si l'enseignant a respecté ce scénario, les élèves pourront probablement construire un modèle précurseur dans leur pensée à la fin de la séquence.

Nous rappelons les objectifs du modèle précurseur chez les enfants de 5 à 7 ans concernant la construction des phénomènes optiques élémentaires et plus particulièrement en ce qui concerne le concept de lumière, comme Ravanis (2010) le souligne, la lumière doit être conçue comme une entité, distincte et autonome dans l'espace, qui se déplace et peut interagir avec les objets. Il convient aussi de distinguer la lumière des sources lumineuses. De son côté, l'enseignant note ces éléments dans le tableau (tableau 18) par rapport aux objectifs du modèle précurseur.

*Tableau 18-Focus sur modèle précurseur - fiche de préparation Séance 1*

Axes d'observation	Points d'appui	Points qui interrogent
Objectifs du modèle précurseur	Comprendre que la lumière est une entité autonome Différencier lumière et source lumineuse	La lumière est une notion complexe pour l'enseignant (connaissances à mettre à jour)
Objectifs de 1 <sup>ère</sup> tâche	Représentation initiale	Le mot lumière est trop générique et éloigné de la représentation des enfants
Objectifs de la 2 <sup>ème</sup> tâche	Affiche des représentations initiales	Que vont faire les enfants ?
Objectifs de la 3 <sup>ème</sup> tâche	Chasse aux doudous Suggestion de sources lumineuses pour résoudre la tâche	
Commentaires personnels	Représentation lumière	Proposer une expérience (laquelle ?) sur la lumière afin que les enfants visualisent le phénomène physique

Dans le premier tableau complété par l'enseignant (tableau 18), nous observons que E1 a bien saisi les objectifs qui concernent le concept de lumière en fonction du modèle précurseur pour les jeunes enfants. Pourtant, l'enseignant précise que cette notion est complexe, et que la partie scientifique la concernant devrait être réétudiée avant d'être enseignée dans la classe par les professeurs des écoles. De plus, quant à la première tâche où l'enseignant cherche à repérer les représentations initiales des élèves sur la notion de la lumière, E1 souligne que la « lumière » est un mot générique, chose qui empêche probablement les élèves de dessiner ce qu'ils pensent, car selon lui c'est une notion éloignée de la représentation des enfants. Nous notons que pendant

la réunion de groupe, l'enseignant E1 avait remarqué qu'il est difficile de matérialiser la lumière en comparant cette notion à l'air.

E3 : *Ça serait sympa d'aller dans la salle de motricité et voir qu'il y a de la lumière un peu partout. Parce que là on varie sur l'intensité...bah ça peut être plutôt à la séance d'après à la propagation rectiligne de la lumière voir que forcément là quand ça arrive il y a des endroits plus ou moins éclairés puisque la lumière arrive et c'est là où on verra... peut-être retourner à ce moment-là je sais pas dans la salle de motricité et voir qu'il y a des endroits où la lumière arrive...c'est compliqué hein ?...*

E2 : *Bah nous on se rend pas compte c'est compliqué hein*

E1 : *On ne peut pas la matérialiser de toute façon...l'air tu peux matérialiser à la limite*

E2 : *Oui j'essaie de réfléchir par rapport à l'air et les propriétés...*

E4 : *Le sac vide*

E1 : *Bah le sac vide qui se remplit il y a quelque chose dedans*

E4 : *Il y a quelque chose dedans*

E1 : *Après la lumière ça reste une onde...une onde c'est quand même...*

#### Extrait n°16 de la transcription de la réunion de groupe

Nous observons dans le tableau 18 complété que l'enseignant met l'accent sur la notion de la lumière en tant que phénomène physique et sur la nécessité d'une tâche supplémentaire avec un dispositif plus expérimental afin que les élèves travaillent plus en profondeur sur cette notion.

Tableau 19-Focus sur fiche de préparation- 1ère séance dans la classe

Axes d'observation	Points d'appui	Points qui interrogent
Objectifs des tâches proposées	Comprendre que la lumière est une entité autonome Différencier lumière et source lumineuse	
Objectifs réalisés en classe de la 1 <sup>ère</sup> activité	Représentation initiale « qu'est-ce que la lumière ? »  <ul style="list-style-type: none"> <li>Mot clé <b>soleil</b></li> </ul> Le soleil est intéressant car il est plus adapté pour faire émerger l'idée d'entité autonome. Il faudrait pouvoir orienter le débat sans pour autant induire des réponses des enfants. On pourrait ainsi voir ce que les enfants associent avec le mot soleil.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Les mots clés sont <b>ampoule, électricité</b></li> </ul> Les enfants associent la lumière à l'électricité et l'ampoule laissant supposer que le phénomène électrique crée la lumière.  Le mot lumière est trop générique et éloigné de la représentation des enfants  <ul style="list-style-type: none"> <li>Faiblesse des dessins. Représentation de la lumière ?</li> </ul>

Objectifs réalisés en classe de la 2 <sup>ème</sup> activité	Affiche des propositions	Support non utilisé par l'enseignant.  Ce n'est pas un document synthétique qui permet de visualiser clairement les représentations initiales
Objectifs réalisés en classe de la 3 <sup>ème</sup> activité	Chasse aux doudous  Les enfants proposent d'utiliser une source lumineuse pour casser le noir.  Ils suggèrent naturellement différentes sources (porte ouverte, volet, lampe torche).  Ceci est un point d'appui futur pour caractériser la lumière en tant qu'unité autonome.  La manipulation reste une force de l'expérimentation et permet au plus grand nombre de participer à l'expérience (sources d'interrogations du vécu)	Source lumineuse (lumière extérieure) pourrait être approfondie sous la problématique que se passe-t-il lorsque la porte s'ouvre ?  NB (dispositif expérimental) Les enfants privilégient le tâtonnement (trop facile). Attention à cacher les doudous à différentes hauteurs pour rendre la chasse complexe.
Commentaires personnels		<i>La séance 1 n'a pas atteint les objectifs. Préparation de la séance mal comprise par l'enseignant : les objectifs définis en réunion collective n'ont pas assez été repris au cours de la séance.</i>  <i>La reconduire avec un autre groupe pourrait s'avérer judicieux.</i>

En ce qui concerne le deuxième tableau du guide d'analyse (tableau 19), l'enseignant mentionne que les objectifs de la fiche de préparation concernant la première séance sont la compréhension que la lumière est une entité autonome et la différenciation entre les notions de lumière et de source lumineuse. Donc, nous observons que les objectifs de la fiche de préparation (annexe 4) pour le concept de lumière sont en accord avec les objectifs du modèle précurseur pour la lumière, présentés dans le tableau précédent (tableau 18). Puis, E1 met l'accent sur la première tâche effectuée dans la classe, en expliquant qu'il devrait se focaliser sur la notion de la lumière provenant du soleil afin de faire émerger les idées des enfants liées à l'idée de la lumière en tant qu'entité autonome dans l'espace sans se focaliser sur les sources lumineuses. Par la suite, E1 explique qu'à la fin de la deuxième tâche, on obtient une affiche collective des propositions des élèves concernant leurs idées autour de la notion de lumière mais que lui n'utilise pas ce support par la suite. L'enseignant mentionne que ce support n'est pas un document synthétique qui pourrait lui permettre d'effectuer la mise en commun, donc selon lui l'objectif de cette tâche n'est pas atteint. En ce qui concerne la troisième tâche, la chasse aux doudous, l'enseignant trouve qu'il s'agit d'un point fort du scénario car à travers cette expérience tous les enfants peuvent participer et s'interroger concernant la notion de la lumière. E1 explique que c'est une

véritable occasion à saisir afin de parler de lumière autonome et de montrer aux élèves qu'elle n'est pas étroitement liée aux sources lumineuses artificielles, voire aux lampes-torches. Néanmoins, le rôle de l'enseignant reste central parce que, comme E1 l'explique, si les doudous ne sont pas bien cachés, les élèves peuvent facilement les trouver par le tâtonnement donc il n'y a pas de nécessité qui surgit afin de trouver une solution pour avoir de la lumière naturelle dans la salle. Enfin, l'enseignant estime qu'il n'a pas réussi à mener à bien cette première séance et que selon lui les objectifs n'ont pas été atteints. Dans la partie « commentaires personnels » du tableau, E1 souligne qu'il n'a pas bien préparé cette séance en amont et que les objectifs définis pendant la réunion collective n'ont pas été repris au cours de la séance mise en œuvre par lui-même.

### 3.1.3 Analyse de l'entretien d'autoconfrontation simple -Séance 1

Ensuite, nous analysons l'entretien d'autoconfrontation simple que nous avons effectué avec l'enseignant concernant la première séance. Nous avons visionné la vidéo avec l'enseignant et nous lui avons expliqué avant le début de l'entretien que nous pourrions arrêter la vidéo pour poser des questions mais que lui aussi pourrait arrêter la vidéo pour faire des commentaires. Nous présentons les moments les plus significatifs de l'entretien où l'enseignant E1 explique sa pratique, ses choix et sa déclinaison du scénario préparé par le groupe d'enseignants.

En ce qui concerne la première tâche T1<sub>E1</sub>, l'enseignant souligne qu'il y a un problème lié à l'usage du langage quotidien concernant le mot « lumière » qui pourrait être un obstacle pour les enfants qui sont amenés à dessiner la lumière. L'enseignant précise qu'il serait lui-même aussi possiblement en difficulté pour effectuer la tâche qui est demandée aux élèves : « *on dit allume la lumière, je pense que c'est un problème de vocabulaire, on dit dessine la lumière moi je serai bien embêté de la dessiner aussi* ». Ensuite, E1 explique qu'il y a eu un manque d'anticipation du groupe concernant les réponses possibles des élèves à cette première tâche. Plus concrètement, il souligne que cette absence d'analyse *a priori* concernant le recueil des conceptions des élèves, avant de proposer la technique du dessin, explique probablement le manque de variété de réponses de leur part. Il met l'accent sur le fait que les élèves pensent souvent que la lumière c'est par exemple l'ampoule parce qu'ils se rattachent à ce qu'ils voient :

*« Eux c'est ce qu'ils pensent ils essaient de se rattacher sur quelque chose qu'ils voient je pense que c'est ce qui leur pose problème...on avait pas anticipé du tout ce problème là quand on a fait le...tu vois quand on a décrit l'objectif, la description on n'avait pas du tout pensé à ça on pensait qu'ils iraient...Quand on leur demande par exemple dans d'autres thèmes scientifiques, on leur demande leurs représentations initiales tout de suite ils ont quelque chose à dire, là je pense qu'il y avait beaucoup qui étaient bloqués et qu'ils sont restés sur l'ampoule, l'électricité donc...bon ».*

Ensuite, il est essentiel de préciser qu'après la mise en commun, à la fin de la deuxième tâche T2<sub>E1</sub>, l'enseignant explique qu'il n'arrive pas à utiliser la fiche de synthèse et qu'il n'arrive ni à faire une synthèse, ni à tirer une première conclusion avec les élèves avant de passer à la tâche suivante : « *Bah Quand on a fait la fiche, je me ressers de la fiche du tout. Elle sert pas de synthèse pour dire voilà la lumière on a une idée c'est ça voilà c'est une source c'est le soleil qui nous donne de la lumière j'arrive pas à faire...comme quand on a plein d'idées et on fait*



*des blocs... la lumière ça peut être la source lumineuse ou ça peut être le soleil ou ça peut être une ampoule j'arrive pas, je me ressers pas » , « Voilà ce que je note finalement, je note les idées mais j'arrive pas à en tirer quelque chose. ».*

En ce qui concerne la troisième tâche T3<sub>E1</sub>, où les élèves doivent chercher les doudous dans une salle obscure avec impossibilité d'utiliser les sources lumineuses artificielles, l'enseignant préfère demander aux élèves des solutions sans aucune restriction pour trouver les doudous et tester leurs idées au lieu de suivre le scénario proposé par le groupe :

*C : Je pense que à cette activité on voulait qu'ils n'associent pas la lumière à la lumière électrique et si quelqu'un propose d'allumer la lumière dans la salle qu'on allait dire que l'interrupteur ne marche pas donc il faut trouver une autre solution donc quand quelqu'un propose la lampe torche pourquoi on fait cette idée-là alors qu'on ne voulait pas allumer la lumière du plafond, pourquoi on dit oui à la lampe torche ?*

*E1 : Bah c'est une production de lumière je pense et puis on avait vu ils ont quand même parlé, on revient avec le soleil ce qui a servi à la première séance on a parlé de soleil et d'électricité d'ampoule bah c'est quand même leurs représentations initiales c'est dommage de passer à côté après on peut peut-être les mettre à côté, tu vois dire finalement l'ampoule on ne va pas en trop parler mais quand on ouvre la porte qu'est-ce qu'il passe ? là il n'y a pas d'ampoule et pourquoi on voit mieux ?*

*C : Moi j'avais compris que vous avez proposé en tant que groupe cette activité justement pour ne pas penser que la lumière est liée à l'ampoule et que la lumière est liée à...*

*E1 : C'était une des solutions quoi mais que de sources lumineuses t'en as partout ou fin tu peux en créer quoi. De toute façon ils ne vont pas proposer la lumière de la salle. Elle ne va pas les venir à l'esprit. Je pense qu'il (un élève qui parle sur la vidéo) ne la propose pas parce que comme je n'ai pas allumé ils se disent fin que ça peut être l'interrupteur cassé ou...*

*(...)*

*C : Moi ce que je n'ai pas compris est pourquoi on leur donne une lampe torche pour rentrer dans la salle ? Parce qu'on avait dit pendant la réunion qu'on ne veut pas ça, qu'on ne va pas faire ça.*

*E1 : Alors c'est une erreur de ma part alors*

*C : Parce que moi ce que j'avais compris ce qu'on va essayer de les faire dire, de les faire proposer quelque chose par rapport à la lumière naturelle*

*E1 : Oui oui la lumière naturelle c'est ça*

*C : Donc quand il a dit (un élève) ouvrir la porte, je me suis dit c'est génial qu'il propose ça parce que ce n'est pas la lumière du plafond, ce n'est pas une lampe torche, on peut tout de suite essayer et voir la lumière qui existe dans la pièce, qui rentre dedans*

*E1 : Oui j'aurais dû peut-être faire ça oui*

#### **Extrait n°17 de la transcription de l'entretien d'autoconfrontation**

Enfin, nous avons interrogé l'enseignant concernant une question qu'il a posé aux élèves à la fin de cette première séance quant à la facilité de voir autour de nous. E1 demande aux élèves si c'est plus facile ou moins facile de voir dans la salle de motricité avant d'ouvrir les volets :

*C : Pourquoi tu penses que tu posais la question si c'est plus facile ou moins facile, tu pensais quoi en arrière ?*

*E1 : Bah ce qu'on a besoin de lumière, je voulais les amener à dire voilà c'est avec la lumière qu'on voit mieux*

#### **Extrait n°18 de la transcription de l'entretien d'autoconfrontation**

A la fin de ce premier entretien d'autoconfrontation, nous avons demandé à l'enseignant de s'exprimer concernant la totalité de la première séance que nous avons visionnée. E1 considère qu'il n'a pas réussi à bien mener la séance surtout faute de connaissances de sa part autour du thème de la lumière :

*« Bah moi ce que j'avais vraiment en tête c'était la source lumineuse, bah fin qu'il y a une production de lumière...fin moi ce que j'avais en tête... après c'est pas... au final je trouve qu'on n'a pas, j'ai pas réussi à faire émerger ça, alors est-ce qu'ils l'avaient en tête ou pas ? Je pense que c'est confus mais j'ai pas réussi quoi, j'avais ça en tête quoi. Alors est-ce que c'est moi qui n'avais pas...alors c'est ce que j'ai dit aussi que l'enseignant n'a pas forcément les idées très claires pour la lumière bah c'est une notion complexe même pour un adulte, voilà. Alors est-ce qu'il faut qu'avant de faire cette séance que l'enseignant ait bien les idées au clair sur la notion de lumière et qu'il voit un peu comment il l'expliquerait ? ...c'est peut-être comme ça que je procéderais. Me dire voilà qu'est-ce que je sais sur la lumière voilà, qu'est-ce que je dois savoir maintenant et comment je l'explique aux enfants pour leur montrer la...et là peut-être que ça me permettrait d'avancer plus... ».*

De plus, il explique qu'il a eu une véritable difficulté à voir quel était son objectif et il s'interroge sur le type de tâches proposées par le groupe après avoir effectué ce scénario dans sa classe et avoir visionné la vidéo de son activité dans la classe :

*« Moi en tant qu'enseignant et c'est ce qui se passe quand tu fais de l'électricité ou de la robotique tu sais vraiment bah tu sais vraiment où tu veux aller tu vois bien et tu peux réagir par rapport à ta...au modèle que tu veux amener voilà qu'il soit précurseur ou non quoi. Et je pense que je referai dans ce sens-là quoi avec toutes les précautions d'usage, tu vois si on veut pas la lampe torche que 'est-ce que j'ai ? tiens ! ils me parlent de soleil, tiens ! peut-être faire un... je mets le mot lumière ça me fait penser à quoi ? peut-être ça peut être ça ce qu'on fait lumière bah briller, ampoule bon peut-être ça je me dit tiens je vous donne le mot lumière qu'est-ce que vous associez comme mot avec le mot lumière tu vas avoir ampoule, électricité, soleil et puis dire ah bah soleil qu'est-ce que c'est la lumière du soleil par exemple et la dessiner. Je pense qu'en tant qu'enseignant il faudrait que j'aie les idées beaucoup plus claires ».*

Pourtant, E1 considère que chaque tâche apporte quelque chose de positif aux élèves pour leur culture scientifique et pour pouvoir avancer vers la séance suivante, d'un seul questionnement à une « ouverture d'esprit » comme il explique :

*« D'avoir quelques éléments pour continuer ? Bah je pense parce qu'après par la suite on s'aperçoit qu'ils ont quand même des idées sur ce qui est la lumière, tu vois le jour, la nuit ça vient. Ils se mettent plus dans l'activité on va dire ils voient un peu plus, ils essaient de réfléchir autour de la lumière donc je pense que même si ces séances ne sont pas très riches elles permettent d'amorcer les autres vers l'activité scientifique qu'on veut mener, qu'après ils vont centrer leur attention sur la lumière ils vont réfléchir à d'autres choses et ça va les faire avancer, notamment quand on va faire le tri, tu vois les Nymphéas plus le tri ça va leur donner...ils voient un peu plus pas ce qu'on attend d'eux mais c'est vers quoi ils peuvent répondre alors avec erreur ou sans erreur mais je pense que ça permet de leur ouvrir l'esprit ».*

### 3.1.4 La présentation de la praxéologie didactique de E1- Séance 1

En nous basant sur les notes prises lors du visionnage de la vidéo concernant la mise en œuvre de la première séance en classe par E1, sur l'analyse du « guide d'analyse », complété par E1 et sur l'analyse de l'entretien d'autoconfrontation simple, nous présentons dans le tableau 20 ci-dessous la praxéologie didactique de E1 ( $T_{E1}/\tau/\theta/\Theta$ ) que nous avons construite à l'aide de la vidéo de la séance et de l'analyse faite par l'enseignant E1.

Le premier type de tâche que nous avons repéré concerne le recueil des représentations initiales des élèves au moyen d'une question posée et d'un dessin demandé par l'enseignant : « *On va vous donner une feuille et vous allez répondre par un petit dessin à qu'est-ce que c'est pour vous la lumière* ». L'enseignant se met à la hauteur des enfants pendant la tâche et leur demande des précisions sur ce qu'ils sont en train de dessiner. L'enseignant souligne l'importance qu'il faut donner aux mots utilisés par les élèves lorsqu'ils s'expriment sur leurs représentations afin de pouvoir rebondir ensuite pendant la mise en commun.

L'enseignant explique dans l'analyse effectuée en autonomie, qu'ainsi il a la possibilité d'orienter le débat. Il s'exprime autour de la théorie jointe à la tâche. Il considère que la lumière est une notion complexe pour l'enseignant qui doit avoir des connaissances à jour et il attire l'attention sur les confusions possibles de la notion en raison du vocabulaire utilisé dans la vie quotidienne à l'instar de la phrase « allume la lumière » qui utilise la notion de lumière à la place de la source lumineuse. Cet élément nous amène à considérer que l'hypothèse théorique sous-jacente concerne le cadre vygotkien distinguant concept quotidien et concept scientifique. Vygotski (1934/1962) distingue en effet les concepts quotidiens des concepts scientifiques mentionnant qu'ils ne se développent pas de la même façon. Selon Vygotski, les concepts quotidiens passent par un processus d'apprentissage fondé sur l'expérience concrète. Alors que les concepts scientifiques suivent un autre cheminement d'apprentissage qui est souvent issu d'une médiation, par exemple dans la classe ces concepts arrivent à l'élève à la suite d'une explication de l'enseignant. Ainsi, il semble qu'une attention particulière doit être donnée par l'enseignant afin d'être d'abord conscient de cette distinction entre le langage quotidien et le langage scientifique et ensuite de pouvoir introduire cet élément dans le processus didactique.

Le deuxième type de tâche concerne la mise en commun des idées des élèves au moyen d'une interrogation orale et de la prise de notes sur une affiche. L'enseignant commence par la question « *Qu'est-ce que c'est pour toi la lumière ?* », il recueille et il note les réponses des élèves dont la plupart concernent la notion d'électricité. Au moment où une élève se réfère au soleil, il pose une question à l'ensemble des élèves « *Est-ce qu'il y en a qui pensent comme Zoé au soleil ?* » pour repérer si la pensée de leur camarade coïncide avec celle d'autres élèves. L'enseignant précise que l'affiche collective est un outil précieux pour l'enseignant car elle permet de visualiser et de regrouper les représentations des élèves ainsi que de pouvoir être réutilisée par l'enseignant par la suite. D'un côté, le geste de l'enseignant envers l'interaction entre élèves et, de l'autre, sa prise de conscience pendant l'analyse par rapport à l'importance de l'élaboration d'un support synthétique afin de regrouper les représentations des élèves et de le réutiliser à la suite du scénario, nous amènent à considérer que l'hypothèse théorique sous-jacente concerne le cadre socioconstructiviste. Plus précisément, il s'agit de considérer que les interactions dans la classe permettent d'agir sur le processus de construction des connaissances. Cela peut être effectué par des échanges et des confrontations entre pairs à l'instar du conflit sociocognitif ou par les interactions avec l'enseignant. Nous ne restons pas sur ce qui a été mis

en œuvre dans la classe. L'enseignant exprime et décrit ce qui a été fait et ce qui devrait être fait et cette prise de conscience nous semble primordiale.

Le troisième type de tâche concerne le jeu de la « chasse au trésor ». L'enseignant clôture la tâche précédente en introduisant les élèves à la tâche suivante par la phrase : « maintenant on écrivait (dessin dans la classe) ... ensuite nous allons jouer (se rendre dans la salle de motricité) ». La technique utilisée se résume à la création d'un problème par l'enseignant que les élèves doivent résoudre. Il s'agit des doudous cachés dans la salle de motricité de l'école. Une partie d'élèves entre par petits groupes dans la salle de motricité et cherche dans le noir. Le reste des élèves patiente à l'extérieur de la salle accompagné par l'enseignant. Nous supposons que l'enseignant privilégie la mise en œuvre de cette tâche par groupe au lieu de l'effectuer en collectif comme il est proposé dans la fiche de préparation pour permettre à plus d'élèves de participer de manière active, élément qui nous amène à considérer que l'hypothèse théorique sous-jacente concerne le cadre socioconstructiviste. Par ailleurs, E1 souligne que la manipulation et l'expérimentation permettent à quasiment tous les élèves de participer par groupes. Cependant, il explique également qu'ils privilégient trop facilement le sens du toucher dans l'obscurité, autrement dit le tâtonnement, au sens de la vue.

Le quatrième type de tâche que nous repérons concerne un retour des élèves sur le problème rencontré dans la salle de motricité au moyen d'un échange oral entre élèves et enseignant en ce qui concerne les techniques utilisées précédemment par les élèves pour trouver les doudous. E1 explique qu'il s'agit d'une étape transitoire importante pour arriver à la prochaine tâche. Lors de cet échange oral les élèves sont amenés à réfléchir à l'expérience vécue dans la salle obscure et aux solutions possibles pour trouver les doudous qu'ils n'arrivent pas à trouver par le sens du touché. L'enseignant explique que malgré le scénario initial, il amène les élèves à penser également aux sources lumineuses car cela fait partie de leurs représentations initiales exprimées pendant la deuxième tâche lors de la mise en commun de leurs conceptions autour de la notion de la lumière. Ainsi, selon l'enseignant, ils pourront tester leurs représentations.

Le cinquième type de tâche concerne la répétition de la « chasse au trésor » avec les solutions envisagées avant de rentrer dans la salle de motricité. Les élèves effectuent la tâche d'abord au moyen d'une source lumineuse artificielle et ensuite en ouvrant petit à petit les volets de la salle. L'enseignant explique dans le guide complété que comme les élèves suggèrent plusieurs solutions et qu'ils les testent, cette tâche est « *un point d'appui futur pour caractériser la lumière en tant qu'unité autonome* » élément qui nous amène à considérer que l'hypothèse théorique sous-jacente concerne l'optique géométrique. E1 souligne que le rôle de l'enseignant est important par rapport à la manière qui oriente le débat. Par ailleurs, il explique que pendant la tâche il n'a pas réussi à approfondir « *la problématique que se passe-t-il lorsque la porte s'ouvre ?* » mais il propose qu'il serait judicieux de « *La reconduire avec un autre groupe* ».

Enfin, pendant le dernier type de tâche qui concerne un retour des élèves sur la tâche précédente, les élèves sont réunis dans la salle de motricité qui est éclairée cette fois-ci car les volets sont ouverts. La technique employée concerne une discussion orale avec les élèves afin de les amener à comparer la première et la deuxième chasse aux doudous. L'enseignant se focalise sur la facilité de trouver et de voir les doudous dans ces deux cas.

Tableau 20-La praxéologie didactique de E1 séance 1

Type de tâche <i>T</i>	Technique $\tau$	Technologie $\theta$	Théorie $\Theta$
T1 <sub>E1</sub> : Recueil des représentations	Question posée et dessin demandé Accompagnement verbal de l'enseignant	Attention portée aux mots utilisés par les élèves pour analyser en direct leur représentation. Possibilité pour l'enseignant d'orienter le débat sans pour autant induire des réponses des élèves.	La lumière est un concept complexe  Distinction entre concept quotidien et concept scientifique (Vygotski)
T2 <sub>E1</sub> : L'enseignant amène les élèves à effectuer une mise en commun des idées	Interrogation orale de certains élèves (mais tous ne sont pas interrogés par l'enseignant) L'enseignant note au tableau (affiche) certaines des réponses (mais aucune utilisation de cet écrit par la suite de la séance)	Production d'un document synthétique qui permet de visualiser clairement les représentations initiales des élèves afin que l'enseignant puisse utiliser la fiche de synthèse par la suite.	Cadre socioconstructiviste
T3 <sub>E1</sub> : L'enseignant amène les élèves à jouer la « chasse au trésor » version 1	Création d'un problème (doudous cachés dans une salle dans le noir)  Les élèves travaillent par petit groupe et cherchent dans le noir	La manipulation et l'expérimentation permettent au plus grand nombre d'élèves de participer.	Cadre socioconstructiviste
T4 <sub>E1</sub> : L'enseignant amène les élèves à effectuer un retour sur le problème rencontré à la tâche précédente.	Échange oral entre élèves et professeur à propos des techniques utilisées et possibles	Prise en compte des représentations initiales des élèves (et pour pouvoir les tester pendant la tâche)	Prise en compte des représentations initiales
T5 <sub>E1</sub> : L'enseignant amène les élèves à jouer la « chasse au trésor » version 2	Création d'un problème similaire : La salle étant d'abord dans le noir puis l'enseignant ouvre progressivement les volets	Caractérisation de la lumière en tant qu'unité autonome	Optique géométrique
T6 <sub>E1</sub> : Retour des élèves sur le problème rencontré à la tâche précédente.	Discussion orale	Comparaison des deux expériences par rapport à la facilité d'effectuer la tâche	Lumière et vision

### 3.1.5 Chronique de la mise en œuvre en classe-Séance 2

Dans cette partie, nous présentons le déroulement de la deuxième séance à travers des notes prises (tableau 21) pendant le visionnage de l'enregistrement vidéoscopique de cette deuxième séance. Ces notes concernent les étapes de la séance avec les tâches proposées par l'enseignant E1 et la transcription de dialogues entre l'enseignant et les élèves quand l'enseignant pose une question importante pour le déroulement de la tâche ou de la séance.

Tableau 21-Notes prises concernant la deuxième séance

<b>Vidéo S2</b> 04min30 sec la séance 2 commence
L'enseignant positionne sur le tableau les photos de nymphéas de Monet une après l'autre et demande aux élèves s'ils ont des remarques à faire
L'enseignant commence à aborder le sujet en parlant des couleurs de chaque tableau
L'enseignant invite les élèves à observer le premier tableau et à le comparer aux autres : « Par rapport au premier tableau, par rapport à la lumière il y a des choses qui changent, qui sont pareilles ? »
8min 25sec Quand l'enseignant invite les élèves à observer le troisième tableau un élève dit « il fait nuit » L'enseignant demande : « Qu'est-ce qui fait penser qu'il fait nuit ? » Les élèves parlent de : matin, midi, soir, de sombre, de plus foncé. L'enseignant de son côté pose beaucoup de questions en essayant de faire parler les élèves de la lumière
11min 30sec L'enseignant rajoute l'information que Monet a peint les tableaux à la fin de sa vie en ayant une maladie qui le rendait aveugle : « il faisait de plus en plus sombre dès qu'il n'y avait pas de la lumière il ne pouvait pas voir, il voyait de moins en moins bien »
12min 34sec L'enseignant demande aux élèves de classer les tableaux par ordre (du tableau que Monet a peint en premier jusqu'au tableau qu'il a peint en dernier) Les élèves doivent également commenter à quel moment de la journée il a peint chaque tableau
13min 40sec L'enseignant demande aux élèves : « la lumière elle est comment le matin ? » Les élèves répondent par différentes couleurs L'enseignant répond : « la lumière elle a une couleur ? » Réponse d'élève : « Oui le matin elle est jaune » Réponse d'élève : « et le soir elle est plutôt orange »
14min 50sec L'enseignant commente en montrant les différents tableaux : « C'est la lumière qui change. La lumière qui pour ce tableau elle était changeante, lui sur ce tableau bah il a peint ce qu'il voyait avec la lumière qui en avait là, il y avait une lumière là, il y avait une autre là, une autre là...la nuit bah il y avait aussi une lumière avec...il était très fort »
15min 26sec Les élèves forment des groupes pour travailler sur le tri d'images. L'enseignant explique les consignes : « ...Vous allez trier celles qui vous font penser à la lumière et celles qui ne nous font pas penser à la lumière » <i>Commentaire : Partie travail en groupe ce n'est pas très bien filmé. On ne peut pas entendre ce dont les élèves de chaque groupe discutent pour faire leur tri, on ne peut pas entendre ce que l'enseignant dit aux élèves de chaque groupe quand il fait le tour pour aider les élèves, classe trop bruyante.</i>
22min 35sec L'enseignant invite un élève de chaque groupe à aller afficher au tableau une photo qui lui fait penser à la « lumière »
23min 20sec Les choix des élèves : <ul style="list-style-type: none"> <li>○ La tour Eiffel qui « fait » de la lumière</li> <li>○ Des palmiers et la plage parce que c'est la « lumière » du ciel</li> <li>○ Une torche à gaz</li> <li>○ Un chat « parce qu'il y a du blanc autour dans la photo »</li> <li>○ Une banane « parce qu'il y a plein de blanc dans la photo »</li> </ul>
25min 50sec L'enseignant invite un élève de chaque groupe au tableau pour aller afficher une image qui ne fait pas penser à la notion de la lumière : « On va faire la même chose avec une photo qui ne vous dit pas lumière »

<p>26min 10sec</p> <p>Les choix des élèves :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ L'orage, l'enseignant demande : « pourquoi ? qu'est-ce qui empêche la lumière ? » un élève répond : « les nuages »</li> <li>○ La nuit parce qu'il y a plus de noir que de bleu (<i>beaucoup de bruit dans la classe on ne peut pas bien entendre la réponse de Joseph</i>)</li> <li>○ Image sombre avec de la lumière</li> <li>○ La même photo que Joseph</li> </ul>
<p>29min 35sec</p> <p>L'enseignant demande aux élèves de s'asseoir de nouveau sur la ligne bleue et il récapitule en montrant sur les tableaux chacune des photos choisies par les différents groupes :</p> <p>« Lumière parce qu'il y avait du blanc, parce que la Tour Eiffel est illuminée, parce que le ciel était bleu, parce que la torche faisait de la lumière »</p> <p>« Pas lumière là c'est sombre, là il y a plus de noir que de bleu, là c'est l'orage c'est des nuages qui nous cachent la lumière, là le doudou lui fait penser à la nuit »</p>
<p>32min 45sec</p> <p>L'enseignant demande « Elle vient d'où la lumière que nous avons maintenant dans la salle ? »</p> <p>Tom : Comme la vitre est invisible on voit les nuages</p> <p>E1 : Là, la lumière elle vient d'où à ton avis là ?</p> <p>Tom : De l'espace</p> <p>E1 : ça c'est l'explication de Tom. Est-ce que quelqu'un a une autre idée ? Elle vient donc que des vitres ?</p> <p>Paul : Les vitres sont invisibles et on voit les nuages, le soleil qui fait de la lumière ...</p> <p>E1 : Les vitres ne sont pas invisibles elles sont transparentes...</p>
<p>37min 00sec</p> <p>E1 : Est-ce que vous vous rappelez, hier quand on a fait la chasse aux doudous. Dès qu'on a ouvert un tout petit peu les volets, qu'est-ce qui s'est passé ?</p> <p>Joseph : Il y avait de la lumière</p> <p>Paul : Il y avait un tout petit peu de la lumière</p> <p>E1 : Elle passait par où cette lumière ?</p> <p>Joseph : Elle passait par les vitres. Elle s'était cachée par les volets</p> <p>E1 : Quand on a fait la chasse aux doudous qu'est-ce qui s'est passé ? la lumière elle est arrivée petit à petit elle passait où ?</p> <p>Joseph : Par les vitres par les petits trous</p> <p>E1 : Par les petits trous de quoi ?</p> <p>Joseph : Des volets</p> <p>E1 : Et qu'est-ce qu'on voyait ? qu'est-ce que ça donnait sur la salle ?</p> <p>Tom : De la lumière</p> <p>E1 : Elle venait comment cette lumière ? (<i>L'enseignant fait un geste avec la main qui désigne une ligne droite</i>) ça vous faisait penser à quoi ?</p> <p>Tom : Au soleil</p> <p>E1 : Si vous avez regardé bien on voyait quelque chose qui arrivait et il était comment ce rayon ?</p> <p>Joseph : Rond et il était très long en tube</p> <p>E1 : Ah en tube. Et le tube il était tordu, pas tordu ?</p> <p>Joseph : Il était droit</p> <p>E1 : Est-ce que quelqu'un a vu la même chose que Joseph ? (<i>Personne répond</i>) donc normalement si je vous montre une image est-ce que vous êtes capables de dire lumière-pas lumière ? La lumière elle vient... ?</p> <p>Paul : Elle vient de la batterie ?</p> <p>Joseph : Je sais du feu</p> <p>E1 : On va s'arrêter là pour ce matin</p> <p>39min 00sec l'enseignant demande aux élèves de ramasser les images et regarde ses notes</p>
<p>41min 00sec</p> <p>L'enseignant demande aux élèves de s'installer au milieu de la salle et il reprend le cours en disant « moi je voudrais donner une définition de la lumière »</p>

Les élèves parlent « d'ampoule », « d'électricité », « le soleil apporte la lumière »  
L'enseignant repose la question « Qu'est-ce que vous diriez aux moyens que c'est la lumière ? Qu'est-ce que vous donneriez comme explication sur la lumière ? »  
Paul : La lumière c'est le soleil  
Julia : L'éolienne envoie de la lumière

43min 14sec  
E1 : « Est-ce que là il y a de la lumière ? » (*Dans la pièce, les élèves répondent « non »*) Comment ça se fait qu'il y a de la lumière ? »  
Joseph : Le soleil c'est une géante étoile  
E1 : Alors tu ne me réponds pas. Qu'est-ce qui fait de la lumière  
Joseph : La géante étoile est plus proche que les autres, donc elle fait plus de lumière que les autres  
E1 : Est-ce qu'on a tout autour de nous de la lumière ?  
Quelques élèves répondent « Oui » et quelques élèves répondent « non »  
E1 : Alors qu'est-ce qui nous apporte la lumière ?  
Tom : L'étoile... (*inaudible*)  
E1 : Qu'est-ce que c'est que cette lumière que nous envoie l'étoile ?  
Joseph : Je sais ! je sais ! c'est un trou noir  
E1 : Les trous noirs ? Est-ce qu'on a parlé de trous noirs là ?  
Le trou noir qui absorbe de la lumière absorbe quoi ? qu'est-ce qu'on a dit avec les volets ? qu'est-ce qui se passait quand j'ouvre un peu les volets ? qu'est-ce qu'on a vu ?  
Paul : Bah un petit peu de lumière  
E1 : Alors elle est sous quelle forme ? comment vous la voyiez cette lumière ?  
Tom : Par les yeux  
E1 : Oui on la voit par les yeux. Qu'est-ce qu'on a vu ? qu'est-ce qu'il a dit Joseph ? qu'elle ressemblait à quoi ?  
Joseph : A un tube qui n'était pas écrasé du tout  
E1 : Une sorte de tube...  
Tom : Géant  
E1 : Alors est-ce que ça peut faire une définition ? bon ...On va s'arrêter là

Fin min 45

La prise de notes concerne le visionnage de l'enregistrement vidéoscopique dans la classe de E1 (Vidéo S2). A l'aide de ces notes, nous avons repéré les tâches effectuées par E1 dans la classe et les techniques  $\tau$  qu'il emploie lesquelles sont présentées ensuite sous forme de tableau. De plus, nous basons sur ces notes pour préparer l'entretien d'autoconfrontation et interroger l'enseignant sur sa pratique.

L'enseignant E1 commence la séance par les tableaux des Nymphéas. Il laisse les élèves regarder les photos des différents tableaux et ensuite il leur demande s'ils ont des remarques à faire. E1 fait référence aux couleurs des tableaux et les élèves commentent selon ce paramètre. Ensuite, il leur demande de classer les différentes photos par rapport au moment de la journée auquel chaque tableau correspond ainsi que par rapport à l'ordre auquel Monet les a peints compte tenu de la maladie des yeux qui impactait sa faculté de voir. Puis, les élèves passent au tri des images par groupe selon les consignes de E1. Ils sont amenés à classer les images en fonction de celles qui leur « font penser à la lumière » et celles qui « ne leur font pas penser à la lumière ». Quelques minutes après que les élèves travaillent par groupe, E1 incite un membre de chaque groupe à afficher une image sur le tableau de la première catégorie et puis de la deuxième. L'enseignant pose des questions sur les choix des élèves. Puis, une discussion est entamée concernant la lumière dans la salle et sa provenance. L'enseignant commence par cette observation directe pour amener les élèves à l'expérience vécue par rapport à la chasse aux doudous.





Figure 24-Le tableau de la classe à la fin de la deuxième séance

### 3.1.6 Présentation du « guide d'analyse » complété par E1-Séance 2

Dans cette partie, nous présentons le guide d'analyse complété par E1 pour la deuxième séance. Ce document a été conçu afin de le guider pour effectuer sa propre analyse de la séance. Comme nous l'avons déjà souligné, ce document (présenté dans le sous-chapitre 2.7 de la troisième partie de cette thèse) est divisé en deux tableaux. Dans le premier tableau (tableau 22), l'enseignant doit revoir et comparer les objectifs de la deuxième séance comme prévu dans la fiche de présentation avec le modèle précurseur que nous mettons à sa disposition dans l'introduction du « guide d'analyse ». Ensuite, dans la deuxième partie du guide (tableau 23), après avoir visionné la vidéo de la deuxième séance, il doit compléter le deuxième tableau concernant les objectifs des tâches de cette deuxième séance comme elles ont été proposées par le groupe et les objectifs des tâches telles qu'il les a effectuées en classe. Plus concrètement, nous rappelons que l'enseignant est amené à réfléchir en deux temps : par rapport au modèle précurseur et la fiche de préparation et par rapport à la fiche de préparation et ce qui a été fait dans la classe. Ces deux moments d'analyse fonctionnent comme un rappel pour le modèle précurseur et demandent à l'enseignant de se rendre compte de ce qui a été proposé par le groupe et ensuite ce qui a été véritablement fait en classe. Ainsi, nous faisons l'hypothèse que si d'un côté le groupe a respecté les grandes lignes directives du modèle précurseur et a pu l'intégrer

dans le scénario proposé, et de l'autre si l'enseignant a respecté ce scénario, les élèves pourront probablement construire un modèle précurseur dans leur pensée à la fin de la séquence.

En ce qui concerne les objectifs liés au modèle précurseur comme nous l'avons précisé à l'analyse de la séance précédente, les élèves doivent comprendre que la lumière est une entité autonome dans l'espace et différencier la notion de la lumière de la source lumineuse afin qu'ils construisent un modèle précurseur sur la lumière. De son côté, l'enseignant note ces éléments sur le tableau (tableau 22) par rapport aux objectifs du modèle précurseur.

*Tableau 22-Focus sur modèle précurseur - fiche de préparation de la Séance 2*

Axes d'observation	Points d'appui	Points qui interrogent
Objectifs du modèle précurseur	Comprendre que la lumière est une entité autonome Différencier lumière et source lumineuse	Les enfants ont une perception du sujet d'étude : la lumière. Il faut désormais réussir à se rapprocher du modèle précurseur
Objectifs de 1 <sup>ère</sup> tâche	Montrer des images des Nymphéas de Monet et observer les différences de luminosité	
Objectifs de la 2 <sup>ème</sup> tâche	Tri d'images évoquant la lumière	Pertinence des critères de tri ?
Objectifs de la 3 <sup>ème</sup> tâche	Chasse aux doudous	Rappel de la séance pour faire émerger la notion de source lumineuse
Commentaires personnels		

E1 note dans le tableau 22 que dans cette deuxième séance, les élèves ont déjà une première approche sur le sujet, liée à la première séance et que pendant la deuxième séance ils doivent se rapprocher du modèle précurseur en termes d'objectifs d'apprentissage. Ensuite, E1 complète les objectifs de chaque tâche telles qu'elles ont été proposées dans la fiche de préparation. Il semble que E1 s'interroge sur la pertinence des critères du tri d'images proposé par le groupe en tant que deuxième tâche pendant cette séance. Enfin, à la dernière tâche, E1 marque l'importance d'effectuer un rappel de la séance afin de souligner la notion de source lumineuse.

*Tableau 23-Focus sur fiche de préparation – 2<sup>ème</sup> séance dans la classe*

Axes d'observation	Points d'appui	Points qui interrogent
Objectifs des tâches proposées	Comprendre que la lumière est une entité autonome Différencier lumière et source lumineuse	
Objectifs réalisés en classe de la 1 <sup>ère</sup> activité	Observer les différences de lumière entre les tableaux des nymphéas de Monet	Les enfants perçoivent la différence de luminosité. Ils évoquent des couleurs.

		Les mots jour/nuit sont prononcés. Est-ce à dire qu'ils perçoivent la notion de source lumineuse ?
Objectifs réalisés en classe de la 2 <sup>ème</sup> activité	Tri d'images évoquant la lumière	Critères de tri
Objectifs réalisés en classe de la 3 <sup>ème</sup> activité		
Commentaires personnels		

Dans le tableau 23 complété par E1 par rapport à la séance mise en œuvre dans sa classe, nous observons les points d'appui et les points qui l'interrogent concernant les objectifs réalisés à chaque tâche. En premier lieu, quant à la première tâche, l'enseignant considère que les élèves ont observé « les différences de lumière » entre les différents tableaux de Nymphéa. Pourtant, il s'interroge sur le lien entre les mots « jour » et « nuit » qui sont prononcés par les élèves et la perception de la notion de la source lumineuse. Enfin, E1 n'a pas complété la colonne concernant les objectifs réalisés de la troisième tâche.

### 3.1.7 Analyse de l'entretien d'autoconfrontation simple -Séance 2

Nous présentons ici quelques éléments de l'entretien d'autoconfrontation simple que nous avons effectué avec l'enseignant E1 pour la mise en œuvre de la deuxième séance sur l'enseignement de la notion de la lumière. Dans cet entretien d'autoconfrontation, nous repérons les éléments de justification de la pratique de l'enseignant E1 afin de compléter sa praxéologie didactique. D'abord, concernant la première tâche et les différents tableaux de Monet, l'enseignant considère qu'en faisant référence à la notion de luminosité et des couleurs, il aide les élèves à comprendre les différences entre les tableaux. L'enseignant explique que l'intensité de la source lumineuse joue un rôle important sur les effets de la lumière qu'on perçoit. Il semble qu'il amène les élèves à réfléchir quand ils regardent tous les tableaux s'il fait jour ou nuit afin de réintroduire la notion de soleil et afin de faire le lien avec la séance précédente. Il souligne que de cette manière il pourra probablement arriver à la construction du modèle précurseur. :

*« Bah on va parler de luminosité après...Et à partir de là... fin c'est ce qui va leur permettre de voir la différence donc... ah je pensais plutôt une idée de spectre lumineux tu vois voilà donc quand on va voir à la suite... là ils se repèrent par rapport à la...c'est la différence de couleur qui leur permet de dire on va aller vers le mot jour et nuit à la vidéo quoi » , «Bah il y a la notion de la source lumineuse qui va intervenir quoi selon l'intensité de la source on ne voit pas la même chose donc après ils vont bien voir qu'il y a une source lumineuse et après il y a la lumière je pense que je parle de couleurs parce que tu vois la couleur bah selon l'intensité de la source tu ne vois pas la même chose, la même couleur, la même...donc...alors et les mots jour-nuit bah ça fait aussi référence au soleil qu'ils avaient aussi à la première séance, fin la lumière pour eux il y avait une histoire de soleil au-delà de l'ampoule et de l'électricité. Le*

*soleil donc je me dis que peut être en travaillant là-dessus on va arriver vers le modèle précurseur ».*

Pendant le déroulement de la première tâche, l'enseignant interroge les élèves autour des couleurs des tableaux de Monet. Comme il nous a expliqué, la notion de couleur, selon lui, pourra amener les élèves à faire le lien avec les notions de « jour » et de « nuit » et ainsi avec la notion de « soleil ». Quand les élèves commencent à voir les différentes couleurs sur les tableaux, E1 explique qu'il considère qu'à ce moment les élèves voient le lien entre la notion de « lumière » et de « couleur » : *« Tu vois là ils commencent à parler de couleur il y a un peu de marron et ça va tout partir là-dessus il va avoir le marron, il va avoir le rouge et je pense que c'est là qu'ils voient fin je pense dans leur esprit la lumière et la couleur il y a un lien ».* Ensuite, E1 explique que les conceptions des élèves concernant la couleur, le jour et la nuit, sont influencées par leur environnement proche, chose qui les empêche probablement de reconnaître l'existence de la lumière blanche : *« Tu vois c'est ce qu'on disait qu'ils ont quand même de choses qui sont... fin des stéréotypes quand il fait jour c'est bleu, c'est le ciel noir c'est la nuit, mais bon ça c'est dans les albums aussi quand tu regardes c'est des visions qu'on leur enseigne donc après ils se réfèrent à ça il n'y a pas de lumière blanche quoi ».* Enfin, E1 considère que cette première tâche de la deuxième séance est préparatoire pour la tâche suivante et plus particulièrement, pour le tri d'images. Il considère que l'objectif de la première tâche a été atteint, et que les élèves par petits groupes, devaient être prêts à trier les images : *« Après moi ce que je voyais c'est qu'on avait quand même atteint l'objectif, le premier objectif qui était la lumière jour-nuit fin de commencer à voir des choses, à voir des éléments de se centrer vraiment sur la lumière et la source lumineuse donc moi...de toute façon c'est préparatoire au tri d'images si on n'a pas cette activité là je pense qu'on ne peut pas les amener à trier des images en disant il y a de la lumière, il n'y a de pas lumière quoi. Alors est-ce que ça va fausser leur tri après ? bah il faudra voir ! ».*

En ce qui concerne la deuxième tâche, E1 explique que finalement la pertinence du choix des images est interrogée car les élèves pourraient souvent considérer comme « image qui évoque la lumière » une photo montrant une source lumineuse : *« Après il faut voir si on a été pertinents au choix des images proposées quoi. Peut-être s'il y avait une lampe torche il aurait fallu peut-être l'écarter pour être sûr de ne pas créer de confusion...fin après tu...voir qui...pas induire leurs réponses mais donner des moyens pour avoir une réponse cohérente quoi ».* « Après tu vois au choix des photos il aurait fallu être plus pertinent. Par exemple on aurait pu choisir des photos il y a une technique des photos tu sais où tu mets beaucoup d'éclairage et quand tu prends la photo t'as l'impression d'être en pleine nuit mais les visages ressortent un peu comme le Caravage là. Est-ce qu'on n'aurait pas pu mettre des photos comme ça où il y a du noir mais la source lumineuse est tellement forte que...et là peut être qu'on aurait pu aller un peu plus loin dans les explications ». Il apparaît que ce type de tâche a été proposé par le groupe car il s'agit d'une pratique habituelle des enseignants. Il semble que ces derniers proposent un tri d'images d'une manière générale indépendamment du sujet d'étude, en raison de sa facilité de mise en œuvre et afin de proposer une tâche de manipulation aux élèves qui, comme E1 le souligne, ont besoin de manipuler pour comprendre : *« Bah elle est facile à mettre en œuvre quoi et puis il y a de la manipulation quoi c'est aussi de la manipulation... fin ils ont besoin de*

*manipuler aussi pour comprendre un peu certaines choses donc on associe souvent la manipulation au tri d'images oui c'est vrai que c'est facile ».*

E1, à la fin de la deuxième séance, s'interroge sur l'ajout éventuel d'une séance supplémentaire qui concerne les sources lumineuses dans un but d'amélioration du scénario présent. Selon lui, les élèves ont fait un faible progrès comparé à la séance précédente. Enfin, il propose de retravailler sur les conceptions des élèves en utilisant la vidéo de cette deuxième séance : *« Est-ce qu'on atteint, c'est toujours le même objectif de toute façon : source lumineuse et lumière... Bah on n'a pas avancé, ça reste encore un peu confus dans leur tête. Ils ont quand-même la notion, tu vois quand Tom dit que la lumière vient de l'espace, ça globalise un peu la notion de source lumineuse mais il faudrait leur apporter... c'est pour ça j'ai pensé voir comment dans une séance on peut leur montrer qu'il y a des sources lumineuses... la notion de... fin tu vois quand on fait des expériences en optique quand tu ouvres un petit peu il y a plein de lumière qui arrive ou je sais pas moi, je verrais bien tu vois une séance. Alors est-ce que... parce que je ne les avais pas les séances sur les ombres, ont permis d'éclaircir ça par opposition ? Je ne sais pas. Et dans ce cas-là il y aura pas besoin de séance intermédiaire, mais moi ce que je trouve là à l'issue de ça, ce qu'ils ont quand même par rapport à la première séance... bon est-ce qu'on a le modèle précurseur je pense pas... mais ils sont quand même sur la notion de lumière et ils commencent à se poser des questions quoi... il y a la couleur, le jour et la nuit il y a plein de choses confuses mais est-ce qu'on les oriente comme tu dis en rebondissant sur des questions en repassant tu vois si on repasse la vidéo et après on reprend peut-être qu'on peut les relancer sur des questions comme ça, ça peut être la séance supplémentaire. De repartir de la réponse de Tom « tu as dit que la lumière vient de l'espace alors qu'est-ce que t'as voulu dire là » voilà. ».*

### 3.1.8 La présentation de la praxéologie didactique de E1-Séance2

Nous procédons de la même manière que pour la séance 1 pour construire la praxéologie didactique de E1 ( $T'_{E1}/\tau/\theta/\Theta$ ) que nous présentons dans le tableau 24 ci-dessous pour la séance 2. Cependant, les éléments de réflexion proposés par E1, à la suite d'une première analyse de sa part par le biais du guide d'analyse et d'une deuxième analyse par l'entretien d'autoconfrontation de la deuxième séance, s'avèrent assez peu développés.

Le premier type de tâche  $T1'_{E1}$  que nous avons repéré concerne l'observation de la lumière sur une série d'œuvres d'art au moyen d'une question posée aux élèves. Plus précisément, la tâche concerne l'observation de la série artistique des Nymphéas de Monet. L'enseignant demande aux élèves *« Par rapport au premier tableau, par rapport à la lumière il y a des choses qui changent, qui sont pareilles ? »*. A partir de cette question, une discussion s'entame autour des couleurs des tableaux et de la lumière par rapport aux tableaux qui semblent plus lumineux et aux différents moments de la journée. E1 relance les élèves plusieurs fois pendant la discussion afin de revenir sur la question de la lumière. Ensuite, les élèves classent ces œuvres d'art selon certains critères prononcés par l'enseignant. E1 commence par annoncer aux élèves que Monet souffrait d'une maladie des yeux *« il faisait de plus en plus sombre dès qu'il n'y avait pas de la lumière il ne pouvait pas voir, il voyait de moins en moins bien »* et invite les élèves à classer ces œuvres par ordre chronologique par rapport à cette maladie et par rapport aux moments de

la journée où les élèves pensent que chaque tableau a été peint. La technologie qui semble justifier la technique de E1 se résume à l'idée que, d'un côté, une discussion autour des couleurs pourrait amener les élèves à réfléchir par rapport à la source lumineuse et, de l'autre, une discussion autour des différents moments de la journée à l'instar du jour et de la nuit pourrait amener les élèves à penser plus précisément au soleil. Cette analyse relative au soleil pour l'enseignant est liée à la construction d'un modèle précurseur sur le concept de lumière (*Le soleil donc je me dis que peut-être en travaillant là-dessus on va arriver au modèle précurseur*) et aide les élèves à faire le lien avec la séance précédente. La technologie qui justifie la technique du classement des œuvres d'art concerne la préparation de la tâche suivante car, selon l'enseignant, cette tâche est considérée comme préparatoire pour le tri d'images. D'un point de vue théorique, l'enseignant s'appuie sur l'idée que l'intensité de la source lumineuse joue un rôle important sur les effets de la lumière qu'on perçoit et fait le lien entre les couleurs et le spectre lumineux. Il semble également que son intention de revenir sur le soleil et les sources lumineuses fait pour lui partie de l'optique géométrique. Depuis le début de cette première tâche, le concept de lumière est contextualisé différemment par l'enseignant. Ce dernier n'utilise plus le mot « lumière » dans un contexte scientifique car il fait référence à la « lumière » sur les tableaux de Monet. Nous considérons qu'il y a une intention de faire le lien entre ce qui est observé sur les tableaux et la vie quotidienne (jour/nuit etc.) pour aborder ce concept scientifique. Cependant, pendant l'entretien d'autoconfrontation, il semble considérer que cette différence de contextualisation pourrait former une difficulté pour les élèves. En effet, il explique que certains stéréotypes (*quand il fait jour c'est bleu, c'est le ciel noir c'est la nuit, mais bon ça c'est dans les albums aussi quand tu regardes c'est des visions qu'on leur enseigne donc après ils se réfèrent à ça il n'y a pas de lumière blanche quoi*) empêchent les élèves de penser à l'existence de la lumière blanche.

En ce qui concerne le T2'<sub>E1</sub>, E1 distribue quelques images (annexe 8) et propose aux élèves de les regrouper en celles qui évoquent la lumière et celles qui ne l'évoquent pas. La technique utilisée concerne le tri de ces images et les élèves l'effectuent en groupe. La technologie qui justifie la technique utilisée, selon E1, est liée à une pratique habituelle des enseignants et sur l'importance de la manipulation *« et puis il y a de la manipulation quoi c'est aussi de la manipulation... enfin ils ont besoin de manipuler aussi pour comprendre un peu certaines choses donc on associe souvent la manipulation au tri d'images »*. Ces éléments nous amènent à considérer que l'hypothèse théorique sous-jacente concerne le cadre socioconstructiviste.

Le troisième type de tâches T3'<sub>E1</sub> concerne la mise en commun de la tâche précédente en demandant à un représentant de chaque groupe de venir au tableau et d'afficher un exemple de chaque catégorie : dans la première partie de la tâche, une image qui correspond à la catégorie « lumière » et dans la deuxième partie de la tâche, une image qui correspond à la catégorie « pas de lumière ». E1, parlant des images proposées pour le tri, souligne l'importance du choix du matériel pédagogique afin de donner aux élèves les moyens nécessaires pour argumenter sur leurs choix *« ...pas induire leurs réponses mais donner des moyens pour avoir une réponse cohérente quoi »*, *« Est-ce qu'on n'aurait pas pu mettre des photos comme ça où il y a du noir mais la source lumineuse est tellement forte que...et là peut-être qu'on aurait pu aller un peu plus loin dans les explications »*.

Pendant le dernier type de tâche T4'<sub>E1</sub>, l'enseignant effectue une synthèse de la séance. Sa technique contient deux parties. D'abord, il pose la question *« Elle vient d'où la lumière que nous avons maintenant dans la salle ? »*. Après avoir échangé avec les élèves, il leur demande

de se rappeler de l'expérience vécu pendant la chasse aux doudous à la première séance « *Est-ce que vous vous rappelez, hier quand on a fait la chasse aux doudous. Dès qu'on a ouvert un tout petit peu les volets, qu'est-ce qui s'est passé ?* » et puis il les invite à proposer une définition. La technologie qui justifie la technique employée par E1, selon le tableau 22, concerne l'intention de l'enseignant à faire émerger la notion de source lumineuse, élément qui nous amène à considérer que l'hypothèse théorique sous-jacente implique l'optique géométrique. A la fin de la séance, l'enseignant essaie de synthétiser le savoir concernant le concept de lumière, autrement dit il se focalise sur l'institutionnalisation de ce savoir. Comme nous l'avons déjà souligné, selon Chevallard (2002a) toute praxéologie didactique relative à un élément repose sur six moments et le moment d'institutionnalisation fait partie de ces moments.

Tableau 24-Praxéologie didactique de E1 séance 2

Type de tâche <i>T</i>	Technique $\tau$	Technologie $\theta$	Théorie $\Theta$
T1 <sub>E1</sub> : L'enseignant amène les élèves à observer la « lumière » sur plusieurs œuvres d'art et les classer selon des critères.	Question posée aux élèves.  Discuter collectivement (élèves assis devant le tableau) sur celles qui évoquent la lumière et celles qui n'évoquent pas la lumière.  Demander des explicitations.  Relancer les élèves  Classer les tableaux par ordre (quel tableau a été peint en premier jusqu'au tableau fait en dernier).  Commenter à quel moment de la journée chaque tableau a été peint.	Perception de la différence de luminosité  Considération de cette tâche est comme préparatoire pour le tri d'images  Lien entre couleur et intensité de source lumineuse  Lien entre le jour et la nuit avec l'influence de l'environnement proche des élèves sur leurs conceptions  Réintroduction de la notion de soleil (lumière en tant qu'entité distincte)	Intensité de source lumineuse et vision    Le spectre de la lumière  Concept quotidien concept scientifique  Optique géométrique
T2 <sub>E1</sub> : L'enseignant amène les élèves à procéder au regroupement des images qui évoquent la lumière de celles qui ne l'évoquent pas.	Trier des photographies avec des paysages ou des objets selon des critères. Travailler par groupe d'élèves assis autour de leurs tables.	Pratique professionnelle existante des enseignants	Cadre socioconstructiviste
T3 <sub>E1</sub> : L'enseignant amène les élèves à effectuer une mise en commun du travail de chaque groupe.	Demander à un élève de chaque groupe d'afficher au tableau une photo « de lumière ». Demander à un élève de chaque groupe d'afficher au tableau une photo « pas de lumière ».	Importance sur le choix du matériel pédagogique	
T4 <sub>E1</sub> : L'enseignant amène les élèves à	Question posée, observation dans la classe.	Institutionnalisation	Théorie Anthropologique du Didactique

effectuer une synthèse de la séance	Question posée concernant la séance 1  Demander et/ou construire une définition collective de la lumière.	Rappel de la séance 1 pour faire émerger la notion de source lumineuse	Optique géométrique
-------------------------------------	---	--	---------------------

## 3.2 La praxéologie didactique de l'enseignant pour l'ombre

Pour construire la praxéologie didactique de l'enseignant E1 pour l'enseignement de la notion d'ombre, nous visualisons d'abord l'enregistrement vidéo de la troisième, puis de la quatrième séance et nous prenons des notes (tableau 25) en ce qui concerne le déroulement de chaque séance, les consignes données par E1 aux élèves et la mise en œuvre en classe du scénario par l'enseignant. Nous cherchons à identifier les tâches  $T_{E1}$  effectuées et la technique  $\tau$  employé par E1. Ensuite, nous repérons dans le guide d'analyse de la troisième, puis de la quatrième séance, qui est complété par E1 et dans la transcription de l'entretien d'autoconfrontation simple de chaque séance, les éléments de justification de l'enseignant qui concernent la technologie  $\theta$  et la théorie  $\Theta$  derrière sa pratique.

### 3.2.1 Chronique de la mise en œuvre en classe-Séance 3

*Tableau 25-Notes prises concernant la troisième séance*

Début de la séance 2min 00sec
2min 24sec Question posée par E1 : « Qu'est-ce que c'est pour vous une ombre ? » Réponses des élèves : « avec de la lumière et quelque chose comme ma main qui fait une statue et bah l'ombre fait pareil », « avec de la lumière », « le soleil on met quelque chose et bah ça représente la même chose sauf par terre en noir » (quelques enfants répètent « c'est ce que j'allais dire », « moi aussi »), « en fait l'ombre c'est quelqu'un qui se met dedans il y a un peu de lumière, un peu de noir et ça fait la même chose », « la lumière vient à côté de Lou en fait ça bloque la lumière et après ça fait une ombre parce qu'on bloque la lumière l'ombre est fraîche » (elle est froide), « on se met dans un endroit, on se met face au soleil dans un endroit et après notre ombre elle est là », « le toit du préau ça fait de l'ombre avec », « la nuit quand on allume la lumière ça fait des ombres »
L'enseignant invite de nouveau les élèves à répondre à sa question (quelques-uns ne répondent pas du tout, quelques-uns expliquent qu'ils sont d'accord avec un avis précédemment exprimé
9min 20sec « On va passer à la partie plus intéressante... » l'enseignant explique les consignes, les élèves se mettent par deux devant la porte et sortent dans la cour pour faire le contour de l'ombre de leur camarade.
Passage de 4 caméras dans la classe sur deux caméras à main à l'extérieur !



(Camera K 3-00001)

L'enseignant explique les consignes :

-en ce qui concerne la manière dont les élèves doivent se placer (« on regarde tous face à la sortie »)

-il montre un exemple (« je vous montre avec Lucie après vous pouvez faire », « Lucie tu fais le contour de mon ombre ») : une élève lui fait le contour de l'ombre et puis il fait le contour de Lucie

2min 20sec « vous voyez il y a deux ombres à dessiner » (il parle du contour)

3min 00sec Les élèves se placent partout dans la cour par binôme et tracent les ombres (ils ne rencontrent pas de grande difficulté à tracer le contour)

L'enseignant fait le tour et il s'approche des binômes qui l'interpellent.

Durée de la tâche : 5 min

(Camera 3-00002)

L'enseignant demande aux élèves de se rassembler et il pose la question « Qu'est-ce qui s'est passé Julien tu peux nous expliquer ? », « Tu étais avec qui ? », « Tu as vu quoi alors ? », « Pour l'ombre qu'est-ce que s'est passé ? », « Est-ce que vous avez eu une ombre ? », « Si tu allais sur le préau est-ce que tu aurais une ombre ? » (Il répond non)

Il demande aux autres élèves : « L'ombre elle était où ? », « Tu vois moi je suis en statue l'ombre elle est où ? », « à votre avis est-ce que vous avez une idée pourquoi elle est derrière ? »

L'enseignant tourne dans différentes positions et il laisse les élèves observer ce qui se passe avec son ombre.

Élève : Toujours pareil

E1 : Toujours pareil où ça change ?

Élève : Toujours pareil

E1 : Est-ce que mon ombre change de place ?

Élève : Elle change de position

E1 : Pourquoi l'ombre elle est derrière ?

*Les élèves n'arrivent pas à donner une réponse cohérente.*

E1 : Est-ce que l'ombre elle est fraîche ? Est-ce que ça bloquait la lumière ?

Élève : Les trous noirs aspirent la lumière.

E1 : Est-ce qu'on a des trous noirs là ? non

Élève : S'il y a un trou noir au soleil

*L'enseignant ne répond pas et il explique les consignes de cet après-midi (les élèves retourneront tracer leur ombre.)*

À 14h00 dans la classe :

L'enseignant redonne les consignes (il faut former le même binôme, se placer dans le même endroit qu'à 11h, observer ce qui se passe avec l'ombre pour donner plus d'information à sa question du matin (Qu'est-ce que c'est une ombre ?) et il montre le tableau où il avait noté les réponses des élèves.

<p>Les élèves ont une difficulté à se remettre dans la même position et au même endroit que le matin. L'enseignant fait le tour pour répéter les consignes aux élèves et leur préciser ce qu'il faut faire. (Exemple camera 1- 00005)</p> <p>Ce binôme a facilement tracé le contour de l'ombre à 11h</p> <p>A 14h après avoir eu les consignes, les deux élèves n'arrivent pas à bien se positionner pour le deuxième contour de l'ombre. L'enseignant passe une première fois pour rappeler les consignes, ils semblent ne pas avoir compris, un peu plus tard l'enseignant repasse voir le binôme, il positionne l'élève au bon endroit et il demande à son binôme :</p> <p>E1 : Elle est où son ombre ?</p> <p>Élève : Là</p> <p>E1 : Est-ce qu'elle est pareil que tout à l'heure ?</p> <p>Élève : Non</p> <p>E1 : Qu'est-ce qui change ?</p> <p>Élève : le soleil (2 min 24sec)</p> <p>E1 : Qu'est-ce qui est changé dans l'ombre ? Est-ce qu'elle est plus grande ? plus petite ?</p> <p>Élève : Plus petite</p> <p>E1 : Est-ce qu'elle est dans le même endroit ?</p> <p>Élève : Non</p> <p>E1 : Bah non ! tracez là alors pour voir où elle est.</p>
<p>L'enseignant demande quelques minutes plus tard aux élèves de se rassembler à un endroit de la cour à l'ombre et il pose la question : « Si vous êtes remis au même endroit qu'est-ce qui a changé ? »</p> <p>Plusieurs types de réponse :</p> <p>« C'est à cause du soleil que l'ombre a séché parce qu'au soleil il fait très chaud. »</p> <p>« Le soleil il a tourné. Ça a changé de place à l'ombre »</p>
<p>L'enseignant demande au binôme qui dit que « c'est à cause du soleil » d'aller à côté de lui pour expliquer aux autres (camera 1- 00005, 7min 30sec)</p> <p>Les élèves parlent du placement soleil-élève-ombre</p>
<p>Questions posées à l'ensemble des élèves : « L'ombre était où ce matin ? »</p> <p>« Le soleil était où ce matin si l'ombre était derrière vous ? »</p> <p>« Et qu'est-ce qui se passe alors ? Comment le soleil il fabrique l'ombre ? Comment on fabrique de l'ombre ? »</p> <p>Elèves : associent l'ombre à l'existence de la lumière mais n'arrivent pas à penser au « blocage » de la lumière par un objet</p>
<p>Questions posées : « Vous pouvez me donner une définition pour l'ombre ? On peut fabriquer une ombre dans l'école ? »</p> <p>E1 : Si vous étiez un chef ou un magicien comment vous fabriqueriez une ombre ? Milo qu'est-ce que tu prendrais comme...</p> <p>Élève : Une baguette magique</p> <p>E1 : Oui mais sans baguette magique. Si vous aviez la possibilité de fabriquer une ombre qu'est-ce qu'il vous faut avant tout ?</p> <p>Élève : Du soleil, de la lumière</p> <p>E1 : Oui la lumière on peut l'avoir avec du soleil mais on peut l'avoir aussi avec quoi ?</p> <p>Élève : Des lampes torches et des lampes ou quelque chose d'autre.</p> <p>E1 : Avec une source lumineuse, la lumière du soleil ou la lumière d'une lampe torche</p>
<p>14min 50sec l'enseignant invite les élèves à observer l'ombre d'un arbre</p> <p>Elèves : associent l'ombre à l'existence de la lumière mais n'arrivent pas à penser au « blocage » de la lumière par un objet jusqu'à la fin de la séance.</p>

La prise de notes concerne le visionnage de l'enregistrement vidéoscopique dans la classe de E1 et dans la cour de l'école (Vidéo S2, Camera 3-00001, Camera 3-00002, camera 1- 00005). A l'aide de ces notes, nous avons repéré les tâches effectuées dans la classe par E1 et les techniques  $\tau$  employées qui sont présentées ensuite sous forme de tableau. De plus, nous nous basons sur ces notes pour préparer l'entretien d'autoconfrontation et interroger l'enseignant sur sa pratique.

E1 commence la séance par le recueil de conceptions initiales des élèves autour de la notion d'ombre. Il pose une question à l'ensemble d'élèves et il reçoit une pléthore de réponses où certes l'idée de la lumière et du soleil est souvent répétée mais l'idée du blocage de la lumière et de la propagation rectiligne de la lumière est rarement proposée par les élèves. Ensuite, E1 donne les consignes de la tâche suivante et les élèves sortent dans la cour de l'école. L'enseignant met l'accent sur le premier emplacement de tous les élèves afin d'effectuer la tâche et il montre un exemple en formant un binôme avec une élève. Il dessine le contour de l'ombre de l'élève et par la suite l'élève dessine le contour de l'ombre de l'enseignant. E1 incite les élèves à faire pareil et il commence à marcher autour des binômes afin d'aider les élèves en difficulté qui l'interpellent. La première partie de la séance, qui se déroule dans la matinée, se termine après que chaque binôme ait effectué la tâche.

La deuxième partie de la séance commence à 14h00. L'enseignant E1 donne les consignes aux élèves en précisant qu'il faut travailler avec le même binôme et qu'il faut se positionner au même endroit que le matin même. Il semble que les élèves sont en difficulté pendant cette deuxième partie de la séance car souvent ils n'arrivent pas à bien se placer pour tracer le nouveau contour de l'ombre. Nous présentons par exemple un des binômes que nous avons suivi avec la caméra (figure 25). Il s'agit d'un binôme qui a facilement tracé le contour pendant la première partie de la séance. Quand l'enseignant se rend compte que les deux élèves sont en difficulté il passe une fois les voir et il réexplique les consignes de la tâche. L'enseignant laisse les élèves effectuer la tâche et part voir un autre binôme. Les élèves du binôme essaient de bien se positionner mais ils n'arrivent pas à réaliser la tâche. Alors, l'enseignant revient discuter avec les deux élèves. Il positionne le premier élève au bon endroit et il pose un certain nombre de questions en ce qui concerne d'un côté l'ombre qui est formée et d'un autre côté il incite les élèves à comparer avec le contour obtenu le matin.

Puis, les élèves sont rassemblés dans la cour et l'enseignant pose des questions concernant les observations faites par les élèves par rapport à la formation de l'ombre. Les élèves semblent associer l'ombre à l'existence de la lumière mais ils n'arrivent pas à décortiquer et à expliquer le mécanisme de la formation de l'ombre. Comme à la fin de la séance précédente où l'enseignant avait comme objectif la création d'une définition pour la notion de la lumière, cette fois-ci, il incite les élèves à réfléchir afin de proposer une définition pour la notion de l'ombre. Il invite les élèves à penser comme chef de cuisine ou un magicien pour donner les éléments essentiels concernant la formation d'une ombre. Puis il invite les élèves à effectuer une observation dans la cour par rapport à l'ombre d'un arbre. Cependant, les élèves ne parlent pas du blocage de la lumière par un objet opaque ni de la propagation rectiligne de la lumière.



Figure 25-Les deux tracés du contour de l'ombre d'un élève

### 3.2.2 Présentation du « guide d'analyse » complété par E1-Séance 3

Dans cette partie, nous présentons le guide d'analyse complété par E1 pour la troisième séance en procédant de la même manière que pour les séances de classe précédentes.

En ce qui concerne les objectifs liés au modèle précurseur, E1 note dans le tableau 26 que les élèves doivent comprendre le mécanisme de la formation d'une ombre. Pourtant, il s'interroge sur la compréhension de la notion de source lumineuse concernant les deux séances précédentes. L'enseignant note ensuite les objectifs des tâches comme ils sont exprimés également dans les fiches de préparation et il souligne que les tâches à effectuer pendant la troisième séance sont simples et selon lui elles devaient être faciles à mettre en œuvre avec les élèves.

Tableau 26-Focus sur Modèle précurseur-fiche de préparation séance 3

Axes d'observation	Points d'appui	Points qui interrogent
Objectifs du modèle précurseur	La formation des ombres conçue comme le produit d'un mécanisme d'obstruction de la lumière par les objets opaques.	Prérequis notion de source lumineuse est à confirmer

Objectifs de 1 <sup>ère</sup> tâche	Représentations initiales	
Objectifs de la 2 <sup>ème</sup> tâche	Tracé des ombres à 2 moments différents de la journée	
Objectifs de la 3 <sup>ème</sup> tâche	Définition de l'ombre	
Commentaires personnels	Les tâches à exécuter sont simples et ne devraient pas poser de problèmes aux enfants.	

En ce qui concerne le tableau 27, complété par l'enseignant par rapport à la séance mise en œuvre dans sa classe, nous observons les points d'appui et les points qui interrogent E1 concernant les objectifs réalisés pour chaque tâche. D'abord, les objectifs des tâches proposées sont la compréhension de la propagation rectiligne de la lumière et l'association de l'ombre à la source lumineuse qui émet de la lumière dont l'empêchement de propagation est le résultat de cette ombre. L'enseignant note, comme dans la fiche de préparation, que les élèves doivent également comprendre la notion de l'ombre portée. Ensuite, E1 explique que pendant le recueil des représentations initiales, les élèves s'expriment sur les conceptions qu'ils ont d'une ombre en citant deux exemples, le premier sur l'ombre formée par notre corps et le deuxième sur les ombres observées pendant la nuit. Pourtant, l'enseignant s'interroge sur la distinction des notions de fabrication d'une ombre et sur la notion de l'ombre ainsi que sur la notion de source lumineuse. Il souligne que la notion de source lumineuse n'apparaît pas clairement dans les séances précédentes. Selon lui, les élèves associent la source lumineuse avec la notion d'ombre. Néanmoins, la propagation rectiligne de la lumière n'est pas énoncée et c'est pour cette raison qu'il met l'accent sur la mise en relation de cet élément avec les séances précédentes. En ce qui concerne le tracé du contour de l'ombre pendant deux moments différents de la journée, E1 note qu'il faudrait prendre un temps lors du premier tracé du contour de l'ombre, pour faire observer aux enfants plusieurs phénomènes autour de l'ombre. Puis, il souligne que la présence d'un adulte et un travail en groupe restreint permettrait probablement d'accompagner la réflexion des enfants concernant le changement de position de l'ombre et le possible changement de taille de la deuxième ombre par rapport au tracé du contour de la première ombre. En ce qui concerne la dernière tâche de la séance, E1 explique que les élèves cherchent à donner une définition pour l'ombre. Selon lui, les élèves voient le rôle de la source lumineuse dans la formation de l'ombre, sans pour autant évoquer le blocage de la lumière par un objet opaque. Il propose que la formalisation pourrait se faire à partir de l'enregistrement vidéo des deux tracés des contours dans la cour. Enfin, E1 observe qu'il s'agit d'une séance plus facile à mettre en œuvre que les séances précédentes car la notion d'ombre est plus familière aux élèves que la notion de la lumière. Néanmoins, il considère qu'il faudrait mieux lier les séances entre elles afin que les élèves s'aperçoivent des interactions entre la lumière et la matière pour la formation des ombres.

Tableau 27-Focus sur fiche de préparation-3eme séance dans la classe

Axes d'observation	Points d'appui	Points qui interrogent
Objectifs des tâches proposées	Comprendre la propagation rectiligne de la lumière qui explique le phénomène de l'ombre. Toujours associer l'ombre à sa source lumineuse.  Comprendre que l'ombre n'est pas que la trace au sol ou au mur. (Notion d'ombre portée).	
Objectifs réalisés en classe de la 1 <sup>ère</sup> activité	Représentations initiales Question de départ : Qu'est-ce qu'une ombre ?  Joseph : on fait la statue et la lumière ça représente la même chose au sol.  Alix : ombre dans la nuit quand on allume la lumière	Distinction entre fabriquer une ombre et ombre à préciser aux enfants. Les enfants ont une notion intuitive de la source lumineuse alors que cela n'apparaissait pas clairement dans les 2 séances précédentes Objectifs : 1. Association source lumineuse et ombre énoncée par les enfants 2. Propagation rectiligne de la lumière non énoncée à mettre en relation avec les séances précédentes pour que les enfants constatent le phénomène (nuages/soleil rais de lumière)  Ombre portée non évoquée.
Objectifs réalisés en classe de la 2 <sup>ème</sup> activité	Tracé des ombres à 2 moments différents de la journée	Prendre un temps lors du premier tracé pour faire observer aux enfants tous les phénomènes autour de l'ombre. Les enfants s'interrogent sur le tracé de la deuxième ombre.  La présence d'un adulte et un travail en groupe restreint permettrait de peut-être d'accompagner la réflexion des enfants : l'ombre a bougé ? Taille ?
Objectifs réalisés en classe de la 3 <sup>ème</sup> activité	Définition de l'ombre	Les enfants voient le rôle de la source lumineuse et la formation de l'ombre. Le blocage de la lumière n'est pas évoqué. La formalisation pourrait se faire à partir de la vidéo des tracés
Commentaires personnels	Séance plus facile à mettre en œuvre. Les enfants sont plus à même de participer. L'ombre leur est plus familière que la lumière.	Lier les séances lumière pour montrer les interactions lumière/ombre

### 3.2.3 Analyse de l'entretien d'autoconfrontation simple -Séance 3

Nous présentons ci-dessous quelques éléments de l'entretien d'autoconfrontation simple que nous avons effectué avec l'enseignant E1 pour la mise en œuvre de la troisième séance concernant l'enseignement de la notion d'ombre. Dans cet entretien d'autoconfrontation, nous repérons quelques éléments de justification de la pratique de l'enseignant E1 afin de compléter sa praxéologie didactique.

D'abord, en ce qui concerne la première tâche, l'enseignant explique qu'il a été plus facile pour lui de recueillir les représentations initiales des élèves pour le phénomène de l'ombre que pour la notion de la lumière. L'enseignant observe que les élèves, font le lien avec la lumière, dans le but d'expliquer le phénomène de la formation des ombres même s'ils ont une difficulté à donner une définition pour la lumière : « *Ce qui est un peu paradoxal c'est qu'ils ont une notion de la lumière alors qu'ils ont pas su l'exprimer dans les deux premières séances, ils utilisent la lumière, ils ne parlent plus d'électricité il n'y a plus rien mais avec les ombres la lumière ça ne leur pose pas de soucis de dire bah il y a la lumière qui projette et j'ai trouvé que dans les représentations initiales qu'ils montraient bah après il y a Joseph les autres ils ont quand même une idée assez précise des ombres alors que la lumière c'était beaucoup plus dur de faire ressortir quelque chose quoi* ».

L'enseignant constate que les élèves ont également une difficulté à s'exprimer concernant la propagation rectiligne de la lumière et que d'une manière générale l'objectif de la séance concernant la propagation n'a pas été atteint : « *...par contre ils ne parlent pas du tout de propagation rectiligne c'est vraiment trop je pense que c'est trop dur pour eux de voir ça, Mais c'était un des objectifs qu'on c'était fixé mais j'ai noté que non...* ».

En ce qui concerne la tâche où les élèves doivent tracer le contour de l'ombre de leur camarade deux fois dans la journée, l'enseignant observe la difficulté des élèves pendant le deuxième tracé de l'ombre et il explique que probablement il s'agit d'un problème de compréhension : « *Là ils ne sont pas au bon endroit déjà d'entrée. Alors moi j'ai eu l'impression qu'ils voulaient absolument, et c'est ça qu'il leur pose problème, que l'ombre coïncide avec la première ombre qu'ils avaient prise quoi...Ils n'avaient pas tout suite compris qu'il fallait se remettre... bon ils ont regardé où était l'ombre mais ça n'avait pas d'importance et c'est pour ça je pense qu'ils essaient de se mettre, de trouver une position où l'ombre pourrait coïncider avec le premier tracé quoi.* ».

L'enseignant met l'accent sur le travail en petit groupes et la présence de l'adulte qui lui apparait finalement nécessaire pour ce type de tâches : « *...alors ce qui pourrait être intéressant c'est de travailler avec de petits groupes là tu vois d'être plus...j'ai l'impression qu'ils se posent de questions mais comme ils sont que tous les deux bon tu vois il n'y a pas d'échange forcément oral alors que s'il y avait tu vois un adulte, l'enseignant, ça pourrait être beaucoup plus riche quoi, Déjà tu vois sur la séance un petit peu faire en petit groupe tu vois vraiment s'intéresser en petit groupe tu vois au lieu d'avoir toute la classe là d'avoir trois groupes et puis essayer d'aller tourner sur les groupes pour travailler...* ». L'enseignant montre qu'il n'a probablement pas eu le réflexe pendant la réalisation des tâches de poser toujours la question nécessaire afin de faire avancer les élèves à l'instar de l'extrait suivant :

E1 : *Et là je ne le fais pas mais tu vois on pourrait leur demander bah pourquoi elle est plus petite ? (l'ombre au deuxième tracé) Tu vois qu'ils voient bien que c'est pas quelque chose, c'est pas un objet*

*l'ombre, c'est le résultat d'un phénomène physique et bah si elle est déformée c'est quelque chose qui s'est passé alors que l'objet n'a pas été déformé*

*C : Oui je pense que ça c'est le plus important qu'ils comprennent que l'ombre n'est pas un objet c'est ça le vrai objectif de la séance je pense*

*E1 : Oui et je ne le fais pas là*

#### **Extrait n°19 de la transcription de l'entretien d'autoconfrontation**

Ensuite, E1 explique un argument également présenté sur le guide d'analyse concernant la formalisation pendant la dernière séance qui pourrait, selon lui, se faire à partir de la vidéo des deux différents tracés de contour d'ombre que les élèves avaient effectué dans deux moments de la journée : *« ...et peut-être leur repasser le film, dans ce cas-là leur dire bah voilà qu'est-ce qu'ils ont vu ? qu'est-ce que vous en pensez ? eux (les élèves d'un autre groupe) ils trouvent que l'ombre est plus petite, vous êtes d'accord ? oui mais pourquoi ?,...repasser le film pour se servir de ce qu'on a vécu pour préciser je sais pas si ça marcherait mieux...parce que là tu vois bon il y a le petit débat mais tu vois ça reste très limité à certains et je pense qu'avec le film les autres pourraient voilà comprendre un petit peu et puis dire « je suis d'accord » « je suis pas d'accord » ».*

Pourtant E1 apparaît plutôt satisfait de la troisième séance, surtout en ce qui concerne les représentations initiales des élèves pour le phénomène de la formation d'une ombre même s'il explique que les objectifs de la séance n'ont pas été atteints concernant la propagation rectiligne de la lumière : *« Bah ce que j'ai retenu moi c'est qu'ils avaient une bonne représentation, que les représentations initiales c'étaient à peu près correctes bah assez proche de la réalité scientifique...après on n'a pas, par rapport aux objectifs qu'on s'était fixé, propagation rectiligne et le modèle précurseur, l'objet qui bloque la lumière, ça on ne l'a pas eu c'est sûr que...mais bon on a installé quelque chose on a bien la définition de l'ombre, une lumière la lumière que porte sur un objet et l'ombre qui se crée derrière donc ça je pense que c'est intéressant parce que du coup ils ont bien la notion de phénomène physique. Après ça reste encore comme tu dis quand il dit « noir sur noir » c'est encore vague il y a de choses à préciser mais je pense qu'ils ont déjà cette notion que c'est un phénomène physique c'est une première, il faudrait poursuivre par la suite pour vraiment arriver vers les objectifs qu'on s'est fixé au départ quoi ».*

### **3.2.4 La présentation de la praxéologie didactique de E1-Séance 3**

Nous procédons de la même manière que pour les séances précédentes afin d'identifier la praxéologie didactique de E1 ( $T_{OE1}/\tau/\theta/\Theta$ ) que nous présentons sur le tableau 28 pour la séance 3.

D'abord, le premier type de tâche  $T_{O1E1}$  concerne le recueil de conceptions des élèves au moyen d'une question. Les réponses des élèves sont notées sur une affiche collective. Comme E1 l'a déjà expliqué pour le recueil de représentations par rapport au concept de lumière, cette technique permet à l'enseignant de porter attention aux mots utilisés par les élèves et ainsi d'analyser en direct leurs représentations. Selon l'entretien d'autoconfrontation, E1 explique qu'à travers les réponses des élèves à cette question il réussit également à vérifier les connaissances des élèves par rapport à la lumière et plus particulièrement par rapport à la



propagation rectiligne de la lumière. E1 constate que les élèves se réfèrent facilement à la notion de lumière mais ils présentent une difficulté à s'exprimer concernant la propagation rectiligne de la lumière, élément qui l'amène à conclure que l'objectif concernant la propagation n'a pas été atteint dans les séances précédentes : « ...*par contre ils ne parlent pas du tout de propagation rectiligne c'est vraiment trop je pense que c'est trop dur pour eux de voir ça, mais c'était un des objectifs qu'on c'était fixé mais j'ai noté que non...* ». Ces derniers éléments nous amènent à considérer que l'hypothèse théorique de ce premier type de tâche concerne l'optique géométrique.

Le deuxième type de tâche  $T_{O2E1}$  proposé par E1 consiste à amener les élèves à dessiner le contour de l'ombre d'un camarade, à un moment précis de la journée. Plus précisément, les élèves sont accompagnés par l'enseignant dans la cour de l'école le matin pour dessiner en binôme le contour de l'ombre de leur camarade. La technique de E1 consiste à donner la consigne et à vérifier qu'ils la respectent en se déplaçant autour des différents binômes. E1 présente également un exemple en formant lui-même un binôme avec un élève. L'enseignant, en présentant cet exemple aux élèves, les incite probablement à l'imiter pour réussir la tâche. En même temps, il souligne l'importance de la présence d'un adulte pour son exécution. Nous considérons que l'hypothèse théorique sous-jacente concerne le concept de l'interaction de tutelle au sens de Bruner (1983). Plus précisément, il s'agit d'une interaction entre l'enseignant (un adulte) et l'élève grâce à laquelle l'enseignant essaie d'amener l'élève à résoudre un problème qu'il ne sait pas résoudre seul. Puis, E1 demande une première fois que les élèves fassent le contour de l'ombre de leur binôme pour pouvoir le comparer avec un deuxième contour réalisé au même endroit plus tard dans la journée. Cela est proposé dans le but d'observer le rôle du soleil et l'emplacement du corps pour la formation des ombres. L'hypothèse théorique sous-jacente concerne l'optique géométrique, et plus précisément la propagation rectiligne de la lumière et le rôle de l'objet opaque dans la propagation.

Selon le troisième type de tâche  $T_{O3E1}$ , l'enseignant rassemble les élèves dans un grand groupe pour discuter par rapport à la tâche précédente au moyen, d'abord d'un questionnement à un seul élève pour analyser la tâche accomplie, puis d'un échange oral avec tous les élèves à propos du phénomène de la formation des ombres. Enfin, E1 utilise son ombre à lui comme exemple pour l'échange avec tous les élèves pour leur faire observer le rôle du soleil et l'emplacement de notre corps pour la formation des ombres. La théorie qui justifie la technologie observée dans la praxéologie de E1 concerne l'optique géométrique et plus précisément la mise en évidence de la propagation rectiligne de la lumière et le rôle d'un objet opaque dans la formation du phénomène.

Le quatrième type de tâche  $T_{O4E1}$  consiste à amener les élèves à dessiner le contour de l'ombre d'un camarade, à un moment précis de la journée. Plus précisément, E1 accompagne les élèves dans la cour de l'école à quatorze heures pour dessiner en binôme le contour de l'ombre de leur camarade au même endroit de la cour où ils étaient placés le matin. La technique de E1 consiste à donner la consigne et à se déplacer pour accompagner les élèves dans cette nouvelle tâche. E1 souligne l'importance de la présence d'un adulte pour son exécution. Nous considérons que l'hypothèse théorique sous-jacente concerne l'étayage (guidage) tel que le conçoit Bruner (1983) où l'adulte prend en charge les éléments de la tâche que l'élève ne peut réaliser seul. Plus précisément, Bruner repère les six fonctions d'étayage suivantes : l'enrôlement, la réduction des degrés de liberté, le maintien de l'orientation, la signalisation des caractéristiques déterminantes, le contrôle de la frustration et la démonstration. E1 demande aux élèves d'effectuer le contour de l'ombre de leur binôme une deuxième fois afin de le comparer avec

le premier contour élaboré dans le même endroit le matin. Cela est proposé dans le but d'observer le rôle du soleil et l'emplacement du corps pour la formation des ombres. L'hypothèse théorique sous-jacente concerne l'optique géométrique, et plus précisément la propagation rectiligne de la lumière et rôle de l'objet opaque dans la propagation.

En ce qui concerne le dernier type de tâche  $T_{O5E1}$ , l'enseignant rassemble les élèves dans un grand groupe dans le même coin de la cour comme pendant la tâche précédente pour discuter avec eux de l'expérience vécue précédemment. E1 élabore cette tâche en posant la question « *Si vous êtes remis au même endroit qu'est-ce qui a changé ?* » afin de relancer l'échange oral et puis il demande une définition pour l'ombre. L'enseignant utilise cette technique pour mettre l'accent sur le changement de la position de l'ombre par rapport au soleil, élément qui nous amène à considérer que l'hypothèse théorique sous-jacente concerne l'optique géométrique.

Tableau 28-Praxéologie didactique de E1 séance 3

Type de tâche $T$	Technique $\tau$	Technologie $\theta$	Théorie $\Theta$
$T_{O1E1}$ : Recueil des conceptions des élèves	Question posée : « Qu'est-ce que c'est pour vous une ombre ? »  Noter les réponses sur une affiche collective	Attention portée aux mots utilisés par les élèves et ainsi analyser en direct leur représentation  Vérification si les notions évoquées pendant les séances précédentes sont acquises	Optique géométrique
$T_{O2E1}$ : Amener les élèves à dessiner le contour de l'ombre d'un camarade	Consignes + exemple de la part de l'enseignant  L'enseignant invite les élèves à travailler en binômes, il se déplace autour des différents binômes	L'enseignant incite les élèves à l'imiter pour réussir la tâche  Présence d'un adulte importante pour l'exécution de la tâche  Pouvoir comparer le contour avec un deuxième contour fait dans le même endroit plus tard dans la journée	Etayage selon Bruner  Optique géométrique
$T_{O3E1}$ : L'enseignant rassemble les élèves pour discuter par rapport à la tâche précédente	Questions posées par l'enseignant à un élève précis pour analyser la tâche accomplie  Echange oral entre élèves et professeur à propos de la formation des ombres  L'ombre de l'enseignant comme exemple pour	Questionnement à un seul élève comme point de départ- exemple pour passer à un questionnement général  L'enseignant utilise son ombre à lui pour faire observer aux élèves le rôle du soleil et	Optique géométrique

	l'échange avec tous les élèves	l'emplacement de notre corps pour la formation des ombres	
To4 <sub>E1</sub> : Amener les élèves à dessiner le contour de l'ombre d'un camarade	Consignes données par l'enseignant L'enseignant invite les élèves à travailler avec le même binôme et à se placer dans le même endroit que le matin L'enseignant accompagne tous les binômes dans la réalisation de la tâche	Observation de la différence par rapport au contour du matin  Présence d'un adulte importante pour l'exécution de la tâche.	Optique géométrique  Interaction tutelle selon Bruner
To5 <sub>E1</sub> : L'enseignant rassemble les élèves pour discuter par rapport à la tâche précédente	Question posée par l'enseignant pour relancer l'échange oral « Si vous êtes remis au même endroit qu'est-ce qui a changé ? »  L'enseignant demande une définition pour l'ombre	Pour mettre l'accent sur le changement de la position de l'ombre par rapport au soleil	Optique géométrique

### 3.2.5 Chronique de la mise en œuvre en classe-Séance 4

Tableau 29-Notes prises concernant la quatrième séance

Début de la séance 1min15sec
L'enseignant annonce aux élèves : « Je vais vous raconter une histoire que vous connaissez mais je vais la raconter de façon différente »
Histoire : les 3 petits cochons (fin de l'histoire à 7min30sec)
E1 : Est-ce que vous connaissiez l'histoire des petits cochons ? Qu'est-ce que je fais d'habitude ? Comment je fais d'habitude pour raconter une histoire ? (...) Elles étaient comment mes marionnettes ? Elèves : Noires. E1 : Et pourquoi elles étaient noires ? (...) Elèves : Pour que ça fasse de l'ombre E1 : Qu'est-ce qui fait l'ombre là comme ça ? (...) Réfléchissez à ce qu'on a fait hier. Elèves : Parce qu'il y a la lumière de la télé et le papier et ça fait de l'ombre E1 : Qu'est-ce que tu appelles la lumière de la télé Lucie ? Qu'est-ce qu'on a vu hier ? Quand on a l'ombre, la lumière elle est où ? (...) Elèves : La lumière du projecteur
L'enseignant donne les consignes pour le théâtre d'ombres par groupe de 4. 11min 35sec « Vous allez essayer de m'inventer une toute petite histoire à 4 avec vos personnages. Ça peut être une histoire très simple. Là on va aller un peu vite, on n'a pas le temps de faire une super histoire mais une histoire qu'on peut raconter et j'aimerais on regardera votre histoire devant le théâtre d'ombres. C'est vous qui allez faire le théâtre d'ombres. Tout le monde a bien compris ? » L'enseignant distribue un petit personnage (playmobil) à chaque élève. 13min14sec Les élèves travaillent par groupe, l'enseignant fait le tour pour voir tous les groupes (quelle est votre histoire ? Vous savez comment fabriquer l'ombre ?). Fin du travail en groupe 19min 30sec

21min 40sec : Présentation du premier groupe
22min 18sec : l'enseignant arrête la présentation du premier groupe « Stop restez comme vous êtes. Est-ce qu'on n'a pas un petit problème là ? » (les ombres ne sont pas toujours bien formées car le vidéoprojecteur est placé assez haut par rapport aux élèves qui sont assis par terre devant l'écran.)
22min 34sec : vous allez réfléchir on va changer de groupe (les élèves du deuxième groupe tiennent les objets très près de l'écran vertical et on ne voit pas d'ombres, l'enseignant les interroge sur ce sujet mais ils n'arrivent pas à répondre)
26min 20sec changement de groupe (les ombres ne sont pas bien formées encore une fois)
27min 48sec : changement de groupe (groupe de Joseph, il explique qu'il faut tenir l'objet plus loin de l'écran pour avoir de jolies ombres formées, l'ensemble de la classe devient ingérable, les élèves bougent beaucoup dans la salle, n'écoutent plus l'enseignant)
32min 00sec : l'enseignant demande à un élève de venir donner la recette de la fabrication des ombres
33min 30sec : l'enseignant finit par expliquer lui-même comment on fabrique une ombre
34min 28 : fin de la séance

La prise de notes concerne le visionnage de l'enregistrement vidéoscopique dans la salle polyvalente, réservée par l'enseignant E1 pour la mise en œuvre de la quatrième séance. A l'aide de ces notes, nous avons repéré les tâches effectuées dans la classe par E1 et les techniques  $\tau$  employées par E1 qui sont présentées ensuite sous forme de tableau. De plus, nous nous basons sur ces notes pour préparer l'entretien d'autoconfrontation et interroger l'enseignant sur sa pratique.

L'enseignant a choisi cette salle parce qu'elle dispose d'un vidéoprojecteur qu'il souhaite utiliser pour le déroulement de la séance. L'enseignant rentre dans la salle avec les élèves, il leur demande de s'asseoir par terre, il allume le projecteur et le Tableau Numérique Interactif et il prend la boîte avec les marottes prévues pour la première tâche. L'enseignant met la salle dans l'obscurité et il explique aux élèves qu'il va leur raconter une histoire qu'ils connaissent déjà. Ensuite, l'enseignant raconte l'histoire « les trois petits cochons » en utilisant des marottes (figure 26). Plus précisément, il s'agit de figures en papier noir type « canson ». Chaque figure est placée sur une baguette en bois. A la fin de cette histoire, il pose un certain nombre de questions aux élèves en ce qui concerne les ombres observées lors de l'histoire racontée. Par la suite, l'enseignant distribue des petits personnages (Playmobil), il incite les élèves à créer des petits groupes de quatre élèves et il les invite à créer leurs propres histoires. Les élèves forment seuls les petits groupes et puis ils commencent à travailler sur leurs histoires. Les élèves ne peuvent pas tester avec le vidéoprojecteur, ils travaillent avec les personnages dans différents coins de la salle. L'enseignant fait le tour dans la salle pour discuter avec les groupes et voir comment avance leur histoire. Après avoir laissé les élèves travailler pendant une dizaine de minutes, l'enseignant invite le premier groupe à présenter devant l'écran du Tableau Numérique Interactif. L'enseignant interrompt la présentation du groupe et il demande aux élèves de rester immobiles afin de les interroger sur la formation des ombres de leurs personnages qui ne sont pas créés sur l'écran (figure 27). L'enseignant fait pareil avec tous les groupes, les élèves n'arrivent pas à former des ombres sauf un seul groupe qui y arrive à la fin et l'enseignant l'utilise comme modèle. Enfin, l'enseignant demande aux élèves quelle est la recette afin de former une ombre mais les élèves n'arrivent pas à parler de tous les éléments.



*Figure 26-L'enseignant raconte l'histoire les 3 petits cochons*



*Figure 27-Un groupe de quatre élèves raconte une histoire devant le TNI*

### 3.2.6 Présentation du « guide d'analyse » complété par E1-Séance 4

Dans cette partie nous présentons le guide d'analyse complété par E1 pour la quatrième séance en procédant de la même manière que pour les séances de classe précédentes.

En ce qui concerne les objectifs liés à ce modèle, comme précisé dans l'analyse de la séance précédente, dans le but de le construire dans la pensée des élèves il faut que ces derniers comprennent le mécanisme de la formation d'une ombre et qu'il s'agit d'un phénomène physique. Dans le tableau 30, l'enseignant note les objectifs des tâches selon la fiche de préparation sans noter d'autres commentaires.

*Tableau 30-Focus sur Modèle précurseur-fiche de préparation Séance 4*

Axes d'observation	Points d'appui	Points qui interrogent
Objectifs du modèle précurseur	La formation des ombres conçue comme le produit d'un mécanisme d'obstruction de la lumière par les objets opaques. : l'ombre n'est pas un objet	
Objectifs de 1 <sup>ère</sup> tâche	Théâtre d'ombres par le maître	
Objectifs de la 2 <sup>ème</sup> tâche	Théâtre d'ombres par les enfants	
Objectifs de la 3 <sup>ème</sup> tâche	Fiche ombres : l'ombre n'est pas un objet	
Commentaires personnels		

En ce qui concerne le tableau 31 complété par l'enseignant par rapport à la séance mise en œuvre dans sa classe, nous observons les points d'appui et les points qui interrogent E1 concernant les objectifs réalisés pour chaque tâche. En premier lieu, l'enseignant note comme pour la séance précédente, les objectifs de la séance qui sont les mêmes que les objectifs de la troisième séance. En deuxième lieu, l'enseignant explique qu'il y a des éléments à revoir concernant le théâtre d'ombres. Il considère qu'il faudrait faire le lien avec la séance précédente où les enfants ont formé des ombres avec le soleil. Il explique qu'il serait souhaitable de créer des ombres sans le soleil avec une autre source lumineuse avant de raconter son histoire avec le théâtre d'ombres. Il souligne que comme le dispositif était déjà en place, certains enfants n'ont pas vu la source lumineuse (projecteur) et ils étaient ensuite en difficulté pour comprendre le phénomène. Enfin, il met l'accent sur les marionnettes, qui étaient des silhouettes noires et qui ont probablement introduit de la confusion dans l'esprit des enfants à cause de leur couleur. Ensuite, c'était aux élèves de présenter leur théâtre d'ombres. Par contre, l'enseignant souligne les problèmes rencontrés et les points sur lesquels il s'interroge qui se résument sur la création d'histoires, l'utilisation des Playmobil, l'emplacement du projecteur et le Tableau Numérique Interactif qui selon l'enseignant parasite la réflexion des enfants. Puis, l'enseignant explique que le dispositif ne permet pas aux enfants de procéder par essais et erreurs. Ainsi, selon l'enseignant, certes la formalisation des apprentissages de la séance est nécessaire, mais les tâches précédentes n'ont pas permis de bien mettre en évidence le phénomène physique. Enfin,

E1 met l'accent sur la nécessité d'une meilleure préparation de l'histoire du théâtre d'ombres de la part de l'enseignant. Il propose d'utiliser un drap blanc (le groupe d'enseignants avait proposé l'utilisation d'un drap depuis le début) au lieu du Tableau Numérique Interactif, d'utiliser de supports plastiques pour la meilleure utilisation de Playmobil en tant que marionnettes et de proposer un dispositif de théâtre d'ombres plus accessible aux élèves.

Tableau 31-Focus sur Fiche de préparation-quatrième séance dans la classe

Axes d'observation	Points d'appui	Points qui interrogent
Objectifs des tâches proposées	Comprendre la propagation rectiligne de la lumière qui explique le phénomène de l'ombre. Toujours associer l'ombre à sa source lumineuse.  Comprendre que l'ombre n'est pas que la trace au sol ou au mur. (notion d'ombre portée).	
Objectifs réalisés en classe de la 1 <sup>ère</sup> activité	Théâtre d'ombres par le maître	Lien avec la séance précédente à formuler avec les enfants : créer des ombres sans le soleil avec une autre source lumineuse. Dispositif déjà en place. Certains enfants n'ont pas vu la source lumineuse (projecteur). La mettre en évidence Les « marionnettes » silhouettes noires sont à bannir (papier blanc, couleur) afin de ne pas introduire de confusion dans l'esprit des enfants (noir ombre)
Objectifs réalisés en classe de la 2 <sup>ème</sup> activité	Théâtre d'ombres par les enfants	La création d'histoires, les Playmobil, le projecteur trop haut, le TNI parasite la réflexion des enfants.  Le dispositif ne permet pas aux enfants de procéder par essais/erreurs.
Objectifs réalisés en classe de la 3 <sup>ème</sup> activité	Fiche ombres : l'ombre n'est pas un objet	Formalisation nécessaire mais les étapes précédentes doivent permettre de mieux mettre en évidence le phénomène physique.
Commentaires personnels	Préparer l'histoire  Le dispositif du théâtre d'ombres doit être accessible aux enfants	Source lumineuse à mettre en évidence au début de la séance allumer le projecteur. Projeter sur un drap blanc Playmobil à monter sur supports plastiques

### 3.2.7 Analyse de l'entretien d'autoconfrontation simple -Séance 4

Nous présentons ici quelques éléments de l'entretien d'autoconfrontation simple que nous avons effectué avec l'enseignant E1 pour la mise en œuvre de la quatrième séance concernant

l'enseignement de la notion de l'ombre. Dans cet entretien d'autoconfrontation, nous repérons quelques éléments de justification de la pratique de l'enseignant E1 afin de compléter sa praxéologie didactique. D'abord, l'enseignant considère qu'il s'agit d'une séance qui n'a pas été bien menée, une séance où les élèves n'ont pas eu le temps de faire leurs essais et qu'il faudrait surtout donner plus de temps pour chaque tâche proposée. Plus précisément, l'enseignant explique : « *Tu vas voir il faut la faire en plusieurs fois je pense ! tu vois parce qu'il y a le théâtre d'ombres et après tu vois ils expérimentent mais tu verras c'est vraiment très court ce qui... et on ne les laisse pas le temps alors de voir avec le tableau, tu vois de pouvoir jouer, tu vois de tester des choses, voir comment... alors c'est le dispositif il faudra voir, c'est pour ça aussi... petits groupes pour qu'ils puissent tu vois jouer avec la lumière du projecteur... tu vois fin que dans un premier temps ils s'amuse avec...,...ils ont 5 minutes et après on passe toute de suite à l'histoire c'est un peu dur on leur tend des perches pour après qu'ils donnent des réponses... on induit un peu les réponses moi j'ai trouvé...j'ai trouvé que c'est une séance où on aurait pu, on pourrait gagner en étalant un petit peu tu vois faire le théâtre d'ombres faire une petite pause pour leur expliquer qu'est-ce qu'on...et après faire des expériences tu vois et qu'ils puissent essayer de faire construire leur histoire en plus que l'histoire qu'ils ont inventé soit pas un frein à l'expérimentation parce que là bon ça les gêne un petit peu voilà... ».*

Ensuite, il souligne que pendant la première tâche quand il fait le théâtre d'ombres son objectif est de donner l'exemple aux élèves afin qu'ils fassent par la suite leur propre théâtre d'ombres : « *qu'après avec le Playmobil tu vois tu arrives et tu leur dis : bah voilà ce qu'il faut faire ! est-ce que ça marche bien ?* ». L'enseignant considère que le choix des marionnettes pour le théâtre d'ombres qu'il a joué aux enfants n'a pas été très pertinente car cet élément a probablement confondu les élèves à cause de sa couleur. Cela pourrait faire les élèves penser que l'ombre est noire parce que l'objet est noir, et ainsi penser que l'ombre prend la couleur de l'objet sur lequel on projette de la lumière : « *c'est vraiment très flou quand on leur dit pourquoi il y a une ombre ? bah c'est le petit bout noir qui fait... parce que moi j'ai pris, j'ai découpé des silhouettes noires ce qui n'est pas forcément très judicieux, il faudra plutôt prendre un truc blanc et c'est ça qui est projeté tu vois c'est...c'est qu'après seulement qu'ils commencent à voir l'importance du projecteur* », « *Noir ça peut induire bah... et c'est Joseph d'ailleurs qui répond là je crois, et tu vois « le noir pour faire noir »* ». Cela montre en plus l'importance d'avoir travaillé avant sur la notion d'objet opaque.

Ensuite, il souligne encore un paramètre qui, selon lui, est important avant de réaliser la tâche. Il s'agit que l'enseignant ait bien préparé et qu'il maîtrise bien l'histoire qu'il raconte aux élèves : « *Après c'est à travailler aussi du côté de l'enseignant, que tu maîtrises bien l'histoire, d'avoir un peu répété avant pour que ça soit un peu vivant moi je pense* ». En ce qui concerne la création d'une histoire par les élèves, E1 considère qu'ils devraient avoir le même matériel que lui afin de mettre en œuvre la tâche proposée. Il explique que l'utilisation de simples Playmobil ne facilitait pas la tâche : « *je pense que tu vois on leur donne un autre matériel pour refaire le théâtre d'ombres alors que bon je pense que ça aurait été plus...qu'ils aient les mêmes conditions pour faire leur petit théâtre d'ombres ça aurait été mieux je pense ou alors fabriquer carrément de Playmobil sur des tiges tu vois de grande taille un peu rigide tu vois qu'ils aient ce qu'on met tu vois dans certains ballons de baudruche là tu vois coller là le socle, comme ça ils ne sont pas gênés parce que c'est ce qui va se produire de toute façon après* ». Il semble que dans cette séance, l'enseignant se base sur un apprentissage par imitation, parce qu'en premier lieu il effectue le théâtre d'ombres et les élèves doivent faire pareil que lui et en



deuxième lieu il propose que les élèves aient exactement les mêmes conditions que lui pour exécuter la tâche. Il est possible qu'ainsi les élèves répètent juste les actions de l'enseignant sans vraiment réfléchir autour du mécanisme de la création d'une ombre et sans se focaliser sur la projection et la direction de la lumière, l'opacité de l'objet et le rôle de la surface verticale. Pendant l'entretien d'autoconfrontation, E1 évoque le fait, comme il l'a également fait dans le tableau du guide d'analyse, que les élèves devraient avoir un dispositif différent du vidéoprojecteur placé sur le plafond avec le Playmobil et l'écran du Tableau Numérique Interactif dans le but de pouvoir tester par eux même la création d'une ombre par une source lumineuse différente que le soleil : « *Il faudra un dispositif un peu différent pour qu'ils puissent tester* ».

E1 souligne également l'importance d'un échange par petits groupes et surtout de mettre plus l'accent sur la source lumineuse que les élèves paraissent ne pas avoir pris en compte pour la création des ombres : « *Tu vois c'est le même souci qu'on a eu à la cour quoi...être avec le groupe pour pouvoir en discuter quels soucis vous avez et pouvoir résoudre de problèmes quoi éliminer un peu les problèmes techniques qui n'ont rien à voir avec l'expérience pour qu'ils soient vraiment focalisés sur lumière et ombre* », « *Pour qu'ils arrivent à parler de la source...déjà je devais mettre le drap là tu vois changer pas voir la télé et reprendre encore la séance I...leur redemander quoi qu'est-ce qu'on avait besoin pour fabriquer une ombre ... vous m'avez dit « qu'il fallait avoir de la lumière » et alors là comment on va avoir de la lumière ? ...là peut être qu'ils auraient répondu toute suite bah c'est le projecteur* ». A la fin de la séance, E1 avoue avoir énoncé aux élèves les éléments importants de la séance car, comme il le mentionne, les élèves ne donnaient pas ces éléments par eux-mêmes : « *Là c'est moi qui formalise pour être sûr que... un peu le défaut dans ce cas-là... j'essaie de bien formaliser parce que je sens que de toute façon ça ne va pas venir* ». Ainsi, E1 considère que la mise en œuvre de cette séance était moins réussie que la troisième séance faute d'atteindre l'objectif fixé dans la fiche de préparation de la séance : « *c'était un peu moins bien qu'avec le soleil. C'est comme tu dis l'objectif des ombres était un peu...alors d'une part avec le dispositif qui n'était pas bon qui n'était pas bien pensé et en plus comme la séance a été très compacte ils ont dévié en se focalisant sur l'histoire plutôt que sur la notion d'ombre et du coup c'est pour ça qu'on a pas grand-chose derrière tu vois ils oublient la source lumineuse ils se posent plus...et je pense que c'est pour ça fin la séance c'est trop dense fin et puis avec trop de choses à côté qui les éloignent de l'objectif* ».

Enfin, E1 ajoute qu'un élément primordial pour effectuer les séances sur les notions de la lumière et d'ombre, est le savoir de l'enseignant sur la partie scientifique de la séance pour pouvoir répondre aux questions des élèves et pour pouvoir rebondir sur les commentaires des élèves d'une manière efficace en termes d'apprentissage : « *il faut vraiment que moi de mon côté je sois vraiment très expert sur la lumière que je cherche un peu tu vois pour que...notamment sur la lumière, sur les ombres c'est plus facile il y a moins...fin les enfants sont moins perdus et bon tu les guides plus facilement mais sur la lumière vraiment voir un petit peu, vraiment avoir en tête les définitions voilà pour pouvoir répondre et puis rebondir sur des questions que les enfants se posent sur des remarques qu'ils font parce que souvent je... on voyait bien comme ils sont, comme le sujet est vraiment dur bah ils sont un peu perdus et si on les relance pas du coup tu peux pas avancer quoi tu peux pas ça tourne un peu en rond au bout d'un moment il y a pas de débat il n'y a pas de relances des enfants et je pense, je te dis sur la lumière le sujet est vraiment difficile il faut que l'adulte il ait vraiment les idées claires pour pouvoir vraiment tu vois...le modèle précurseur en tête, les définitions... ».*

### 3.2.8 La présentation de la praxéologie didactique de E1

En nous basant sur l'analyse de la mise en œuvre en classe de la première séance par E1, sur l'analyse du « guide d'analyse » complété par E1 et sur l'analyse de l'entretien d'autoconfrontation simple nous présentons dans le tableau ci-dessous la praxéologie didactique de E1( $T_{O'E1}/\tau/\theta/\Theta$ ) que nous avons repéré à l'aide des enregistrements vidéoscopiques et de l'analyse faite de la part de l'enseignant E1.

Le premier type de tâche  $T_{O1'E1}$  concerne la mise en place d'un théâtre d'ombres par l'enseignant au moyen d'une histoire déjà connue des élèves. Pour présenter le théâtre d'ombres, il utilise un dispositif qui est déjà en place quand les élèves entrent dans la salle, en utilisant des silhouettes noires en tant que marionnettes. L'enseignant procède ainsi parce qu'il souhaite donner un exemple aux élèves afin qu'ils effectuent ensuite la tâche suivante comme lui en soulignant l'importance de bien connaître l'histoire avant de la raconter. Selon l'enseignant, la maîtrise de l'histoire à raconter est importante afin que le rendu soit satisfaisant pour les élèves : « *Après c'est à travailler aussi du côté de l'enseignant, que tu maîtrises bien l'histoire, d'avoir un peu répété avant pour que ça soit un peu vivant moi je pense* ». Nous considérons que l'hypothèse théorique sous-jacente pour ce premier type de tâche qui semble être basé sur un apprentissage par imitation, concerne l'étayage (guidage) tel que le conçoit Bruner (1983). Comme nous l'avons déjà évoqué, selon Bruner, l'enseignant prend en charge les éléments de la tâche que l'élève ne peut réaliser seul. Plus particulièrement, Bruner souligne les six fonctions d'étayage suivantes : l'enrôlement, la réduction des degrés de liberté, le maintien de l'orientation, la signalisation des caractéristiques déterminantes, le contrôle de la frustration et la démonstration. Dans notre exemple, nous considérons que l'enseignant utilise les fonctions d'enrôlement, de réduction des degrés de libertés, de signalisation des caractéristiques déterminantes et de démonstration.

Le type de tâche  $T_{O2'E1}$  concerne la mise en œuvre d'une discussion au moyen d'un échange oral entre les élèves et l'enseignant que ce dernier effectue rapidement dans la classe en amenant ensuite rapidement les élèves à la tâche suivante. La technologie qui justifie la technique employée concerne l'intention de E1 de faire le lien avec la séance précédente. Pendant l'entretien d'autoconfrontation, E1 met l'accent sur l'importance de consacrer du temps avec chaque groupe au lieu de discuter collectivement afin de mettre en place un échange plus approfondi « *être avec le groupe pour pouvoir en discuter quels soucis vous avez et pouvoir résoudre de problèmes quoi éliminer un peu les problèmes techniques qui n'ont rien à voir avec l'expérience pour qu'ils soient vraiment focalisés sur lumière et ombre* » élément qui nous amène à considérer que l'hypothèse théorique sous-jacente est le cadre socioconstructiviste. L'intention de l'enseignant porte sur la notion de lumière et sur la formation d'ombres afin de pouvoir faire le lien avec le théâtre d'ombres « *Qu'est-ce que tu appelles la lumière de la télé Lucie ? Qu'est-ce qu'on a vu hier ? Quand on a l'ombre, la lumière elle est où ?* » élément qui nous amène à considérer que l'hypothèse théorique sous-jacente est l'optique géométrique.

Le type de tâche  $T_{O3'E1}$  concerne la mise en œuvre d'un théâtre d'ombres par les élèves formant des petits groupes. L'enseignant donne la consigne et demande aux élèves d'inventer et de raconter une histoire courte. Ensuite, il distribue des objets (Playmobil) aux élèves et il les laisse travailler. Pendant la présentation de chaque histoire, l'enseignant interrompt régulièrement le récit pour poser des questions concernant la formation des ombres. La justification de sa

technique porte sur son intention de donner aux élèves les mêmes conditions que pendant sa présentation à lui. Il montre finalement une attention particulière à l'importance du choix de matériel, en expliquant qu'il aurait fallu changer de matériel pour cette tâche : « *je pense que tu vois on leur donne un autre matériel pour refaire le théâtre d'ombres alors que bon je pense que ça aurait été plus...qu'ils aient les mêmes conditions pour faire leur petit théâtre d'ombres* ». Comme pour le premier type de tâche où E1 effectue le théâtre d'ombres et les élèves doivent faire comme lui, il semble que pour ce dernier type de tâche, l'enseignant se base sur un apprentissage par imitation car il propose que les élèves aient exactement les mêmes conditions que lui pour exécuter la tâche. Nous considérons que l'hypothèse théorique sous-jacente concerne l'étayage tel que le conçoit Bruner (1983). Nous soulignons que E1 interrompt les élèves pendant la présentation de chaque groupe afin de poser des questions dans le but de mettre en évidence le phénomène physique, élément qui fait référence à l'optique géométrique.

Enfin, le dernier type de tâche concerne l'élaboration d'une synthèse concernant le phénomène de la formation d'ombre. Un seul groupe a réussi à observer le phénomène pendant la tâche précédente et l'enseignant décide de demander à l'un des élèves du groupe de se déplacer au tableau pour donner la « recette » de la fabrication des ombres. Il semble que, pour E1, la formalisation à la fin de la séance soit importante. Pour cette dernière tâche, ayant constaté que les élèves n'arrivent pas à répondre à sa question, il mentionne « *Là c'est moi qui formalise pour être sûr que... un peu le défaut dans ce cas-là... j'essaie de bien formaliser parce que je sens que de toute façon ça ne va pas venir* ». L'enseignant incite les élèves à réfléchir en utilisant le terme « recette », élément qui pourrait probablement les aider à faire le lien avec un cadre de la vie quotidienne et à imaginer qu'il faut un certain nombre d'éléments pour arriver à un résultat spécifique. Ce dernier élément nous amène à considérer que l'hypothèse théorique sous-jacente concerne un cadre socioculturel et l'optique géométrique.

Tableau 32-Praxéologie didactique de E1 séance 4

Type de tâche <i>T</i>	Technique $\tau$	Technologie $\theta$	Théorie $\Theta$
T <sub>O1</sub> ' <sub>E1</sub> : L'enseignant met en place un Théâtre d'ombres	L'enseignant raconte une histoire déjà connue aux enfants  En utilisant un dispositif déjà en place  Utilisation des silhouettes noires en tant que marionnettes	Importance de maîtriser l'histoire avant de la raconter  Montrer le théâtre comme exemple aux élèves afin qu'ils fassent ensuite pareil que l'enseignant	Apprentissage par imitation  Etayage (guidage) tel que le conçoit Bruner
T <sub>O2</sub> ' <sub>E1</sub> : L'enseignant amène les élèves à discuter pour la tâche précédente	Echange oral (rapide) entre élèves et professeur à propos de la formation des ombres pendant un théâtre d'ombres	Elaboration d'un lien entre la séance précédente en posant quelques questions	Optique géométrique

		Importance d'échange oral avec chaque groupe séparément	Cadre socioconstructiviste
T <sub>O3</sub> ' <sub>E1</sub> : L'enseignant demande aux élèves de Mettre en œuvre un Théâtre d'ombres	<p>L'enseignant donne les consignes, distribue de Playmobil</p> <p>Les élèves inventent et racontent une histoire</p> <p>Travail par groupe</p> <p>L'enseignant interrompt régulièrement les histoires pour poser des questions concernant la formation des ombres</p>	<p>Importance d'avoir les mêmes conditions enseignant et élèves pour effectuer la tâche (ex. marionnettes)</p> <p>Importance du choix du matériel</p> <p>Questions pour mettre en évidence le phénomène physique</p>	<p>Etayage (guidage) tel que le conçoit Bruner</p> <p>Optique géométrique</p>
T <sub>O4</sub> ' <sub>E1</sub> : L'enseignant amène les élèves à effectuer une synthèse	L'enseignant demande à un élève de se déplacer au tableau pour donner la « recette » de la fabrication des ombres	<p>Formalisation nécessaire</p> <p>Reference à une recette lien avec l'environnement proche des élèves</p>	<p>Optique géométrique</p> <p>Cadre socioculturel</p>

## Chapitre 4. La nouvelle praxéologie didactique de l'enseignant

Dans ce chapitre nous présenterons la nouvelle praxéologie didactique de l'enseignant pour les séances qui concernent l'enseignement de la notion de la lumière. L'enseignant, comme nous le présenterons par la suite, considère que les séances portant sur la notion d'ombre ne nécessitent pas de changement au niveau des scénarios mais au niveau de leur mise en œuvre. Selon notre méthodologie d'analyse, nous construisons un tableau avec la praxéologie de l'enseignant pour chaque séance. Nous rappelons que dans le but de construire cette praxéologie didactique selon notre méthodologie d'analyse, nous recourons à notre corpus de données et plus particulièrement nous repérons les types de tâche T et les techniques  $\tau$  en analysant les nouvelles fiches de préparation proposées par l'enseignant E1. Ensuite, nous repérons la technologie  $\theta$  et la théorie  $\Theta$  quand cela est possible en analysant la transcription de l'entretien téléphonique que nous avons effectué avec l'enseignant après l'envoi des nouvelles fiches de préparation. Néanmoins, ces nouvelles fiches de préparation sont assez détaillées, et souvent les choix de l'enseignant sont raisonnés et illustrés par des exemples. Cela veut dire que nous avons recouru également aux fiches de préparation afin de repérer des éléments de technologie  $\theta$  et théorie  $\Theta$ . Nous précisons que nous avons choisi les questions posées à l'enseignant lors de l'entretien téléphonique après avoir reçu et étudié les fiches de préparation. Ainsi, nous avons posé des questions plutôt centrées sur les choix de l'enseignant, quand ces choix n'étaient pas expliqués dans les fiches de préparation.

En ce qui concerne son choix de ne pas porter de changements aux séances qui sont centrées sur l'enseignement de la notion d'ombre, comme il l'explique pendant l'entretien téléphonique, il considère que c'est plutôt sa propre pratique qui est susceptible de changement :

*« Ah bah en fait quand on a fait les séances sur l'ombre, sur les ombres j'ai trouvé que ça fonctionnait bien, que les enfants comprenaient un petit peu ce qu'on attendait d'eux et donc les échanges étaient assez intéressants et en fait les soucis sur les ombres était plus de mon côté à bien préparer les séances, à voir bien le scénario, plus qu'un problème de fond. Tu vois dans la lumière je me posais de questions théoriques, je voyais bien que les enfants n'arrivaient pas à me répondre. Alors que sur les ombres je me souviens que même sur les séances dehors tu vois où l'ombre tournait il n'y avait pas de soucis, et les enfants non plus, à échanger... que tu vois tout ce que c'est du côté de modèle précurseur était plus facile à mettre en œuvre. Donc c'était pour ça que je n'avais pas changé. Après, on peut éventuellement voir s'il y avait que... en changeant les séances lumière ça a une incidence sur les séances ombres mais je pense que ça reste indépendant même si les deux sont liées je pense qu'on peut garder les séances ombres comme on les avait. ».*

### 4.1 La nouvelle praxéologie didactique de l'enseignant pour la lumière

Nous présentons la nouvelle praxéologie didactique de l'enseignant E1 pour les deux premières séances qui concernent la notion de la lumière. Il s'agit de deux séances proposées par l'enseignant sous forme de fiches de préparation (annexe 9) que nous analysons avec la grille (tableau 11) présentée dans la partie de la méthode d'analyse (sous chapitre 3.2).

Nous présentons tout d'abord le synopsis général de ce deuxième scénario proposé par E1 dans le suivant (tableau 33). Les changements par rapport au synopsis général du premier scénario pédagogique (Tableau 9) concernent seulement les deux premières séances. Selon les nouvelles propositions de E1, nous avons complété les nouvelles activités individuelles et collectives pour la première et la deuxième séance. Les objectifs de ces séances restent les mêmes que celles proposés pour le premier scénario. Dans les prochains sous chapitres, nous présentons succinctement les propositions de E1 concernant la première et la deuxième séance.

*Tableau 33-Synopsis général du deuxième scénario pédagogique*

<b>Synopsis général du deuxième scénario pédagogique</b>			
Séance	Objectif	Activité individuelle	Activité collective
Première	Comprendre que la lumière est une entité autonome Différencier « lumière » et « source lumineuse »	-Représentations initiales : « Si je dis lumière, à quoi pensez-vous ? »	-Mise en commun par l'enseignant : affiche collective -faire préciser aux enfants leurs représentations. Amener des éléments de réflexion sur les représentations -Chasse au trésor : recherche les doudous dans l'obscurité -Rappel des solutions envisagées : faire émerger la différence entre la lumière et la source lumineuse
Deuxième	Comprendre que la lumière est une entité autonome Différencier « lumière » et « source lumineuse »		-Rappel de la séance précédente : paperboard - Expériences sur la lumière en forme de défis -Tableaux de Nymphéas : observer les différences. Tableaux peints dans différents moments de la journée où la lumière est différente. - Prendre des photos d'un même lieu pour voir comme Monet et mettre en évidence la luminosité
Troisième	Comprendre la propagation rectiligne de la lumière qui explique le phénomène de l'ombre. Toujours associer l'ombre à sa source lumineuse. Comprendre que l'ombre n'est pas	-Contour de son ombre à la cour de l'école (par deux) dans deux moments différents de la journée.	-Représentations initiales : noter les réponses sur l'affiche -Faire un retour sur ce que c'est l'ombre

	que la trace au sol ou au mur.		
Quatrième	Comprendre la propagation rectiligne de la lumière qui explique le phénomène de l'ombre. Toujours associer l'ombre à sa source lumineuse. Comprendre que l'ombre n'est pas que la trace au sol ou au mur.		-Théâtre d'ombres : raconter une histoire aux enfants. On demande à la fin comment on a fait pour créer l'ombre d'un objet par rapport au projecteur -Les enfants inventent et racontent une histoire par petits groupes -Mise en commun (fiche sur les ombres)

#### 4.1.1 Analyse du nouveau scénario de classe et présentation de la praxéologie didactique -Séance 1

Pour commencer, la première séance d'enseignement sur la lumière comporte quatre types de tâche. L'enseignant note sur la fiche de préparation (annexe 9), les objectifs du modèle précurseur qu'on souhaite atteindre à la fin de la première séance. Plus précisément, il note comme objectifs, que les élèves comprennent que la lumière est une entité autonome dans l'espace et qu'ils différencient les notions de lumière et de source lumineuse. Selon la fiche de préparation créée par l'enseignant E1, le premier type de tâche  $T1_{nE1}$  est pareil que dans le scénario précédent, il s'agit du recueil des conceptions des élèves. La technique  $\tau$  utilisée pour effectuer ce type de tâche est une question posée aux élèves. Plus précisément, la consigne est la suivante : « Si je dis lumière, à quoi pensez-vous ? ». Dans ce nouveau scénario, l'enseignant ne demande pas aux enfants d'élaborer un dessin pour ce recueil de conceptions. Pour la justification de cette technique, nous observons l'analyse *a priori* que l'enseignant propose dans sa fiche de préparation (figure 28). Il explique, en se basant probablement sur son expérience de la dernière mise en œuvre du scénario proposé par le groupe d'enseignants, que les enfants associent souvent les notions de source lumineuse et de lumière. De son côté, il mentionne que pendant le recueil de représentations initiales des élèves, les mots attendus sont « ampoule, électricité, soleil, étoiles, bougie, feu ». Nous considérons que l'hypothèse théorique sous-jacente concerne l'optique géométrique et plus précisément la distinction entre les notions de source lumineuse et de lumière.

Objectifs de 1 <sup>ère</sup> tâche	Représentation initiale	Les mots attendus sont ampoule, électricité, soleil, étoiles, bougie, feu.  A priori, les enfants associent source lumineuse et lumière
-------------------------------------	-------------------------	---

Figure 28-Extrait de la fiche de préparation de E1 pour le nouveau scénario

Ensuite, le deuxième type de tâche  $T_{2nE1}$  concerne la mise en commun des représentations des élèves suite à l'échange lors de la tâche effectuée précédemment. La technique  $\tau$  utilisée pendant ce deuxième type de tâche sera de noter les réponses des élèves sur une affiche collective et de faire préciser aux enfants leurs représentations. L'enseignant met l'accent sur cette technique, car comme il explique pendant l'entretien téléphonique, l'affiche doit être bien faite et doit contenir un certain nombre d'éléments concernant la notion de lumière pour qu'elle soit utilisée pendant la deuxième séance. Il s'agit d'un type de tâche mentionné également dans le premier scénario pédagogique sur la notion de la lumière. Néanmoins, l'enseignant semble porter attention sur la mise en œuvre de ce type de tâche car comme il explique, il n'a pas réussi à bien se servir de l'affiche construite lors de la mise en œuvre de la séance dans sa classe : *« j'espère bien me débrouiller sur la première séance et avoir une affiche qui est intéressante. La dernière fois je n'avais pas réussi à avoir des choses intéressantes ce qui est susceptible à utiliser à la deuxième séance. (...) Parce qu'il y a de choses que je pense qu'il faut vraiment pointer et si on attend que ça vient des enfants je pense que c'est trop compliqué »*. En ce qui concerne la technologie utilisée de la part de E1, comme il le mentionne dans la fiche de préparation, cela nécessite de noter les réponses des élèves sur une affiche collective afin d'étudier chaque proposition et d'amener des éléments de réflexion sur leurs représentations.

L'enseignant continue l'analyse *a priori* qu'il a entamée à la tâche précédente, et il prépare sa réaction et réponse aux élèves au sujet de « l'électricité ». Comme observé lors de la mise en œuvre de la première séance du scénario précédent dans la classe de E1, un grand nombre d'élèves liait en effet la notion de lumière avec l'énergie électrique ou les ampoules. Pour surmonter cet obstacle, l'enseignant propose dans la fiche de préparation un type de tâche supplémentaire. Il s'agit d'amener des éléments de réflexion sur les représentations exprimées des élèves. En premier lieu, il propose de montrer une ampoule aux élèves et de demander « Pourquoi il n'y a pas de lumière ? ». Ensuite, comme il explique dans la fiche de préparation, la réponse attendue de la part des élèves est : « qu'il faut de l'électricité », puis il propose de montrer un appareil électrique à l'instar d'un sèche-cheveux et de le mettre en marche afin de faire constater aux élèves que l'appareil ne produit pas de lumière avec de l'électricité. En deuxième lieu, E1 propose d'éteindre l'éclairage électrique de la salle et de demander aux élèves s'il y a encore de la lumière dans la classe et d'où elle vient. L'enseignant mentionne que la réponse attendue de la part des élèves est qu'elle vient de l'extérieur. Ainsi, selon E1, les élèves pourront vérifier leur réponse en fermant les volets de la classe afin de plonger la salle dans l'obscurité. Enfin, l'enseignant met l'accent sur le rôle du soleil pour faire émerger l'idée d'entité autonome. En ce qui concerne la théorie  $\Theta$ , selon E1, en étudiant les mots proposés, on confrontera la pensée représentative des élèves aux connaissances scientifiques concernant la notion de lumière. Cet élément nous amène à considérer que l'hypothèse théorique sous-jacente concerne le cadre vygotkien distinguant concept quotidien et concept scientifique. Enfin, E1 souligne dans la fiche de préparation que le rôle de l'enseignant en tant que médiateur est important pendant ce deuxième type de tâche.

En ce qui concerne le troisième type de tâche  $T_{3nE1}$ , l'enseignant garde dans son nouveau scénario la proposition du jeu « chasse au trésor ». Plus précisément, il s'agit d'une « chasse aux doudous » dans une salle obscure où les élèves cherchent des solutions afin d'illuminer la salle et pour trouver les doudous cachés. Néanmoins, les sources lumineuses artificielles sont exclues des solutions car l'enseignant, comme le groupe dans le premier scénario, souhaitent que les élèves se centrent sur la lumière naturelle. Ceci est quelque chose qui a été clarifié lors



de l'entretien téléphonique. Au contraire, dans la fiche de préparation l'enseignant se centrait sur les sources lumineuses avec la technique  $\tau$  de la suggestion de sources lumineuses par les élèves pour résoudre la tâche. Nous avons interrogé l'enseignant sur ce point car avec cette technique l'objectif de la tâche était différent par rapport au scénario proposé par le groupe d'enseignants qui mettait l'accent sur la décentration des élèves des sources lumineuses. Pour rappel, l'enseignant, pendant la mise en œuvre de la première séance dans sa classe, n'avait pas suivi l'objectif proposé par le groupe, mais il avait demandé aux élèves de proposer et d'utiliser de sources lumineuses pour trouver les doudous dans une salle plongée dans l'obscurité. L'enseignant probablement n'avait pas porté attention à l'objectif proposé par le groupe ni pendant la réunion des enseignants avant la création du premier scénario, ni dans la fiche de préparation de ce premier scénario. Enfin, finalement la technologie derrière ce type de tâche qui justifie la technique employée, est de se centrer sur la lumière naturelle, élément qui nous amène à considérer que l'hypothèse théorique sous-jacente concerne l'optique géométrique :

*C : Quand tu dis par exemple au jeu de la chasse au trésor que les élèves doivent proposer des sources lumineuses pour résoudre la tâche et je pense que là, parce que l'objectif au scénario précédent c'était vraiment de ne pas s'occuper des sources lumineuses c'est pour ça on disait que par exemple la lampe poche ne marche pas, l'interrupteur ne marche pas, ils doivent proposer par exemple d'ouvrir la porte, alors que maintenant on a changé un petit peu l'objectif on a dit qu'ils doivent proposer plusieurs sources lumineuses pour résoudre la tâche . Donc tu as fait ça avec un objectif précis ? Tu as voulu changer l'objectif ?*

*E1 : Je n'avais pas vu oui ça comme ça. Je n'ai pas voulu changer l'objectif non non...*

*C : Parce que l'objectif du scénario précédent c'était de ne pas se centrer sur les sources lumineuses donc c'est pour ça on disait qu'ils vont rentrer dans la salle de motricité et l'interrupteur ne marche pas, on n'a pas de lampe torche donc notre problème c'est qu'on ne peut pas voir à l'intérieur et ils doivent trouver des solutions mais les solutions doivent être liées à la lumière naturelle comme par exemple ouvrir la porte ou ouvrir les volets pour ne pas penser que c'est la lumière du plafond qui ...je pense que c'était ça l'objectif du scénario précédent mais si tu veux changer c'est pour savoir...*

*E1 : Non non non on peut revenir là-dessus en fait de ne pas faire proposition de sources lumineuses, de faire proposition des solutions et de revenir là-dessus et sans fournir de sources lumineuses comme la lampe vraiment se concentrer sur la lumière naturelle. Je pense qu'avec ce que tu me dis maintenant que si on re introduit une lampe ils vont encore revenir à la confusion de source lumineuse et lumière donc il vaut mieux travailler avec la lumière naturelle. Après, c'est une question à laquelle je n'ai pas de réponse...tu sais qu'on s'habitue un peu dans le noir; on s'habitue à l'obscurité parce que ce n'est pas le noir total de tout façon. Je trouve que ce n'est pas facile de leur répondre, de leur dire que le noir c'est aussi de la lumière...après il y a de choses...j'étais à Paris et j'ai vu de peintures de Soulages. Il fait de peintures sur le noir il est très connu bah c'est vraiment de truc d'adulte. Selon le noir que tu regardes et selon l'ongle que tu regardes sa peinture...c'est un peu compliqué pour les enfants (...) si tu vois ses peintures les noirs sont lumineux, j'ai du mal à t'expliquer au téléphone mais même le noir produit de la lumière...*

#### **Extrait n°20 de la transcription de l'entretien téléphonique**

Quant au quatrième type de tâche T4<sub>NE1</sub>, l'enseignant propose d'avoir un retour des élèves concernant la tâche précédente, et plus particulièrement d'avoir un retour sur le problème qu'ils ont rencontré afin de trouver les doudous. Ainsi, nous observons que l'enseignant souhaite garder la tâche du premier scénario. La technique  $\tau$  employée pour effectuer ce type de tâche est de poser la question suivante aux élèves : « Les doudous étaient dans le noir. Comment a-t-on fait pour les voir ? » et de noter leurs réponses sur une affiche collective. De cette manière on effectue un rappel des solutions envisagées dans le but de faire la synthèse de la tâche et de

faire émerger la différence entre les notions de source lumineuse et de lumière. En effet, il s'agit de la compréhension de la notion de lumière en tant qu'entité autonome, élément qui nous amène à considérer que l'hypothèse théorique sous-jacente concerne l'optique géométrique.

Tableau 34-Praxéologique didactique séance 1 nouveau scénario

Type de tâche $T$	Technique $\tau$	Technologie $\theta$	Théorie $\Theta$
T1 <sub>nE1</sub> : Recueil des représentations des élèves	Question posée : « Si je dis lumière, à quoi pensez-vous ? »	L'enseignant effectue une analyse <i>a priori</i> : Les mots attendus sont ampoule, électricité, soleil, étoiles, bougie, feu  On s'attend à ce que les enfants associent source lumineuse et lumière	Optique géométrique : distinction entre source lumineuse et lumière
T2 <sub>nE1</sub> : L'enseignant amène les élèves à effectuer une mise en commun  T2bis <sub>nE1</sub> : L'enseignant amène des éléments de réflexion sur les représentations	Noter les réponses sur une affiche collective  Faire préciser aux enfants leurs représentations	Etude des mots proposés  Analyse <i>a priori</i> faite par l'enseignant pour les notions d'ampoule et d'électricité	Concept quotidien et concept scientifique (Vygotski)  Rôle de médiateur pour l'enseignant
T3 <sub>nE1</sub> : L'enseignant amène les élèves à jouer le jeu de la « chasse au trésor »	Création d'un problème	Centration sur la lumière naturelle	Optique géométrique
T4 <sub>nE1</sub> : L'enseignant amène les élèves à effectuer un retour des élèves sur la tâche précédente.	Poser une question : « Les doudous étaient dans le noir. Comment a-t-on fait pour les voir ? » à l'ensemble des élèves + noter les réponses sur une affiche collective.  Rappel de solutions envisagées.	Synthèse de la tâche « chasse aux doudous » Faire émerger la différence entre source lumineuse et lumière	Comprendre que la lumière est une entité autonome  Optique géométrique

#### 4.1.2 Analyse du nouveau scénario de classe et présentation de la praxéologie didactique - Séance 2

La deuxième séance d'enseignement sur le concept de lumière comporte quatre types de tâche. L'enseignant note sur la fiche de préparation (annexe 9), comme pour la première séance, les objectifs du modèle précurseur qu'on souhaite atteindre, et plus précisément que les élèves comprennent que la lumière est une entité autonome dans l'espace et qu'ils différencient les notions de lumière et de source lumineuse. Selon la fiche de préparation créée par l'enseignant E1, on observe quelques différences avec les types de tâche proposés dans l'ancien scénario, notamment la présence d'un nombre plus important que dans la première séance. D'abord, selon le premier type de tâche T1<sub>nE1</sub> E1, propose de discuter par rapport à la séance précédente. La technique  $\tau$  utilisée pour effectuer ce type de tâche, selon la fiche de préparation, est l'utilisation de l'affiche construite lors de la séance précédente dans le but de faire une synthèse sur les différences entre les notions de source lumineuse et de lumière, élément qui nous amène à considérer que l'hypothèse théorique sous-jacente concerne l'optique géométrique. L'enseignant E1 explique pendant l'entretien téléphonique que d'un côté cette affiche aide les élèves à revenir à la séance précédente et à faire le point sur leurs idées et de l'autre peut servir à introduire la nouvelle séance :

*C : Pendant la deuxième séance tu dis qu'on commence par une affiche. C'est quoi comme affiche ? Et on fait ça pourquoi ?*

*E1 : C'est l'affiche de la première séance. Pour revenir à la séance précédente et puis pour un peu éclaircir voir qu'est-ce qu'on a vu. Et qu'est-ce qu'on sait maintenant ?*

*C : Ok introduire la séance*

*E1 : Oui voilà c'est pour introduire. Alors sachant que j'espère bien me débrouiller sur la première séance et avoir une affiche qui est intéressante.*

##### **Extrait n°21 de la transcription de l'entretien téléphonique**

Ensuite, selon la fiche de préparation, le deuxième type de tâche T2<sub>nE1</sub>, concerne des expériences sur la notion de lumière que les élèves effectueront par groupes de deux à trois enfants. L'enseignant souhaite introduire à travers des expériences simples les notions d'opacité et de propagation de la lumière. Il souhaite également que les élèves s'interrogent et lui posent des questions autour de phénomènes provoqués par la lumière à l'instar du rond qu'on peut observer sur un mur quand on cible un point avec une lampe torche sans étudier profondément le concept de lumière. Ces éléments nous amènent à considérer que l'hypothèse théorique sous-jacente concerne l'optique géométrique. Puis, il met l'accent sur la manipulation qui manquait dans la séance précédente, et qui facilite probablement la compréhension du concept de lumière, chose qui permettrait peut-être un retour plus riche de la part des élèves à la tâche suivante qui concerne l'étude des tableaux des Nymphéas de Monet. Enfin, il semble que l'enseignant propose une situation qui se base sur l'apprentissage expérientiel, élément qui nous amène à considérer que l'hypothèse théorique sous-jacente concerne le cadre socioconstructiviste. L'enseignant propose d'établir une série d'expériences simples concrètes, qui seront suivies d'une observation réfléchie afin d'arriver à une conceptualisation abstraite du concept de lumière.

E1 : *En fait oui je me suis posé la question, une fois qu'on a fait la première séance avec la chasse aux doudous, je me suis dit qu'il fallait quand même qu'ils aient, qu'ils se confrontent à la lumière...j'ai mis des expériences sur la lumière, et là je bloque un petit peu parce que ce n'est pas toujours facile de trouver des expériences un peu intéressantes, parce que souvent les expériences sont d'un niveau, je vais dire, supérieur on travaille sur la diffraction de la lumière sur le spectre lumineux, ça ce n'est pas ce qui nous intéresse. Je me disais de leur montrer tu vois, si après la première séance ils commencent à voir la différence entre lumière et source lumineuse, de voir comment la lumière se propage. Il y a de matériaux par exemple, comme le mur où la lumière ne traverse pas, et matériaux où la lumière traverse, faire des expériences simples où ils voient la lumière, ils jouent avec la lumière éventuellement ils vont me poser des questions, j'essayerai de répondre bon...il faut qu'il y ait une partie un peu de manipulation qu'on n'avait pas dans la séance précédente, qui permettrait peut-être après d'être beaucoup plus riches sur la suite notamment avec les Nymphéas de Monnet, les tableaux.*

C : *D'accord, donc les expériences sont dans la deuxième séance là où tu marques expériences sur la lumière, c'est ça ?*

E1 : *Voilà c'est ça, ça reste à étoffer parce que je n'ai pas des expériences faites comme ça maintenant à te dire mais moi je pensais vraiment des expériences simples. Peut-être se poser des questions, pourquoi il y a un rond sur le mur, de petites choses, vraiment de petites choses on n'est pas du tout dans l'étude de la lumière, les propriétés de la lumière tu vois, c'est hors de leur portée je pense ce que c'est hors de ce qu'on veut faire. Voir un petit peu la lumière reprendre un petit peu...si j'ai par exemple un rideau obscurcissant devant une fenêtre si je lève la lumière elle rentre comment...Vraiment de petites expériences simples mais qui leur permettent de visualiser de choses de se poser de questions et puis que naissent des interrogations qu'ils me posent de questions et que je réponds bah voilà simplement qu'est-ce qu'on voit, qu'est-ce qu'on constate bah voilà si j'ouvre un petit peu s'il y a un petit rai de lumière qui passe bah voilà comment il passe est-ce qu'est c'est rectiligne est-ce que ce n'est pas rectiligne sur de vraiment des expériences simples.*

#### **Extrait n°22 de la transcription de l'entretien téléphonique**

En ce qui concerne le troisième type de tâche T3'<sub>NE1</sub>, l'enseignant propose, comme dans l'ancien scénario, de présenter différents tableaux de Monet et d'observer les différentes « lumières » sur ces tableaux. La technique  $\tau$  employée pour effectuer la tâche sera de travailler sur la série artistique de Monet. L'enseignant explique qu'il souhaite mettre l'accent sur la luminosité. Comme il explique, il souhaite mettre en avant le fait que selon la puissance de la source lumineuse on obtient plus ou de moins de lumière : « *montrer la notion de luminosité quoi, que selon la source lumineuse, la puissance de la source lumineuse on n'a pas la même lumière* », élément qui caractérise la technologie employée. Nous considérons que l'hypothèse théorique sous-jacente concerne l'optique. E1 complète ce troisième type de tâche par T3'<sub>bis NE1</sub>, une tâche basée sur une vidéo montrant le lever du soleil vu depuis une station orbitale. E1 explique qu'il souhaite montrer aux élèves que la lumière est de plus en plus importante au lever de soleil. Nous considérons que cela pourrait faire référence à la notion de « voyage » de la lumière que nous évoquons dans la praxéologie de référence pour le concept de lumière car la vidéo choisie par l'enseignant montre la Terre éclairée par le soleil du point de vue de l'espace. Cela dépendrait de la manière dont l'enseignant aborderait cette vidéo dans la classe. Enfin, l'enseignant E1 considère qu'à l'aide de cette vidéo il pourrait faire le lien avec la séance précédente et plus particulièrement avec la tâche de la chasse aux doudous. Plus précisément, il s'agit d'un parallèle entre la vidéo qui montre comment la Terre est éclairée progressivement au lever du soleil et la situation où la salle plongée dans l'obscurité est éclairée progressivement selon l'ouverture de la porte.

C : *Après les expériences sur la lumière nous avons Monet etc., quel est l'objectif de cette tâche, là aux œuvres d'arts qu'on va compléter par des vidéos ?*

E1 : *Bah on a une source lumineuse là le soleil et selon ce qu'on voit, bah ce que voyait Monet en plus il y avait de problèmes de vue, montrer la notion de luminosité quoi, que selon la source lumineuse, la puissance de la source lumineuse on n'a pas la même lumière*

C : *Et quand on dit compléter par une vidéo...la vidéo qu'est-ce qu'elle va montrer ?*

E1 : *Alors moi je pensais...j'ai vu une vidéo tu sais c'est la vidéo dans l'espace où on voit le soleil qui monte petit à petit pour éclairer la Terre et on voit l'ombre, on voit la Terre qui est de plus en plus éclairée au fur et à mesure que le soleil monte. Voilà c'est un petit peu compléter ce que montrait Monet et c'était en plus en rapport avec tu vois la séance des doudous quand on ouvre la porte selon l'ouverture de la porte ou des volets bah on a plus ou moins de lumière ou ça pourrait faire éventuellement un rapport avec la séance précédente et une illustration*

**Extrait n°23 de la transcription de l'entretien téléphonique**

En ce qui concerne le dernier type de tâche T4'<sub>nE1</sub>, l'enseignant propose de faire des prolongements. La technique  $\tau$  employée est de prendre, par petits groupes d'élèves, des photos d'un même endroit tout au long de la journée et puis d'observer les photos prises. L'enseignant explique dans la fiche de préparation que les élèves pourront se mettre eux-mêmes à la place de Monet et ainsi on arrivera à mettre en évidence la notion de luminosité. Ensuite, il souligne qu'il pourra mettre en œuvre une discussion possible avec les élèves devant le phénomène constaté (les élèves se rendent avec l'enseignant à l'endroit choisi à photographier, par ex. le canal près de l'école). L'enseignant, lors de l'entretien téléphonique, explique son souhait de changer la tâche du tri d'images, proposé au scénario précédent, parce qu'il considère qu'elle a probablement apporté de la confusion aux élèves. Enfin, il apparaît que l'enseignant, encore une fois, propose une situation qui se base sur l'apprentissage expérientiel, élément qui nous amène à considérer que l'hypothèse théorique sous-jacente concerne le cadre socioconstructiviste. L'enseignant propose d'établir une expérience concrète, celle de se rendre et de photographier un endroit précis, qui sera suivie d'une observation réfléchie.

C : *Après à la séance 2 tu proposes de prolongements. Pourquoi tu proposes ça ? Quel est l'objectif ?*

E1 : *C'est un peu dans la même idée que quand je proposais de expériences sur la lumière. On avait eu de soucis, je ne sais pas si tu te souviens pour classer des images. Ils étaient un peu perturbés (les élèves) si c'était du mat ou du brillant, il y a des photos ils voyaient de la lumière alors qu'il n'y en avait pas parce que ça brillait. C'est un peu ça que ça fausser un peu. Je me disais qu'on peut arriver à faire de photos, prendre un même lieu au cours de la journée, ça permettrait aussi de faire une manipulation et ils constatent aussi par eux-mêmes ce qu'ils ont vu par exemple dans les tableaux ou par la vidéo. (...) ça peut se faire vraiment tout au long de la journée.*

**Extrait n°24 de la transcription de l'entretien téléphonique**

Tableau 35-Praxéologique didactique séance 2 nouveau scénario

Type de tâche T	Technique $\tau$	Technologie $\theta$	Théorie $\Theta$
T1' <sub>nE1</sub> : L'enseignant amène les élèves à	Utilisation de l'affiche de la dernière séance	Synthèse source lumineuse /lumière	Optique géométrique

effectuer un retour sur la séance précédente		Revenir à la séance précédente Faire le point sur les idées des élèves Introduire la séance	
T2' <sub>nE1</sub> : L'enseignant amène les élèves à mettre en œuvre une série de tâches courtes	Par équipes de 2 ou 3 Exemple : Diffusion de la lumière (Taches sur le mur).	La lumière est partout La propagation rectiligne de la lumière  Manipulation	Optique géométrique  Apprentissage expérientiel-socioconstructivisme
T3' <sub>nE1</sub> : L'enseignant présente différents tableaux aux élèves et il les amène à les observer.  T3' <sub>bis nE1</sub> : L'enseignant diffuse une vidéo du lever de soleil	Montrer la série artistique des Nymphéas de Monet. Préciser également la maladie de Monet.  Compléter par une vidéo montrant le lever de soleil vu depuis une station orbitale	Mettre l'accent sur la notion de luminosité  Vidéo pour faire le lien avec la séance précédente	Optique
T4' <sub>nE1</sub> : L'enseignant amène les élèves à effectuer une observation de différentes photos	Par équipes de 2 ou 3 Appareil photo sur pied Prendre des photos d'un même lieu  Observer des photos d'un même lieu à différents moments de la journée	Pour voir comme Monet et mettre en évidence la luminosité Prolongement de la tâche précédente Une discussion possible avec les enfants devant le phénomène constaté (les élèves se rendent avec l'enseignant à l'endroit choisi à photographier, ex. le canal près de l'école)	Apprentissage expérientiel-socioconstructivisme

## PARTIE V : SYNTHÈSE GÉNÉRALE

---

Dans cette partie, nous rappelons les résultats principaux de notre recherche et nous les discutons par rapport à la littérature. Nous discutons ensuite de ses apports et de ses limites. Pour cela, nous discutons de notre méthodologie d'analyse, puis de la pertinence de notre cadre théorique par rapport à nos résultats ainsi que des améliorations possibles dans une approche de type Design Based Research. Enfin, nous précisons les apports que nous considérons comme majeurs dans notre thèse et les perspectives de recherche future qui seraient à envisager. Notre motivation pour arriver vers ces objectifs de recherche provient d'une réflexion basée sur le besoin de lier la recherche en éducation et notamment en didactique avec le terrain et la pratique enseignante. Cette réflexion est également mise en exergue par Duke et Pearson :

La question centrale qui se pose aujourd'hui aux chercheurs est celle de savoir comment ils peuvent aider les enseignants à intégrer dans leur pédagogie des tâches cohérentes avec les résultats de la recherche. En effet, c'est une chose de démontrer que si l'on enseigne une stratégie durant dix semaines les élèves en tireront profit lors d'un test standardisé. C'en est une autre de savoir comment, au sein de la classe, planifier l'enseignement (2002, p. 233).

## Chapitre 1. Synthèse et discussion des résultats de notre recherche

Dans ce chapitre, nous rappelons les résultats principaux de notre recherche et nous les discutons par rapport à la littérature. En premier lieu, nous tentons de décrire la manière dont un groupe d'enseignants prépare un scénario pédagogique sur la lumière et les ombres après leur avoir présenté la notion de modèle précurseur. En deuxième lieu, nous décrivons la manière dont un des enseignants du groupe met ce scénario en œuvre dans sa classe, la manière dont il réagit par rapport à sa pratique et les propositions d'amélioration de ce scénario pédagogique qu'il formule. Enfin, nous discutons de l'appropriation par les enseignants d'un modèle précurseur autour des notions de la lumière et des ombres afin d'enseigner ces notions aux élèves de Grande Section d'école maternelle.

Plus précisément, en ce qui concerne notre premier objectif, qui cherche à décrire « comment les enseignants préparent un scénario sur les notions de la lumière et des ombres ? », nous nous penchons sur l'étude des praxéologies didactiques du groupe d'enseignants pour les notions en question. Quant au deuxième objectif, nous étudions les praxéologies didactiques de l'enseignant E1 pour décrire comment il met en œuvre ce scénario dans sa classe. Enfin, dans le but d'étudier si les enseignants peuvent s'approprier le concept de modèle précurseur, nous repérons les éléments du modèle précurseur que nous appliquons dans la praxéologie de référence, dans les praxéologies didactiques du groupe et de l'enseignant E1. Nous cherchons également à voir s'il y a une éventuelle évolution entre la praxéologie de E1 et la nouvelle praxéologie de E1.

### 1.1 Premier objectif de recherche : étude de la praxéologie didactique du groupe pour décrire comment les enseignants préparent le scénario

Pour construire la praxéologie didactique du groupe, rappelons que nous avons consulté, d'un côté, les fiches de préparation pour repérer les types de tâche et les techniques proposés par les enseignants et, d'un autre côté, les transcriptions des entretiens semi-directifs et la transcription de la réunion du groupe pour repérer les éléments de technologie et de théorie. Le groupe d'enseignants propose des fiches de préparation avec des caractéristiques assez classiques par rapport aux fiches de préparation que les enseignants ont l'habitude de préparer : il y figure d'abord le domaine qui est celui d'explorer le monde, ensuite les compétences visées en fin de cycle, les objectifs de la séance et les prérequis. Ensuite, les enseignants présentent les modalités, le matériel et le déroulement de chaque séance. Enfin, ils exposent les critères de réalisation et les critères de réussite. Plus précisément, dans le but de proposer ce scénario pédagogique, ils le situent par rapport au bulletin officiel (BO spécial n°2, 2015), autrement dit par rapport à sa dimension institutionnelle. Ensuite, ils expriment les objectifs des séances : « comprendre que la lumière est une entité distincte par rapport aux sources et différencier « lumière » de « source lumineuse » et « Comprendre la propagation rectiligne de la lumière qui explique le phénomène de l'ombre. Toujours associer l'ombre à sa source lumineuse. Comprendre que l'ombre n'est pas que la trace au sol ou au mur (notion d'ombre portée). », correspondent au cahier de charges que nous avons transmis aux enseignants une semaine avant la réunion de travail et au modèle précurseur défini dans l'article de Ravanis



(2010) et de Delserieys et al. (2018).

D'abord, quant aux types de tâche, les enseignants commencent par le recueil des conceptions initiales des élèves pour chaque nouvelle notion étudiée. Un autre type de tâches que nous observons systématiquement en fin de séance pendant les trois premières séances, est celui de proposer un retour de la part des élèves par rapport aux tâches effectuées. En ce qui concerne les techniques employées pour effectuer les tâches de ce scénario, les enseignants recourent souvent à l'élaboration d'une affiche collective après avoir posé une question aux élèves ou après un échange oral avec l'enseignant. Selon Chevallard (1999), il existe généralement une seule technique pour chaque type de tâches ou un petit nombre de techniques qu'une institution reconnaît pour la mise en œuvre d'un type de tâches. Selon le chercheur les enseignants vont considérer une technique comme « naturelle » si elle est reconnue par leur institution mais en même temps ils ignoreront les « techniques alternatives possibles », qu'ils vont considérer en tant qu'artificielles et possiblement inacceptables.

Nous considérons que les enseignants recourent souvent à certaines techniques qui sont reconnues par l'institution « Ministère de l'Éducation Nationale ». Selon Chevallard (1999), c'est un effet produit chez les acteurs des institutions, ici chez les enseignants. Ces derniers considèrent ainsi, une technique comme « naturelle » si elle est reconnue par l'institution « Ministère de l'Éducation Nationale », élément que nous repérons par exemple dans les directives données aux acteurs de l'éducation pour l'école maternelle par le Bulletin officiel n°31 du 30 juillet 2020. Nous présentons un extrait du Bulletin officiel pour illustrer ces techniques proposées par le groupe d'enseignants dans notre exemple. Plus précisément, il est mentionné que l'enseignant :

aide à identifier les objets sur lesquels portent les apprentissages, fait acquérir des habitudes de travail qui vont évoluer au fil du temps et que les enfants pourront transférer. Pour ce faire, il s'attache à faire percevoir la continuité entre les situations d'apprentissage, les liens entre les différentes séances. Pour stabiliser les premiers repères, il utilise des procédés identiques dans ses manières de questionner le groupe, de faire expliciter par les enfants l'activité qui va être la leur, d'amener à reformuler ce qui a été dit, de produire eux-mêmes des explications pour d'autres à propos d'une tâche déjà vécue.

Quant aux technologies repérées, l'élément qui revient dans nos données en tant que justification de la technique choisie par le groupe, c'est l'utilisation de pratiques habituelles des enseignants. En effet, tant dans les entretiens semi-directifs que dans la réunion du groupe nous avons souvent repéré certaines pratiques répétées quand ils s'expriment sur la mise en œuvre d'une séance en éducation scientifique dans la classe. Cela montre probablement la place du vécu dans la préparation des séances par un enseignant et que ce dernier part souvent de ses expériences pour arriver à une proposition concrète ; il s'appuie sur sa coutume didactique (Balacheff, 1988), c'est-à-dire sur « certains aspects plus permanents du fonctionnement social des situations d'enseignement » (Astolfi et al., 2008, p. 61). En ce qui concerne le dernier élément des praxéologies didactiques du groupe, la théorie, nous repérons quelques éléments du modèle précurseur à l'instar de « La lumière en tant qu'entité distincte dans l'espace », « L'ombre en tant que phénomène physique » et « La propagation rectiligne de la lumière » qui nous amènent à considérer que l'hypothèse théorique sous-jacente concerne l'optique géométrique. Par ailleurs, comme nous l'avons souligné dans les différents tableaux construits concernant les praxéologies didactiques du groupe, le cadre socioconstructiviste semble être compatible avec les types de tâche proposés. Comme nous l'avons présenté dans le cadre théorique, pour Chevallard (2017, p. 34) le bloc du logos relatif à la technologie et à la théorie

est souvent « quasi inexistant ». Cependant, il y a dans ce cas *génération « spontanée »* d'un succédané personnel ou institutionnel de technologie, « bricolé » sous l'influence d'une théorie également « spontanée » et « bricolée ». Cela permet, selon le chercheur, aux instances humaines de « donner du sens » à ce qu'elles font, c'est-à-dire à la mise en œuvre de la technique  $\tau$ . Comme nous l'avons déjà souligné la technologie  $\theta$  a pour fonction de justifier la technique  $\tau$ . Dans ce cas, nous pouvons considérer que le groupe d'enseignants, influencé par l'institution « Recherche en Didactique des Sciences », arrive à la génération « spontanée » des éléments du modèle précurseur, « bricolé » en s'appuyant sur des éléments théoriques issus de l'optique géométrique.

Dans ce sens, nous considérons que les enseignants ont pris en compte le cahier des charges. Cependant, en ce qui concerne la description des tâches, nous constatons que les séances portant sur le concept de lumière ne s'appuient pas sur des propositions concernant la propagation rectiligne de la lumière. Les enseignants proposent quatre séances où ils combinent des pratiques habituelles de l'école maternelle, comme nous le repérons par le type de tâche : « tri d'images », mais ils conçoivent également des tâches pour accomplir leur objectif basé sur le modèle précurseur à l'instar de la chasse au trésor dans une salle obscure. Selon Chevallard (2002), les tâches que les élèves effectuent en classe relèvent d'un genre de tâches qui est *culturellement connu des élèves*. Comme nous l'avons souligné, cette tâche en particulier peut « cacher » une tâche d'un certain type  $T$  qui soit problématique pour les élèves. Dans notre cas, selon la praxéologie didactique du groupe, quand les élèves sont amenés dans la salle de motricité pour effectuer une « chasse aux doudous » dans l'obscurité, on souhaite qu'ils construisent une technique et une technologie qui permettent de résoudre ce type de tâche, autrement dit un bloc  $[\tau/\theta]$ . D'après Chevallard (2002), on dispose dans ce cas d'une tâche *motivante* et d'une tâche *motivée*. Dans notre exemple, nous considérons que la tâche motivante, qui est culturellement connue aux élèves, s'articule autour de la « chasse au trésor dans la salle de motricité » et la tâche motivée consiste à « trouver des objets dans une salle obscure » où les élèves doivent construire une technique afin de résoudre la tâche et une technologie qui contient « la lumière comme entité autonome » afin de construire une partie du modèle précurseur.

Les enseignants n'ont pas repris toutes les notions et tâches évoquées pendant la réunion collective. Plus précisément, les extraits suivants font référence à une négociation entre plusieurs types de tâche qui peuvent apparaître comme « *routinières* » (Chevallard, 1997) à l'instar du « tri d'images », de l'« élaboration d'un dessin » et de l'« observation de peintures » et il nous semble intéressant de décrire l'évolution de cette négociation. Nous présentons cet exemple pour mettre en valeur le travail collaboratif entre les enseignants qui concluent, comme nous l'observons dans la fiche de préparation (annexe 4), au tri d'images. Pendant la réunion, il a d'abord été question d'un tri d'images de différentes sources lumineuses. Les enseignants voulaient se centrer sur les différentes sources lumineuses pour amener les élèves à distinguer les sources primaires des sources secondaires. De même, ils font référence aux sources d'origine naturelle et à celles d'origine artificielle. L'enseignante E4 propose le tri d'images et explique directement l'objectif correspondant. Il semble qu'elle souhaite amener les élèves vers l'idée de l'existence de la lumière qui n'est pas provoquée par une source que nous manipulons, possiblement pour arriver vers l'existence autonome de la lumière dans l'espace (*Donc ils vont peut-être se rendre compte qu'il y a des artificielles... que les hommes... des sources un peu... et des sources naturelles comme le soleil comme le solaire bah la lumière est là quoi c'est pas nous qui...*).

E4 : Peut-être que la deuxième séance ça sera intéressant de trouver les différentes sources de lumière donc je pense qu'un tri... pour moi un tri d'images ça peut être quand même intéressant. Donc l'objectif ça serait quels peuvent être les sources lumineuses. Qu'est-ce qui n'est pas une source lumineuse qu'est-ce qui en est une ?

E3 : Et la source lumineuse primaire comment on dit enfin la source primaire  
 E4 : Donc ils vont peut-être se rendre compte qu'il y a des artificielles... que les hommes... des sources un peu... et des sources naturelles comme le soleil comme le solaire bah la lumière est là quoi c'est pas nous qui...  
 E3 : Mais j'aimais bien aussi l'idée d'objet diffusant en fait  
 E2 : La lune par exemple  
 E3 : Oui même un objet qui diffuse enfin qui réfléchit en fait, un miroir  
 E2 : Un miroir  
 E1 : Un miroir  
 E3 : Un miroir par exemple. Qu'on ait à la fois la source lumineuse et l'objet qui peut diffuser

#### **Extrait n°25 de la transcription de la réunion du groupe**

Dans l'extrait 26, nous observons qu'ils réfléchissent ensemble en ce qui concerne deux types de tâche, ceux du « tri d'image » et de l'« élaboration d'un dessin ». E1 souligne que le contenu des images va définir l'objectif de la tâche. L'enseignant E4 de son côté met l'accent sur le vocabulaire à utiliser en donnant les consignes aux élèves. Plus particulièrement, E4 explique qu'avec l'utilisation du mot « objet » ils ne pourront par exemple pas inclure la lune. Il y a une anticipation et une analyse *a priori* de la part des enseignants en ce qui concerne les capacités des élèves par rapport à l'objectif de la tâche. Cela est possiblement dû à l'expérience des enseignants avec les élèves de maternelle. Même quand ils se basent sur des types de tâche « routinières », ils étudient leur contenu collectivement.

E4 : Je pense que dans un premier temps déjà peut être trier les sources  
 E1 : mais à partir de ce qu'ils ont vu  
 E4 : et peut être rajouter quand même des choses... un peu de pièges ou...  
 E1 : ça dépend si tu veux qu'ils... si tu veux voir leur réponse ou si tu veux...  
 E4 : Ou alors on leur demande de dessiner... Enfin c'est peut-être compliqué mais... des objets qui produisent de la lumière mais si on dit le mot objet ils penseront jamais à la lune par exemple  
 E1 : Voilà c'est ça ! est-ce qu'on leur met la lune pour montrer ou est-ce qu'on...

#### **Extrait n°26 de la transcription de la réunion du groupe**

Les enseignants discutent du contenu d'une éventuelle tâche par rapport à l'élaboration d'un dessin après la proposition de l'enseignant E4. Plus particulièrement, E3 propose de changer le paramètre « lumière » et d'élaborer un dessin avec des conditions de lumière naturelle différentes. Il est question au début de dessiner un objet plusieurs fois dans la journée :

E3 : S'ils peuvent dessiner quelque chose avec des différentes lumières en fait  
 E4 : Oui c'est ça je pense qu'il faut essayer  
 E1 : Oui un le matin  
 E2 : La manière de faire, de prendre un objet et le dessiner plusieurs fois dans la journée plusieurs enfin un ou deux jours en espérant que la météo ça va...  
 E1 : Même le matin quand t'arrives ça fait la nuit un peu

#### **Extrait n°27 de la transcription de la réunion du groupe**

Ensuite, E4 propose de prendre en photo l'objet à dessiner afin de l'observer à des moments distincts de la journée. Puis, les enseignants s'interrogent autour des conditions nécessaires afin de mener une telle tâche et atteindre une situation pareille que pour l'œuvre les Nymphéas de Monet. E3 souligne les conditions du terrain en maternelle en expliquant qu'une sortie dans la cour de l'école correspond à une éventuelle agitation des élèves et explique qu'il faudrait rester jouer en extérieur à la fin de cette tâche. Il semble que ces conditions ne correspondent pas aux attentes des enseignants, ainsi le dialogue amène l'enseignant E4 à proposer cette tâche en intérieur.

E4 : On va le prendre en photo on observe on écrit... On va prendre une photo et on revient à la fin de la matinée en

début d'après midi

E2 : et il sera le mois de juin là ça limite et si on le refait on va le faire peut-être en hiver. On verra plus ça sera plus nuancé

E3 : Et après peut-être on joue parce que à l'extérieur ça va être effectivement compliqué

E4 : Sinon à l'intérieur et puis on

E3 : à l'intérieur et puis on

E2 : Mais comment on va faire comprendre...

E3 : Mais tu baisses les volets petit à petit en fait

#### **Extrait n°28 de la transcription de la réunion du groupe**

Dans l'extrait 29, il est particulièrement intéressant d'observer la négociation entre les enseignants en ce qui concerne les deux propositions en question : l'élaboration d'un dessin avec une observation directe ou l'élaboration d'un dessin à partir d'une photo. E2 souligne qu'il serait plus facile de travailler à partir de photos du point de vue de la gestion de la classe. De son côté, E3 met l'accent sur l'importance du fait que les élèves vivent cette expérience d'abord pour mieux appréhender la tâche suivante qui concerne un travail autour des Nymphéas de Monet et puis pour souligner qu'il est préférable que l'enfant soit au centre de l'activité (*Oui mais c'est toi qui prends les photos. Ça ne sera pas la même chose*). Par ailleurs, E3 souligne les difficultés pratiques d'une tâche où l'élève est amené à dessiner un objet et l'enseignant change la luminosité grâce aux volets. L'enseignant anticipe le comportement des élèves en précisant qu'il est probable que les élèves se dirigent vers le dessin de leur voisin, ainsi l'objectif ne sera pas atteint.

E4 : Ils doivent dessiner ce qu'ils voient mais tu crois qu'eux ils vont avoir la finesse de dessiner quelque chose qui sera différent à chaque fois ?

E2 : Je préférerais... qu'ils prennent des photos ?

E3 : Oui mais c'est toi qui prends les photos. Ça ne sera pas la même chose

E2 : Oui mais je dis par rapport à un dessin c'est plus facile de voir une photo que...

E4 : Ah oui

E3 : Ah oui. Oui mais même eux ils vont se rendre compte que c'est quand même compliqué avec une lumière ou sans lumière et on n'a pas la même notion, on ne peut pas voir bien. Parce que si on descend les volets ils vont regarder le dessin du voisin et sinon il n'y a plus du tout...avec la lumière c'est plus facile et puis on ne voit pas les choses de la même façon...Parce que là les nymphéas ce qui est compliqué c'est que nous on va leur dire que c'était un différent moment ils ne vont pas le vivre

E4 : Oui

#### **Extrait n°29 de la transcription de la réunion du groupe**

Dans l'extrait 30, nous pouvons observer la manière par laquelle les enseignants sont amenés à proposer une tâche qui concerne l'observation des œuvres d'art. D'abord, l'enseignant E3 évoque l'idée d'une visite au musée qui pourrait être intéressante afin d'observer la lumière sur les peintures. L'enseignant E1 rebondit sur cette proposition, et fait référence à un artiste italien dont les œuvres sont caractérisées par une luminosité particulière. D'ailleurs, comme l'époque où les œuvres ont été peintes date du début des années 1600, l'enseignant explique qu'ainsi il serait plus facile de restreindre le champ d'observation en laissant de côté les sources lumineuses électriques.

E3 : ça serait intéressant d'aller au musée des beaux-arts et de voir la lumière dans les tableaux il y a des tableaux très sombres.

E1 : Oui ça va t'as l'éclairage là sur Le Caravage où sur les côtés avec la... pour... comment ça se fait qu'on voit le début ou les côtés du tableau mais il y en a plein comme il y a sur les côtés et à votre avis c'est quoi ? et là tu peux avoir plein de réponses...et puis dans cette époque-là ils avaient pas de lumière ils avaient pas d'électricité

E4 : ça serait intéressant aussi de voir des œuvres d'art qui évoquent la lumière

E1 : mais là ils vont parler des sources lumineuses quoi ça peut être une bougie ça peut être ça c'est intéressant aussi quoi

E4 : mais oui des fois on a la lumière mais on ne voit pas d'où elle vient enfin on voit d'où elle vient mais on sait

pas quelle est la source lumineuse

E3 : Mais trouver des tableaux qui évoquent la lumière ça serait sympa

#### **Extrait n°30 de la transcription de la réunion du groupe**

Dans l'extrait n°31, l'enseignant E4 rappelle au groupe sa proposition concernant l'élaboration d'un dessin et ramène la discussion autour des conditions pour effectuer cette tâche à l'intérieur de la salle. L'enseignant E3 met l'accent sur la notion de l'intensité de la lumière. Nous avons incité les enseignants à réfléchir autour de l'objectif d'une telle tâche. A la fin de l'extrait, nous aboutissons à l'idée de la lumière en tant qu'entité autonome dans l'espace.

E4 : dessiner...moi j'aimais bien l'idée d'un objet simple

E3 : Pour faire quelque chose vraiment dans le noir total, dans la pénombre et avec la lumière artificielle... la lumière (...) Parce qu'avec la pénombre il y a quand même de la lumière nous on arrive à voir, la lumière est là quand même c'est plus ou moins intense en fait c'est l'intensité qu'on va avoir, qu'on va mesurer

C : Quel sera l'objectif de cette activité ?

E3 : Bah comprendre qu'il y a de... fin que c'est la lumière, la lumière quand même présente autour même s'il y a pas forcément la source lumineuse fin définir ou justement on a lumière artificielle dans la pénombre il y a quand même de la lumière plus ou moins et ça permet de la matérialiser...non ?

C : Donc ça sera comme une prolongation de la première séance

E3 : Oui je sais pas...si on veut vraiment comprendre ce qui est la lumière...sauf que là on varie à l'intensité de la lumière

E2 : Oui c'est leur faire comprendre...c'est pas tout est tout vert ou tout est...il y a différent...

E3 : La lumière est toujours là sauf s'il y a noir total et quand elle est là elle a des intensités plus ou moins fortes et on reste vraiment sur la notion de lumière...non ? je ne sais pas peut être que...

#### **Extrait n°31 de la transcription de la réunion du groupe**

Dans l'extrait 32, l'enseignant E4 recentre la discussion autour de l'idée de l'élaboration d'un dessin. Les enseignants sont amenés à réfléchir autour de l'objet à dessiner et ils pensent aux conditions matérielles. D'un côté, il est question de la simplicité de l'objet à dessiner. Cet élément semble préoccuper les enseignants dans un souci de copier les dessins, autrement dit, les élèves pourraient avoir une tendance à dessiner la même chose sans se focaliser sur les différentes intensités de la lumière. De l'autre, il est question du déroulement de la tâche et de la mise en place des élèves pendant la tâche, de l'objet et de la luminosité de la pièce. Il semble que les enseignants dans leur proposition, traduisent la capacité de voir plus ou moins facilement l'objet, par l'existence de la lumière (*Et voir qu'on a eu du mal à voilà et pourquoi on a eu du mal parce qu'il n'y a pas de lumière...*). Il est intéressant de souligner que pendant la mise en œuvre de la première séance par l'enseignant E1, il fait le même parallèle dans la classe en demandant aux élèves « quand il était plus facile de repérer les doudous dans la salle de motricité, au début où la salle était dans l'obscurité ou ensuite quand il a ouvert les volets ». Nous faisons l'hypothèse que cette conception « facilité de voir-quantité de lumière dans la pièce » pour aborder la notion de la lumière en tant qu'entité autonome, fait partie des connaissances de contenu des enseignants.

E4 : Oui je trouve que ça peut être intéressant ça. Et du coup de leur faire dessiner

E3 : Oui c'est ça ou faire quelque chose soit dessiner ou je sais pas

E4 : S'ils dessinent il faut que ça soit un objet simple mais ils vont peut-être avoir tendance à dessiner toujours la même chose

E2 : Ah oui je pense

E4 : Ou alors il faut d'abord démarrer dans l'obscurité et leur faire dessiner un objet qu'ils ne voient pas trop et petit à petit

C : On a un peu plus de lumière

E4 : Voilà et qu'ils se rendent compte

E3 : Ou faire quelque chose d'abord, avoir une activité je sais pas moi ou leur filer des perles ou des choses ça va

être beaucoup plus facile avec davantage de lumière je sais pas faire quelque chose

E2 : Moi je trouvais ça pas mal de dessiner et faire le parallèle du coup après avec...

E3 : Voir ce qu'on a fait avant

E2 : Et voir qu'on a eu du mal à voilà et pourquoi on a eu du mal parce qu'il n'y a pas de lumière... fin il n'y a pas du tout de lumière et puis là regarder...leur montrer que quelqu'un d'autre n'avait pas voilà et que là lui il ne va pas dans le noir mais qui n'a pas des différents moments...et que bah on a l'histoire de l'intensité mais on a aussi l'histoire de lumière qui n'est pas toujours...est toujours est toujours là et c'est différent aussi...non ? je sais pas...

### Extrait n°32 de la transcription de la réunion du groupe

Dans les extraits présentés ci-dessus (25 à 31), nous constatons que les types de tâche sont « *routiniers* » et que la tâche « préparer une séquence pour les notions de lumière et ombre » peut s'avérer « *problématique* » (Chevallard, 1997) pour les enseignants. Cette dernière tâche concernant la préparation de la séquence en question comporte un certain nombre de difficultés à son accomplissement car elle nécessite un certain nombre de connaissances portant sur l'optique géométrique qui ne font probablement pas partie de la praxéologie des enseignants au moment de la réunion collective. Les types de tâches proposés dans ces extraits mettent en évidence la polyvalence des enseignants de l'école maternelle, qui ne restent pas focalisés sur le processus didactique et sur les éléments de la physique, mais qui discutent autour d'autres éléments importants pour la mise en place d'une séquence dans la classe comme les conditions matérielles et le rôle de l'enseignant. Dans les extraits 25, 27, 30 et 31, nous constatons une intention de rapprocher la notion de lumière par rapport aux sources lumineuses et l'intensité de la lumière. Nous considérons que dans ce cas, il s'agit d'une génération spontanée des technologies portant sur des notions du concept de lumière sous l'influence de l'institution recherche en didactique des sciences, technologies qui leur permettent de donner du sens à la mise en œuvre des techniques qu'ils proposent. Quant aux extraits 26, 28 et 29, nous constatons cette transversalité et polyvalence qui caractérise un enseignant d'école maternelle car il est question d'une anticipation par rapport aux capacités des élèves, une attention au vocabulaire à utiliser dans la classe, aux conditions de la classe pour éviter une agitation et une attention particulière au rôle de l'enseignant dans la classe. Nous émettons l'hypothèse que les praxéologies didactiques d'un professeur de collège ou de lycée sont caractérisées plus par les savoirs en jeu et moins par une transversalité comme celle des professeurs des écoles.

Après avoir étudié notre premier objectif de recherche et avoir construit les praxéologies didactiques du groupe pour les quatre séances, nous en arrivons à l'idée que les enseignants ne s'éloignent pas souvent de leurs repères et pratiques habituelles de la classe. Avec la présentation des extraits de la réunion du groupe, nous avons voulu mettre en valeur la richesse du travail en groupe, la polyvalence des enseignants et la négociation des techniques qui peut avoir lieu pour arriver à une proposition concrète. D'un côté, les résultats des enquêtes nationales et internationales qui concernent le niveau des élèves en sciences et de l'autre la désaffection des élèves et souvent des enseignants envers les sciences nous amènent à nous pencher sur une nouvelle manière de travailler à l'école dans le but de montrer qu'avec une volonté collective la situation peut commencer à évoluer. La nécessité d'une formation continue est d'actualité et cette première discussion autour des résultats portant sur le premier objectif de cette recherche nous amène à considérer l'importance d'une formation bien structurée afin de réussir un partage de praxéologies entre les chercheurs, les formateurs éventuels et les enseignants dans une institution créée pour ce partage, indépendamment de l'institution dont ils font partie et des praxéologies préexistantes de chacun, ayant comme but l'éducation scientifique à l'âge préscolaire.

## 1.2 Deuxième objectif de recherche : étude de la praxéologie didactique de E1

Pour construire et étudier la praxéologie didactique de E1, nous rappelons que nous avons consulté tout d'abord la prise des notes après visionnage des enregistrements vidéoscopiques de chaque séance pour repérer les types de tâche et les techniques utilisées. Puis, nous avons consulté le contenu du guide d'analyse complété par l'enseignant E1 pour chaque séance et la transcription des entretiens d'autoconfrontation afin de repérer des éléments concernant la technologie et la théorie.

### 1.2.1 La première séance

En ce qui concerne le déroulement de la première séance, comme prévu dans la fiche de préparation, E1 donne les consignes aux élèves pour effectuer le dessin et il leur demande « qu'est-ce que c'est pour vous la lumière ». Puis, il note leurs réponses sur le tableau. Cependant, aucune utilisation n'est faite de ces dessins, ils ne sont ni expliqués l'un après l'autre par les élèves, ni affichés sur le tableau par exemple. Le temps consacré à la mise en œuvre des dessins pourrait être considéré comme un moment qui invite les élèves à réfléchir individuellement sur la notion en question. Nous considérons que cette technique ne fait probablement pas partie de la praxéologie de E1 et qu'il la met en œuvre mécaniquement afin de suivre le scénario.

De son côté, E1 lors de son analyse, explique qu'il aurait dû se focaliser sur la notion de la lumière provenant du soleil afin de faire émerger les conceptions des enfants liées à la notion de la lumière en tant qu'entité autonome dans l'espace sans se focaliser sur les sources lumineuses. L'enseignant mentionne que le mot « soleil » est un terme clé pour effectuer cette tâche : *« Le soleil est intéressant car il est plus adapté pour faire émerger l'idée d'entité autonome. Il faudrait pouvoir orienter le débat sans pour autant induire des réponses des enfants. On pourrait ainsi voir ce que les enfants associent avec le mot soleil. »*. E1 souligne, pendant l'entretien d'autoconfrontation, qu'il y a une absence d'analyse a priori de la part du groupe, concernant le recueil de conceptions des élèves avant de proposer la technique du dessin. Il note également un manque de variété de réponses de la part des élèves. Il met l'accent sur le fait que les élèves pensent souvent que la lumière c'est par exemple l'ampoule parce qu'ils se rattachent à ce qu'ils voient : *« Eux, c'est ce qui pensent... ils essaient de se rattacher sur quelque chose qu'ils voient je pense que c'est ce qui leur pose problème...on avait pas anticipé du tout ce problème là quand on a fait le...tu vois quand on a décrit l'objectif, la description on n'avait pas du tout pensé à ça on pensait qu'ils iraient...Quand on leur demande par exemple dans d'autres thèmes scientifiques, on leur demande leurs représentations initiales tout de suite ils ont quelque chose à dire, là je pense qu'il y avait beaucoup qui étaient bloqués et qu'ils sont restés sur l'ampoule, l'électricité donc...bon »*. Il semble que pendant cette tâche, l'enseignant ne soit pas très satisfait de la mise en œuvre, car selon lui, il n'a pas pu construire et utiliser un tableau avec les conceptions des élèves. C'est peut-être pour cela qu'il exprime son souhait, pendant l'analyse, de se focaliser sur la notion de la lumière en provenance du soleil en faisant le lien de cette notion avec la considération de la lumière en tant qu'entité autonome dans l'espace. Il semble que le rapport personnel de E1 à l'objet « recueil des conceptions initiales des élèves » n'est pas conforme au rapport institutionnel des sujets d'une institution comme la recherche en didactique des sciences car le recueil des représentations initiales consiste à se rendre compte des représentations des élèves sans orienter les conceptions

des élèves. E1 d'un côté souhaite orienter le débat « *Le soleil est intéressant car il est plus adapté pour faire émerger l'idée d'entité autonome. Il faudrait pouvoir orienter le débat sans pour autant induire des réponses des enfants.* » et de l'autre ne tient pas en compte ce que les élèves ont dessiné.

En ce qui concerne le jeu de la « chasse au trésor », les élèves n'entrent pas tous ensemble dans la salle de motricité pour chercher les doudous, comme il est prévu dans la fiche de préparation. Au début, un seul groupe entre dans la salle en obscurité pour chercher les doudous cachés. A la sortie du groupe de la salle de motricité, les élèves discutent avec l'enseignant concernant la facilité de trouver les doudous. Les élèves sont incités à proposer d'autres solutions. Un élève suggère d'ouvrir la porte de la salle et l'enseignant invite les élèves à présenter également d'autres propositions. Parmi ces dernières, il est question de rentrer dans la salle avec une source lumineuse artificielle, et il s'agit de ce qui sera tester en premier. A ce point, l'enseignant change un peu la tâche initialement prévue. Il était question d'éviter les sources lumineuses artificielles afin de se centrer sur la lumière naturelle. Il a été proposé au sein du groupe d'éviter les autres propositions à l'instar de l'interrupteur de la classe qui « ne marche plus ». Il était souligné qu'il fallait éviter la lumière artificielle dans cette tâche. L'enseignant E1 explique qu'il n'a pas suivi le scénario prévu car il a voulu tester les idées des élèves. « *Bah c'est une production de lumière je pense et puis on avait vu ils ont quand même parlé, on revient avec le soleil ce qui a servi à la première séance on a parlé de soleil et d'électricité d'ampoule bah c'est quand même leurs représentations initiales c'est dommage de passer à côté après on peut peut-être les mettre à côté, tu vois dire finalement l'ampoule on ne va pas en trop parler mais quand on ouvre la porte qu'est-ce qui passe ? là il n'y a pas d'ampoule et pourquoi on voit mieux ?* ». Plus particulièrement, il explique la raison pour laquelle il ne met pas l'accent sur la lumière naturelle dans la salle : c'est plutôt pour se servir des représentations des élèves. Il semble donc que l'enseignant E1 soit guidé par son expérience personnelle en tant que professeur des écoles et qu'il réadapte le scénario initialement prévu à ses besoins. Enfin, tous les élèves entrent dans la salle et l'enseignant entame une discussion en demandant d'abord comment ils ont fait à chaque fois pour trouver les doudous et puis en se centrant sur la facilité de trouver les doudous à chaque étape de cette expérience.

Nous observons que E1 et le groupe ne partagent pas la même praxéologie pour cette tâche. La technologie justifiant la technique de E1 et la technique proposée par le groupe diffèrent. Le groupe propose d'éliminer les sources lumineuses artificielles dans ce type de tâche afin de suivre les objectifs du modèle précurseur. De son côté, l'enseignant trouve qu'il s'agit d'un point fort du scénario car à travers cette expérience, tous les enfants peuvent participer et s'interroger sur la notion de la lumière. E1 explique que c'est une véritable occasion à saisir afin de parler de lumière autonome et de montrer aux élèves qu'elle n'est pas étroitement liée aux sources lumineuses artificielles, voire aux lampes-torches. Cependant, cela n'est pas observé pendant la mise en œuvre de la séance. Plus précisément, lors de la discussion avec les élèves, E1 les amène à comparer l'utilisation d'une source lumineuse artificielle avec l'existence de la lumière naturelle dans la salle par rapport à la facilité de la mise en œuvre de la tâche (« *Quand c'était plus facile de trouver les doudous ?* »). Nous considérons que E1 a présenté une génération spontanée d'une technologie, au sens de Chevallard, afin qu'il puisse donner du sens à la mise en œuvre de la technique de ce type de tâche. Cependant, son rapport personnel à l'objet lumière n'est ni conforme à celui de l'institution « groupe d'enseignants », ni à celui de l'institution « recherche en didactique des sciences ».

Néanmoins, le rôle de l'enseignant dans ce type de tâche reste central parce que, comme E1 l'explique, si les doudous ne sont pas bien cachés, les élèves peuvent facilement les trouver par



tâtonnement et il n'y a plus nécessité de trouver une solution pour avoir de la lumière naturelle dans la salle. Enfin, l'enseignant estime qu'il n'a pas réussi à mener à bien cette première séance et que les objectifs n'ont pas été atteints. Il s'avère que ce type de tâche était « *problématique* » pour lui. Plus particulièrement, E1 considère qu'il n'a pas bien préparé cette séance ainsi que les objectifs définis en réunion collective n'ont pas, selon lui, été repris au cours de la séance. Nous soulignons, qu'à part un échange oral, il n'y a pas de trace écrite à l'instar d'une affiche collective comme prévu par le groupe d'enseignants. E1 ne donne pas une réelle justification de cette absence d'écrit collectif ni dans le guide d'analyse complété, ni pendant l'entretien d'autoconfrontation. Cependant, l'enseignant semble avoir une facilité à évaluer la mise en œuvre de la séance par rapport à l'objectif fixé : « *La séance 1 n'a pas atteint les objectifs. Préparation de la séance mal comprise par l'enseignant : les objectifs définis en réunion collective n'ont pas assez été repris au cours de la séance. La reconduire avec un autre groupe pourrait s'avérer judicieux.* ». Il est à noter qu'il est une grande qualité de pouvoir repérer les points forts et points les plus faibles de sa pratique et sûrement un point de départ pour améliorer sa pratique. Schön (1983) met l'accent sur la place donnée aux savoirs pratiques d'un professionnel, mentionnant qu'une « *pratique réflexive* » se construit par l'action. Selon ce chercheur, cette pratique aide les professionnels à se rendre compte de leurs connaissances implicites basées et apprises à travers l'expérience et l'action. Il est ainsi probable que l'enseignant E1 ait pu avoir cette posture à partir de la mise en œuvre de cette séance. Perrenoud (2018), ayant étudié le sujet de la pratique réflexive, souvent par une visée sociologique, souligne qu'il est important de former des enseignants à réfléchir sur leur pratique.

En effet, l'enseignant explique par lui-même pendant l'entretien d'autoconfrontation qu'il fallait insister sur le point qui concerne la lumière naturelle, comme évoqué aussi pendant la réunion de groupe, et il reconnaît avoir fait différemment en pratique. E1 souligne que la problématique autour de la lumière naturelle pourrait être approfondie par exemple par la simple question « que se passe-t-il lorsque la porte s'ouvre ? ». Enfin, l'enseignant E1 s'exprime sur la totalité de la séance en mettant l'accent sur l'importance pour l'enseignant de maîtriser bien les notions qui sont au centre de l'enseignement prévu : « *Bah moi ce que j'avais vraiment en tête c'était la source lumineuse, bah enfin qu'il y a une production de lumière...fin moi ce que j'avais en tête... après c'est pas... au final je trouve qu'on n'a pas, j'ai pas réussi à faire émerger ça, alors est-ce qu'ils l'avaient en tête ou pas ? Je pense que c'est confus mais j'ai pas réussi quoi, j'avais ça en tête quoi. Alors est-ce que c'est moi qui n'avais pas...alors c'est ce que j'ai dit aussi que l'enseignant n'a pas forcément les idées très claires pour la lumière bah c'est une notion complexe même pour un adulte, voilà. Alors est-ce qu'il faut qu'avant de faire cette séance que l'enseignant ait bien les idées au clair sur la notion de lumière et qui voit un peu comment il l'expliquerait ? ...c'est peut-être comme ça que je procéderais. Me dire voilà qu'est-ce que je sais sur la lumière voilà, qu'est-ce que je dois savoir maintenant et comment je l'explique aux enfants pour leur montrer la...et là peut-être que ça me permettrait d'avancer plus... ».*

L'enseignant explique qu'il a eu une véritable difficulté à voir quel était son objectif et il s'interroge sur les types de tâches proposés par le groupe après avoir effectué ce scénario dans sa classe et avoir visionné la vidéo de son activité dans la classe. Cela nous montre, d'un côté, que le rapport personnel de E1 à l'objet lumière n'est pas conforme aux institutions « groupe d'enseignants » et « recherche en didactique des sciences » et, de l'autre, que les moyens donnés de notre côté (articles envoyés et intervention de I) n'étaient pas suffisants afin de changer le rapport personnel de E1 à cet objet. Il semble de toute manière qu'il n'y a pas de rapport institutionnel à l'objet lumière pour les sujets de l'institution « école maternelle », comme nous l'avons déjà évoqué par le programme scolaire pour l'école maternelle. Ainsi,

faute d'autres formations en sciences, il semble que l'accès à l'objet lumière d'un point de vue institutionnel, a été fait à travers la participation de E1 à ce travail de thèse :

*« Moi en tant qu'enseignant et c'est ce qui se passe quand tu fais de l'électricité ou de la robotique tu sais vraiment bah tu sais vraiment où tu veux aller tu vois bien et tu peux réagir par rapport à ta...au modèle que tu veux amener voilà qu'il soit précurseur ou non quoi. Et je pense que je referai dans ce sens-là quoi avec toutes les précautions d'usage, tu vois si on veut pas la lampe torche que 'est-ce que j'ai ? tiens ! ils me parlent de soleil, tiens ! peut-être faire un... je mets le mot lumière ça me fait penser à quoi ? peut-être ça peut être ça ce qu'on fait lumière bah briller, ampoule bon peut-être ça je me dit tiens je vous donne le mot lumière qu'est-ce que vous associez comme mot avec le mot lumière tu vas avoir ampoule, électricité, soleil et puis dire ah bah soleil qu'est-ce que c'est la lumière du soleil par exemple et la dessiner. Je pense qu'en tant qu'enseignant il faudrait que j'aie les idées beaucoup plus claires ».*

### 1.2.2 La deuxième séance

En ce qui concerne le déroulement de la deuxième séance, nous nous focalisons d'abord sur la tâche relative aux tableaux des Nymphéas. Plus particulièrement, E1 affiche les photos, laisse les élèves les regarder et ensuite il leur demande s'ils ont des remarques à faire. E1 fait référence aux couleurs des tableaux et les élèves commentent selon ce paramètre. Les élèves se centrent beaucoup sur les couleurs des tableaux. Plus précisément, l'enseignant demande aux élèves : « la lumière elle est comment le matin ? ». Les réponses des élèves concernent de différentes couleurs. L'enseignant est amené à demander aux élèves si la lumière « elle a une couleur ». Il semble que les élèves font un lien entre les notions de lumière et de couleur. Deux réponses qui résument cela concernent l'avis que la lumière est jaune le matin et orange le soir : « *Oui le matin elle est jaune* », « *et le soir elle est plutôt orange* ». Cette centration des élèves sur la notion de couleurs peut être due aux questions posées par l'enseignant. Même quand l'enseignant pose des questions sur la notion de la lumière, les élèves continuent à se centrer sur la notion de couleurs. Cela pourrait avoir un rapport avec le contrat didactique établi entre l'enseignant et les élèves. Ils peuvent avoir l'habitude d'être guidés entièrement par les questions posées par l'enseignant pendant le déroulement d'une séance et recevoir un étayage (Bruner, 1983) établi par E1.

Dans cet exemple, nous constatons que le rapport personnel de E1 à l'objet lumière diffère du rapport institutionnel du groupe. Nous pensons que le fait que le rapport personnel d'un enseignant ne coïncide pas au rapport institutionnel d'une institution « groupe », qui propose un scénario, renforce l'idée que la participation à un groupe d'enseignants avec l'objectif d'un produit final (scénario de classe) ne signifie pas un partage de praxéologies entre ces membres après l'élaboration de ce produit. Il semble que l'enseignant accorde une attention particulière à la première tâche par rapport aux tâches prévues par le groupe. E1 consacre du temps à interroger les élèves sur les couleurs de chaque tableau, élément qui n'est pas précisé par le groupe, et qui amène l'enseignant à définir un nouveau type de tâches concernant le classement des tableaux peints par Monet. Pendant la première tâche, le groupe d'enseignants se réfère à une variété d'œuvres d'art et à un tri collectif qui concerne une différenciation d'œuvres d'art qui évoquent la lumière de ceux qui n'évoquent pas la lumière. E1 choisi de poser des questions et de discuter avec les élèves concernant les tableaux de Monet pendant la première tâche de cette séance et ensuite il les invite à effectuer un classement de ces tableaux.

A la fin de la séance, l'enseignant amène les élèves à l'expérience vécue par rapport à la chasse aux doudous. Il semble que E1 souhaite former une définition (tableau 36) avec les élèves :

« moi je voudrais donner une définition de la lumière », élément qui ne fait pas partie de la fiche de préparation. Cette différence nous amène à émettre l'hypothèse que E1 pourrait considérer qu'un concept de physique (comme la lumière) doit être défini précisément. C'est donc un rapport au savoir de type épistémologique que présente E1 ici. Compte tenu de la praxéologie de E1 pour l'ensemble du scénario, dans laquelle il propose systématiquement un retour ou une synthèse à la fin des séances, nous pourrions également émettre l'hypothèse que selon E1, l'apprentissage passe nécessairement par une conceptualisation et donc par la construction d'une définition. Dans ce cas, son rapport au savoir serait ici de nature psychologique (lié à une théorie de l'apprentissage).

En réponse à la question de E1, les élèves se réfèrent aux notions comme « l'ampoule », « l'électricité », « le soleil qui apporte la lumière ». Ainsi, l'enseignant avec comme objectif la définition de la notion en question, utilise la stratégie de demander une définition afin d'expliquer la notion à quelqu'un d'autre à l'instar de leurs camarades plus jeunes : « *Qu'est-ce que vous diriez aux moyens (élèves de moyenne section) que c'est la lumière ? Qu'est-ce que vous donneriez comme explication sur la lumière ?* ». Les réponses sont diverses (le soleil et l'éolienne). Ensuite, l'enseignant en ayant comme but la construction d'une définition sur la lumière pose un certain nombre de questions aux élèves à l'instar de : « *Est-ce que là il y a de la lumière ?* » (il point un endroit dans la classe), « *Comment ça se fait qu'il y a de la lumière ?* », « *Qu'est-ce qui fait de la lumière* », « *Est-ce qu'on a tout autour de nous de la lumière ?* », « *Alors qu'est-ce qui nous apporte la lumière ?* ». L'enseignant utilise également l'expérience vécue par les élèves lors de la première séance pour amener les élèves vers une définition « *Qu'est-ce qu'on a dit avec les volets ? Qu'est-ce qu'il se passait quand j'ouvre un peu les volets ? Qu'est-ce qu'on a vu ?* ». En portant un regard plus attentif aux questions posées par E1 pendant l'interaction avec les élèves (tableau 36), nous considérons qu'il y a une génération spontanée d'une technologie qui permet à E1 de justifier cette technique (les questions posées). Plus précisément, nous considérons qu'il y a une génération spontanée d'un « succédané institutionnel » influencé par l'objet modèle précurseur, afin d'amener les élèves à une identification de la lumière dans la classe.

Tableau 36-Dialogue entre E1 et les élèves pour élaborer une définition sur la lumière

E1 : « Est-ce que là il y a de la lumière ? » ( <i>Dans la pièce, les élèves répondent « non »</i> ) « Comment ça se fait qu'il y a de la lumière ? »
Joseph : Le soleil c'est une géant étoile
E1 : Alors tu ne me réponds pas. Qu'est-ce qui fait de la lumière ?
Joseph : La géante étoile est plus proche que les autres, donc elle fait plus de lumière que les autres
E1 : Est-ce qu'on a tout autour de nous de la lumière ?
Quelques élèves répondent « Oui » et quelques élèves répondent « Non »
E1 : Alors qu'est-ce qui nous apporte la lumière ?
Tom : L'étoile... ( <i>inaudible</i> )
E1 : Qu'est-ce que c'est que cette lumière que nous envoie l'étoile ?
Joseph : Je sais ! je sais ! c'est un trou noir
E1 : Les trous noirs ? Est-ce qu'on a parlé de trous noirs là ? Le trou noir qu'il absorbe de la lumière absorbe quoi ? Qu'est-ce qu'on a dit avec les volets ? Qu'est-ce qu'il se passait quand j'ouvre un peu les volets ? Qu'est-ce qu'on a vu ?
Paul : Bah un petit peu de lumière
E1 : Alors elle est sous quelle forme ? Comment vous la voyiez cette lumière ?
Tom : Par les yeux
E1 : Oui on la voit par les yeux. Qu'est-ce qu'on a vu ? Qu'est-ce qu'il a dit Joseph ? Qu'elle se ressemblait à quoi ?
Joseph : A un tube qui n'était pas écrasé du tout
E1 : Une sorte de tube...

Tom : Géante
E1 : Alors est-ce que ça peut faire une définition ? bon ...On va s'arrêter là

A la fin de la séance, certes E1 ne semble pas satisfait, mais il met fin à la séance « *Alors est-ce que ça peut faire une définition ? bon ...On va s'arrêter là* ». Quelques élèves parlent de soleil, cependant ils ne sont pas nombreux à reconnaître qu'il y a de la lumière autour de nous.

### 1.2.3 La troisième séance

En ce qui concerne le déroulement de la troisième séance, comme prévu dans la fiche de préparation, E1 effectue le recueil de conceptions initiales des élèves, sous forme de question autour de la notion de l'ombre et il note les réponses des élèves sur une affiche collective. Il semble que depuis le début, l'idée de la lumière et du soleil est souvent répétée mais l'idée du blocage de la lumière et de la propagation rectiligne de la lumière est rarement proposée par les élèves. Il s'agit d'un élément qui semble persister dans la pensée des élèves jusqu'à la fin de la séance car ils présentent les mêmes idées pendant et à la fin de tâches effectuées.

Pendant la deuxième tâche, les élèves semblent être incités à copier l'enseignant car à la sortie de la classe dans la cour, il montre aux élèves comment effectuer la tâche. Peut-être que si l'enseignant s'arrêtait à analyser la tâche avec les élèves au lieu de montrer ce qu'il fallait faire, ces derniers pourraient comprendre la raison pour laquelle ils doivent se placer d'une certaine manière devant le soleil et quels sont les éléments qui contribuent à la formation d'une ombre. Pendant cette tâche l'enseignant reste mobile entre les binômes, il pose des questions aux élèves qui n'arrivent pas à se placer et souvent il place les élèves et il réexplique ce que chaque membre d'un binôme doit faire. Nous considérons que cette mise en œuvre de la tâche pourrait avoir un rapport avec le contrat didactique établi entre l'enseignant et les élèves. Ils peuvent avoir l'habitude d'être guidés avec un étayage (Bruner, 1983) fort de la part de E1 pendant le déroulement d'une séance.

Pendant la discussion qui a lieu à la fin de cette première partie de la matinée, la plupart des élèves ne répondent pas aux questions de l'enseignant et ils semblent distraits. E1 invite les élèves à observer leur ombre par rapport aux changements de direction de leur corps mais les élèves n'évoquent pas la même direction de l'ombre indépendamment de la direction du corps. Plus particulièrement, il demande aux élèves : « *L'ombre elle était où ?* », « *Tu vois moi je suis en statue l'ombre elle est où ?* », « *à votre avis est-ce que vous avez une idée pourquoi elle est derrière ?* ». C'est à ce moment qu'il tourne autour de lui dans de différentes positions et il laisse les élèves observer ce qui se passe avec son ombre :

Elève : Toujours pareil

E1 : Toujours pareil où ça change ?

Elève : Toujours pareil

E1 : Est-ce que mon ombre change de place ?

Elève : Elle change de position

E1 : Pourquoi l'ombre elle est derrière ?

*Les élèves n'arrivent pas à donner une réponse cohérente.*

E1 : Est-ce que l'ombre elle est fraîche ? Est-ce que ça bloquait la lumière ?

Elève : Les trous noirs aspirent la lumière.

E1 : Est-ce qu'on a de trous noirs là ? non

Elève : S'il y a un trou noir au soleil

*L'enseignant ne répond pas et il explique juste les consignes de la tâche qui aura lieu à 14h.*

**Extrait n°33 de la transcription d'une partie de l'enregistrement vidéoscopique**

En ce qui concerne la mise en œuvre de la tâche à 14h, il semble que les élèves soient en difficulté car souvent ils n'arrivent pas à bien se placer pour tracer le nouveau contour de l'ombre. Cela pourrait être dû à un manque des consignes précises. E1 explique pendant l'entretien d'autoconfrontation : « *Là ils ne sont pas au bon endroit déjà d'entrée. Alors moi j'ai eu l'impression qu'ils voulaient absolument, et c'est ça qu'il leur pose problème, que l'ombre coïncide avec la première ombre qu'ils avaient prise quoi... Ils n'avaient pas tout suite compris qu'il fallait se remettre...* ». Il semble que les élèves essaient de se placer sur le contour de l'ombre obtenue pendant la matinée. Dans la discussion qui a eu lieu à la fin de la séance, les élèves semblent associer l'ombre à l'existence de la lumière mais ils n'arrivent pas à décortiquer et à expliquer le mécanisme de la formation de l'ombre. Les élèves ne parlent ni du blocage de la lumière par un objet opaque, ni de la propagation rectiligne de la lumière.

Nous émettons deux hypothèses relatives au fait que la tâche ne soit pas réussie. En premier lieu, il n'est pas question de propagation rectiligne de la lumière dans les deux premières séances portant sur le concept de lumière, même si cet élément était souligné dans le cahier des charges et évoqué pendant la réunion collective. L'enseignant met en œuvre la séance prévue dans la fiche de préparation mais les élèves ne semblent pas être conscients du phénomène à observer. En effet, les deux éléments nécessaires pour expliquer ce phénomène se résument au blocage de la lumière par un objet opaque et à la propagation rectiligne de la lumière, mais ils n'apparaissent ni dans le scénario, ni dans sa mise en œuvre. En deuxième lieu, nous considérons que le *topos*, le lieu, joue un rôle important dans la mise en œuvre de la tâche en question. Selon Chevallard (2002), le *topos* dessiné pour l'élève doit se situer dans une *zone d'étude proche* des activités didactiques antérieures de la classe. Imaginons que les élèves n'ont pas l'habitude de participer à des tâches didactiques dans la cour de l'école mais, qu'au contraire, ce lieu soit utilisé seulement pour jouer pendant la pause. De même, si les élèves n'ont pas l'habitude d'observer un phénomène de manière consciente dans un cadre didactique et de formuler des hypothèses, ils pourraient être en difficulté pendant ce type de tâche.

#### 1.2.4 La quatrième séance

En ce qui concerne le déroulement de la quatrième séance, comme prévu dans la fiche de préparation, E1 raconte une histoire sous forme de théâtre d'ombres. L'enseignant a prévu d'amener les élèves dans une salle qui dispose d'un vidéoprojecteur. Cependant, dans cette salle le vidéoprojecteur est placé très haut dans le plafond et l'enseignant utilise l'écran du Tableau Numérique Interactif à la place d'un mur blanc ou d'un drap. Puis, les marottes qu'il utilise pour raconter son histoire, sont en papier noir. Ce dernier élément confond (extrait 34) probablement les élèves, car ils semblent penser que ce choix de couleur est fait dans le but de créer une ombre. L'enseignant pourrait probablement utiliser cet élément pour parler du rôle de l'opacité d'un objet à la formation d'une ombre, au lieu de se centrer sur la couleur. Nous ne pouvons pas affirmer que ce choix de E1 soit lié à son rapport personnel à l'objet « ombre » car cela pourrait être lié à un manque d'anticipation et de préparation de la séance en question, et puis il s'agit d'un élément souligné par E1 dans le guide d'analyse complété.

E1 : Elles étaient comment mes marionnettes ?

Elève : Noires.

E1 : Et pourquoi elles étaient noires ? (...)

Elève : Pour que ça fasse de l'ombre

**Extrait n°34 de la transcription d'une partie de l'enregistrement vidéoscopique**

Quand l'enseignant incite les élèves à réfléchir par rapport à la séance précédente où ils ont dessiné le contour des ombres de leur corps à l'extérieur, ces derniers semblent associer l'idée de l'ombre à la lumière mais en se référant initialement à la lumière qu'ils voient sur l'écran (extrait 35) sans l'associer au vidéoprojecteur.

E1 : Qu'est-ce qu'il fait l'ombre là comme ça ? (...) Réfléchissez à ce qu'on a fait hier.

Elève : Parce qu'il y a la lumière de la télé et le papier et ça fait de l'ombre

E1 : Qu'est-ce que tu appelles la lumière de la télé Lucie ? Qu'est-ce qu'on a vu hier ? Quand on a l'ombre la lumière elle est où ? (...)

Elève : La lumière du projecteur

#### Extrait n°35 de la transcription d'une partie de l'enregistrement vidéoscopique

Par la suite, comme prévu dans la fiche de préparation, les élèves créent et présentent leurs propres histoires en groupe. Cependant, quant à la mise en œuvre du théâtre d'ombres des élèves, il semble que comme le vidéoprojecteur est placé haut par rapport à eux, excepté un groupe, le reste des élèves n'arrivent pas à former des ombres de leurs personnages de manière systématique. Ils ne sont même pas attentifs à la formation des ombres et n'arrivent pas à répondre aux questions de E1. Dans le guide d'analyse de la séance par E1, l'enseignant propose d'utiliser un drap blanc pour améliorer le dispositif proposé concernant la mise en œuvre de cette séance. Pourtant, le groupe avait proposé l'utilisation d'un drap pendant la réunion (E3 : *Mais ça peut être enfin... nous on l'a fait (le théâtre d'ombres) avec le corps enfin... on a un drap et...*), élément souligné également dans la fiche de préparation (Projection sur un drap blanc ou un mur blanc). Après la mise en œuvre de cette séance, nous considérons que le rapport public de E1 à l'objet « ombre » semble éloigné du rapport institutionnel du « groupe des enseignants » qui propose l'utilisation d'un drap blanc, et la formation des ombres avec le corps des élèves. Par ailleurs, ce rapport de E1 semble également éloigné de l'institution « recherche en didactique des sciences » car les connaissances sur l'objet ombre ne semblent pas maîtrisées par E1.

### 1.2.5 Une éventuelle évolution de la praxéologie didactique de l'enseignant E1 ?

En ce qui concerne les nouvelles fiches de préparation (annexe 9), nous rappelons que l'enseignant propose de changer seulement les séances qui concernent le concept de lumière. Quant aux séances relatives à la notion d'ombre, comme nous l'avons déjà mentionné, selon E1, c'est la gestion de la part de l'enseignant qui devrait s'améliorer afin d'avoir un rendu plus riche en termes d'apprentissage pour les élèves. Nous rappelons le passage indiqué lors de l'entretien téléphonique :

*« Ah bah en fait quand on a fait les séances sur l'ombre, sur les ombres j'ai trouvé que ça fonctionnait bien, que les enfants comprenaient un petit peu ce qu'on attendait d'eux et donc les échanges étaient assez intéressants et en fait les soucis sur les ombres était plus de mon côté à bien préparer les séances à voir bien le scénario, plus qu'un problème de fond. Tu vois dans la lumière je me posais des questions théoriques, je voyais bien que les enfants n'arrivaient pas à me répondre. Alors que sur les ombres je me souviens que même sur les séances dehors tu vois où l'ombre tournait il y avait pas de soucis, et les enfants non plus, à échanger...que tu vois tout ce que c'est du côté de modèle précurseur était plus facile à mettre en œuvre. Donc c'était pour ça que je n'avais pas changé. Après, on peut éventuellement voir s'il y avait que...en changeant les séances lumière ça a une incidence sur les séances ombres mais je pense que ça reste indépendant même si les deux sont liées je pense qu'on peut garder les séances ombres comme on les avait. ».*

En ce qui concerne les séances sur le concept de lumière, l'enseignant propose une série de changements dans les deux premières séances qui semblent être stratégiques et justifiées par rapport aux objectifs fixés par l'enseignant. Ces changements modifient la praxéologie didactique de l'enseignant qui semble avoir une prise de conscience et se rendre compte des « faiblesses » du scénario par rapport aux objectifs fixés par le modèle précurseur présenté aux enseignants :

*« je me suis dit qu'il fallait quand même qu'ils aient, qu'ils se confrontent à la lumière (...) et j'ai mis en début de deuxième séance j'ai mis des expériences sur la lumière, (...). Je me disais de leur montrer tu vois, si après la première séance ils commencent à voir la différence entre lumière et source lumineuse, de voir comment la lumière se propage. Il y a de matériaux par exemple, comme le mur où la lumière ne traverse pas, et matériaux où la lumière traverse, faire des expériences simples où ils voient la lumière, ils jouent avec la lumière éventuellement ils vont me poser des questions, j'essayerai de répondre bon...il faut qu'il y ait une partie un peu de manipulation qu'on n'avait pas dans la séance précédente, qui permettrait peut-être après d'être beaucoup plus riches sur la suite notamment avec les Nymphéas de Monnet, les tableaux. ».*

L'enseignant semble prendre en compte l'importance de travailler sur l'idée de la propagation rectiligne de la lumière et sur l'opacité de différents matériaux avant de passer sur les séances concernant la notion de l'ombre. Il s'agit d'un élément surligné dans la praxéologie de référence ainsi que dans le modèle précurseur lui-même. Nous observons que le rapport personnel de E1 à l'objet « lumière », et en conséquence à l'objet « modèle précurseur », a changé. En effet, le rapport institutionnel de E1 semble se rapprocher de celui de l'institution « recherche en didactique des sciences ».

L'enseignant devient plus concret dans sa nouvelle proposition de scénario car il se base sur son expérience précédente (mise en œuvre du scénario) et il établit une analyse *a priori* des conceptions des élèves sur la notion de la lumière ainsi qu'une analyse *a priori* concernant une série d'éventuelles réponses des élèves lors de la mise en œuvre de certaines tâches. En guise d'exemple, dans la première séance et le premier type de tâche, l'enseignant souligne une partie des mots attendus pendant le recueil de conceptions initiales des élèves (« *les mots attendus sont ampoule, électricité, soleil, étoiles, bougie, feu* ») et il met l'accent sur l'importance de l'élaboration d'une affiche dont il pourrait ensuite se servir dans d'autres tâches du scénario pour faire le lien entre les tâches ainsi qu'entre les séances. Nous observons que dans le nouveau scénario, l'enseignant change la technique de ce premier type de tâche. Dans l'ancien scénario la technique proposée concernait l'élaboration d'un dessin. L'enseignant avait expliqué même pendant la réunion du groupe qu'il serait lui-même « embêté » si on lui demandait de dessiner la lumière. Pareil, pendant la mise en œuvre de ce type de tâche nous observons qu'il ne se sert pas vraiment de dessins produits par les élèves. Dans le nouveau scénario l'enseignant propose la technique d'une question posée. Il s'agit probablement de quelque chose plus proche des pratiques de l'enseignant. Ainsi, nous observons un changement dans la praxéologie de E1, tant par rapport à la composante pratico-technique que par rapport à la composante technologico-théorique. En effet, il semble que la réflexion de E1 change à partir d'arguments théoriques, qui modifient sa technologie pour construire une nouvelle tâche associée à une nouvelle technique.

Un autre élément intéressant du nouveau scénario concerne la proposition de tâches après la mise en commun des représentations des élèves afin d'amener des éléments de réflexion sur les représentations des élèves. L'enseignant après avoir effectué une analyse *a priori*, souhaite proposer de tâches qui pourraient confronter les élèves à leurs propres conceptions à l'instar de

l'idée de l'électricité souvent répétée par les élèves en lien avec la notion de la lumière. L'enseignant tente d'accompagner les élèves dans leur réflexion vers l'association de la lumière naturelle au soleil afin de faire émerger l'idée d'entité autonome. E1 prend davantage conscience de l'importance de son rôle médiateur dans la classe. Cela montre que, d'un côté, la mise en œuvre du scénario proposé par le groupe et, de l'autre côté, la réflexion sur cette mise en œuvre ont probablement amené l'enseignant à construire des éléments théoriques sous-jacents à une technologie qui l'aident à proposer ces nouvelles tâches. Nous considérons ainsi que cet élément constitue un des effets positifs de la méthodologie mise en œuvre dans ce travail de recherche qui amène probablement l'enseignant E1 à développer une attitude réflexive sur sa pratique qui résulte une modification de sa praxéologie.

En ce qui concerne la deuxième séance, une attention particulière est prêtée au lien établi avec la première séance. En effet, E1 modifie sa praxéologie didactique en mettant en valeur ce qui a été évoqué lors de la première séance par le biais de la technique concernant l'utilisation de l'affiche construite pendant cette première séance. Ainsi, cette même affiche sera utilisée lors de la deuxième séance. Dans cette dernière, E1 se concentre sur la distinction des notions « lumière » et « source lumineuse » pour ensuite mettre en œuvre une série d'expériences en ayant comme objectif l'idée de la propagation rectiligne de la lumière. Nous observons que l'enseignant n'a pas comme but de changer complètement le scénario précédent mais de le rendre plus cohérent par rapport au modèle précurseur. Par exemple, l'enseignant maintient la proposition qui concerne la série artistique des Nymphéas de Monet, mais en mettant l'accent sur la comparaison de différents tableaux. Comme il l'explique pendant l'entretien téléphonique, à partir de cette comparaison des tableaux affichant le même paysage, il sera possible d'évoquer l'intensité de la lumière. Cependant, il ajoute une tâche afin de rendre la notion de luminosité et d'intensité de la lumière plus compréhensible aux élèves. Plus particulièrement, il s'agit d'une vidéo qui montre le déroulement de la journée à partir du lever de soleil vu depuis une station orbitale. Ainsi, les élèves pourront voir l'augmentation progressive de luminosité et l'associer à l'apparition du soleil. Nous observons que E1 met en valeur la mise en œuvre d'expériences à la place du classement d'images qui était proposé dans le scénario précédent. L'enseignant explique que le classement d'images selon celles qui évoquent la lumière et celles qui n'évoquent pas la lumière n'était pas clair et efficace en termes d'apprentissages pour les élèves. Chaque image s'avérait être assez ambiguë car selon l'enseignant, souvent même sa qualité (mate ou brillante) pouvait influencer les élèves. Ainsi, il propose une manipulation qui concerne l'observation de photos prises d'un même endroit à différents moments de la journée. Ces photos peuvent être prises par les élèves et peuvent concerner un endroit près de l'école. E1 explique que cette tâche pourrait d'un côté permettre aux élèves de faire le parallèle avec les œuvres de Monet et de l'autre permettre à l'enseignant d'élaborer une discussion concernant le phénomène constaté. Cet exemple dévoile les liens entre les composantes de la nouvelle praxéologie de E1. En effet, E1 apparaît avoir une maîtrise de l'objet « lumière » à travers l'analyse du savoir « lumière », qui influence son logos et qui l'amène à modifier la praxis. Autrement dit, cette deuxième séance montre également une modification concernant le rapport personnel de E1 à l'objet « lumière ». Cette modification change la conformité du rapport institutionnel de E1 à l'institution « recherche en didactique des sciences ».

Comme nous l'avons souligné, l'enseignant ne modifie pas complètement les propositions du scénario précédent. Au contraire, il semble mener un effort afin d'améliorer l'ensemble du scénario par de petites modifications et par une analyse consciente de sa part dans la nouvelle fiche de présentation ainsi que pendant l'entretien téléphonique. Le nouveau scénario propose deux séances cohérentes par rapport à la praxéologie de référence car une attention particulière



est donnée par E1 à la notion de la propagation rectiligne de la lumière. Plus précisément, la propagation rectiligne de la lumière, élément technologique dans la praxéologie de référence, d'un côté relève du modèle précurseur, et de l'autre constitue une composante importante pour la compréhension du phénomène de la formation des ombres. Il s'agit alors d'une modification essentielle dans la praxéologie de E1.

Nous constatons que le travail de la part des enseignants sur leur propre pratique reste très important. Il est essentiel que ces derniers disposent d'éléments théoriques et d'outils nécessaires afin d'élaborer ce travail personnel. En effet, dans notre étude de cas, l'enseignant E1 semble avoir élaboré toutes les modifications possibles grâce à une prise de recul par rapport à sa propre pratique. Une fois la mise en œuvre du scénario effectué, l'enseignant a eu l'occasion, à l'aide d'un outil, de prendre conscience en termes d'apprentissage des objectifs du scénario initialement proposé. Cette étude de cas nous montre qu'il pourrait être probablement intéressant pour le travail de chaque enseignant, tant en autonomie qu'en groupe, d'effectuer une analyse *a posteriori* de manière systématique en ce qui concerne les scénarios axés sur l'éducation scientifique des jeunes enfants. Cela pourrait s'avérer bénéfique tant pour rassurer les enseignants qui semblent souvent éprouver un manque de confiance à l'heure de mener une éducation scientifique à l'école maternelle (Appleton, 2006 ; Fleer, 2009) que pour les jeunes élèves qui ont besoin de bases en sciences afin d'évoluer vers cette direction dans la suite de leur scolarité (Eshach & Fried, 2005 ; Fleer et al., 2020).

L'analyse effectuée *a posteriori* par l'enseignant et la nouvelle proposition de scénario nous semblent une piste de travail intéressante qui nous amène à la considérer comme une vraie perspective tant dans le domaine professionnel que de recherche. Nous considérons qu'il serait également intéressant d'effectuer cette analyse en groupe d'enseignants. Si nous arrivons à observer une possible progression de la part d'un enseignant en ce qui concerne un scénario basé sur le modèle précurseur de la lumière et des ombres, nous considérons qu'il s'agit d'un élément prometteur pour l'élaboration d'autres scénarios basés sur d'autres modèles précurseurs. Enfin, nous souhaiterions mettre en œuvre le nouveau scénario de l'enseignant E1 afin d'observer les différences en pratique entre les deux scénarios.

### 1.3 Les enseignants d'école maternelle peuvent-ils s'emparer d'un modèle précurseur sur les notions de lumière et d'ombre ?

Dans cette partie, nous discutons les résultats de notre recherche par rapport au troisième objectif. Plus précisément, dans le but de discuter de l'éventuelle appropriation du modèle précurseur en question par des enseignants d'école maternelle, nous comparons les différentes praxéologies que nous avons construites. En effet, dans ce travail de recherche, nous avons construit les praxéologies didactiques identifiés à partir de l'ensemble de nos données, développées chez les enseignants pendant la proposition et la mise en œuvre d'un scénario de classe. L'objectif des enseignants était d'amener les élèves à effectuer certaines tâches afin de construire un modèle précurseur dans leur pensée sur les notions de lumière et d'ombre. De notre côté, nous avons construit une praxéologie de référence, avec une série de types de tâche qui respectent les éléments du modèle précurseur portant sur les notions de lumière et d'ombre. Nous comparons la praxéologie que nous avons construite, qui pourrait être représentative d'un scénario ayant « idéalement » respecté les principes du modèle précurseur, avec les praxéologies développées chez les enseignants du groupe, et puis celle de E1 développée

pendant la mise en œuvre du scénario et pendant sa nouvelle proposition dans le but d'étudier si les enseignants se sont appropriés du modèle précurseur en question.

### 1.3.1 Discussion sur les praxéologies construites

Comme nous l'avons constaté au niveau de la planification pour le concept de lumière, les praxéologies du groupe contiennent certains éléments du modèle précurseur dans la composante technologico-théorique, à savoir la dissociation des sources lumineuses et la lumière comme entité distincte dans l'espace. En revanche, il est important de préciser que ni la praxéologie didactique du groupe, ni celle de l'enseignant E1, ne proposent des tâches pour la propagation rectiligne de la lumière alors qu'il s'agit d'un élément du modèle précurseur et d'un élément de notre praxéologie de référence. Les enseignants déclarent en effet préférer travailler cette idée à travers l'étude du phénomène de la formation des ombres. Cependant, la nouvelle praxéologie construite par l'enseignant E1 semble prendre en compte tant l'élément de la propagation rectiligne de la lumière qu'un certain nombre de tâches pour travailler l'idée de la lumière en tant qu'entité autonome. Cette évolution pourrait être due à la réflexion de E1 sur le scénario du groupe et sur sa pratique à l'aide du guide d'analyse et des entretiens d'autoconfrontation.

Nous illustrons ces différences constatées entre les différentes praxéologies par un exemple portant sur la première séance du scénario. En effet, les sous types de tâche T1 et T2 de la praxéologie de référence comportent la technologie suivante. Il s'agit de l'idée de « voyage de la lumière à travers l'espace » qui reprend la description du mouvement d'un objet dans l'espace où on relie le début et la fin de la trajectoire de l'objet à son mouvement intermédiaire par des moyens matériels. Par conséquent, en utilisant le schéma en une étape (c'est-à-dire source-récepteur) - adopté spontanément par les enfants - comme point de départ, le schéma en deux étapes (c'est-à-dire source-zone de diffusion et zone de diffusion-récepteur) est présenté aux élèves avec l'idée de « voyage ». Il s'agit d'un élément essentiel de logos afin de considérer la lumière comme une entité distincte. Dans la praxéologie du groupe, nous considérons qu'à partir du type de tâche T3<sub>gr</sub>, il est question d'aider les élèves à passer d'un modèle centré sur la source lumineuse artificielle à un autre, qui est axé sur une prise de conscience de la lumière naturelle indépendamment de sa source, car dans cette tâche les élèves ne voient pas directement la source lumineuse (le soleil) dans la salle de motricité. Il s'agit d'un point de départ afin d'amener les élèves à une prise de conscience par rapport à la différence de la lumière et de la source lumineuse. Cet élément manque dans la praxéologie de E1. En effet, il semble proposer une distinction entre différentes sources lumineuses, élément qui ne correspond pas à la praxéologie du groupe. E1 prend conscience de cette différence à travers notre méthodologie de recherche, en réfléchissant sur sa pratique après la mise en œuvre du scénario, en adoptant le même élément de justification de la technique que le groupe dans la tâche en question.

Quant à la praxéologie de référence pour la notion d'ombre, elle présente plusieurs types de tâche et de techniques qui décortiquent le mécanisme de la formation de ce phénomène. Ainsi, la composante technologico-théorique consiste en plusieurs éléments du modèle précurseur, comme la considération de l'ombre comme le produit d'un mécanisme d'obstruction de la propagation rectiligne de la lumière par les objets opaques. La praxéologie didactique du groupe semble être compatible avec la praxéologie de référence et ainsi avec le modèle précurseur. En effet, le type de tâche To2<sub>gr</sub> proposé dans la troisième séance est également repéré dans la

praxéologie de référence  $T_0$ . Il s'agit d'un travail autour de la formation de l'ombre du corps des élèves à l'extérieur de la classe. Ce qui manque probablement dans la praxéologie didactique du groupe, ce sont d'autres types de tâche inclus dans la praxéologie de référence, où les élèves explorent et observent individuellement la formation de l'ombre d'un objet. La mise en œuvre du type de tâche « conception et réalisation d'un théâtre d'ombres », contenu dans la dernière séance du scénario, impose une praxéologie chez les élèves avec certains éléments de la composante du logos bien développés. En effet, l'ombre en tant que phénomène physique, la reconnaissance de la formation d'une ombre et la justification de cette formation, doivent faire partie de leur technologie afin de pouvoir réaliser la tâche et pouvoir argumenter sur l'expérience. Ainsi, en comparant avec la praxéologie de référence, nous considérons que la praxéologie du groupe n'est pas aussi précise et elle semble compliquée à mettre en œuvre sans avoir effectué auparavant un certain nombre de types de tâche, à l'instar de :

- amener les élèves à mettre en évidence le fait qu'un objet opaque bloque la lumière émise par une source lumineuse ( $T_0$ ) ;
- amener les élèves à l'appliquer le principe qu'une ombre a la même forme que l'objet opaque sur lequel la lumière est projetée ( $T_0'$ ) ;
- amener les élèves à effectuer la correspondance entre le nombre de sources lumineuses et des ombres produites ( $T_0''$ ).

Pendant la mise en œuvre du scénario par E1, la réalisation des activités didactiques, le déroulement et la gestion de la classe sont proches des traditions habituelles du travail à l'école maternelle. En effet, certaines caractéristiques du travail de l'enseignant sont repérées, élément souligné également dans la composante du logos de la praxéologie qui n'est pas seulement axée sur l'optique géométrique mais également sur les théories d'apprentissage. L'enseignant est souvent amené à effectuer un guidage et un étayage des élèves qui dépasse l'objectif didactique de la tâche. Par exemple, en ce qui concerne la praxéologie didactique de l'enseignant E1 pour la troisième séance, il s'avère qu'il n'y a pas de référence à la propagation rectiligne de la lumière et que E1 n'introduit pas de questionnement sur les ombres pour que les élèves arrivent à effectuer les tâches qu'il propose. Ces derniers sont plutôt incités à imiter l'enseignant, par exemple dans la tâche  $T_{02E1}$  où les élèves sont amenés à effectuer le contour de l'ombre de leur camarade et où l'enseignant, après avoir donné les consignes à la classe, met en œuvre la tâche en formant un binôme avec un élève. Il dessine le contour et il demande à l'élève de dessiner le contour de l'enseignant. Puis, il demande aux élèves de faire pareil. De même, pendant la mise en œuvre du « théâtre d'ombres » à la quatrième séance, l'enseignant raconte une histoire et puis les élèves sont incités à mettre en œuvre une scène de leur histoire devant leurs camarades. Les élèves semblent n'avoir, ni compris l'enjeu de la tâche, ni les éléments essentiels afin de créer une ombre.

E1 devait introduire la notion de la propagation rectiligne de la lumière pendant les deux dernières séances du scénario comme prévu par le groupe. Les enseignants considéraient qu'on pourrait arriver à la compréhension de cette notion à travers un questionnement pendant l'étude du phénomène de la formation d'ombres, au lieu de consacrer une séance sur cet objectif en lien avec la notion de lumière. Même si E1 n'arrive pas à amener les élèves vers cette direction, il déclare pendant l'entretien d'autoconfrontation que son objectif est de faire construire le modèle précurseur par les élèves. Nous considérons que la réflexion menée par E1 sur sa pratique, grâce à la méthodologie de notre recherche, l'amène à une prise de conscience qui

semble annoncer un changement de praxéologie à une éventuelle mise en œuvre du scénario.

Ainsi, dans l'extrait suivant (extrait 36) l'enseignant s'exprime par rapport à l'utilisation du modèle précurseur. Il semble que d'un côté cette notion ait guidé l'enseignant pour effectuer les modifications apportées, et que de l'autre, il considère que la notion en question a un rôle important dans l'ensemble du scénario par rapport à la compréhension des notions de lumière et d'ombre. L'enseignant mentionne que le modèle précurseur utilisé était déterminant pour la construction du scénario et qu'un enseignement basé sur le modèle en question influence l'encadrement du travail à effectuer pendant la conception et la mise en œuvre de la séquence.

C. : Pour faire les changements au scénario, tu as réfléchi par rapport au modèle précurseur ? Parce que le modèle précurseur comme on avait dit sur la lumière et les ombres a des objectifs précis comme la lumière comme entité autonome, la propagation de la lumière, comment on forme une ombre etc. tu as essayé de voir par rapport à ça ou tu as essayé de voir juste avec ce qui n'a pas très bien marché la dernière fois
E1. : J'ai essayé de faire un peu les deux. J'ai relu l'article là que tu m'avais donné. Donc ce que j'ai vraiment... je me suis intéressé c'était vraiment lumière et source lumineuse. Et voilà... en me disant que peut être source- entité autonome si on arrive à différencier les deux... l'une applique l'autre, bon après ce n'est pas forcément... c'est à voir dans le déroulement mais c'est surtout différencier source lumineuse et lumière
C. : Tu penses que cette idée de modèle précurseur c'est quelque chose qui nous aide à voir plus claire pour construire une séance sur la lumière et les ombres ou si on n'avait pas de modèle précurseur et on dirait qu'on va travailler sur la lumière et les ombres, tu penses qu'on allait faire avec un ordre différent ? Commencer par les ombres, travailler après sur la lumière ? Tu penses que le modèle précurseur nous a aidé à avoir une structure ou si on n'avait pas cette barrière entre guillemet on pourrait faire mieux ? Quel est ton avis ?
E1. : Je pense que si on avait pas de modèle précurseur, c'est ce qu'on voit un petit peu... quand tu regardes les séances de préparation c'est plutôt les ombres... les gens commencent plutôt par les ombres et souvent la lumière est peu abordée, la question de la lumière est peu abordée on travaille sur l'ombre voilà on voit l'ombre qui bouge mais on n'a pas vraiment de séance ou de séquence qui se pose la question de différencier source lumineuse et lumière et ... si on n'a pas de modèle précurseur je pense que... on voit bien dans les séances que ça ne se passe pas du tout comme ça. La notion de lumière reste vraiment mise à côté je pense. Après je pense bah ça commence un petit peu à dater mais ce que je me souviens même si ce n'était pas forcément toujours réussi, le fait d'avoir fait la lumière avant et avec cette idée de modèle précurseur, je n'ai pas eu le même ressenti quand on avait fait les ombres. Par rapport à des séances que j'avais fait avec d'autres classes, je n'étais pas guidé de la même façon et je pense aussi que les enfants ne voyaient pas la même chose... ne réfléchissaient pas de la même façon, je pense qu'ils prenaient en compte la notion de lumière dedans. C'est à confirmer avec les groupes que j'ai là, mais à mon avis avec le modèle précurseur on ne voit les choses sous le même angle
C. : Donc c'est plutôt positif ce que tu dis
E1. : Oui oui c'est... on est vraiment... je pense dans une approche différente et je pense qu'on construit sur plus de choses. Il faudrait peut-être tu vois après ce qui pourrait être peut-être intéressant c'est de... à partir des séances qu'on a fait là comparer avec les séances où les gens travaillent sur les ombres, là où il n'y a pas de séance sur la lumière avant. Il y en a partout des séances où on travaille sur les ombres, on va aller dehors on voit le soleil qui bouge mais je pense qu'il y aurait vraiment de différence et au final on verrait qu'avec le modèle précurseur on apporte plus de choses d'un point de vue scientifique. D'un point de vue connaissances des enfants. Mais bon ça c'est à confirmer... tu vois une fois qu'on ait fait les séances.

**Extrait n°36 de la transcription de l'entretien téléphonique**

Cependant, nous considérons qu'en réalité, l'adaptation des enseignants aux praxéologies inspirées par le concept de modèle précurseur, comme la praxéologie de référence, nécessite une approche détaillée des axes théoriques et empiriques. Par conséquent, une formation systématique vers cette direction s'avère nécessaire pour conduire à une convergence des praxéologies de la planification et du guidage des activités à réaliser. Nous considérons que certains éléments de logos doivent être interprétés par les enseignants dans le sens de la

didactique des sciences afin de mieux s'appropriier le concept. Par exemple, le statut du concept d'objectif dans un travail scolaire traditionnel est très différent de celui de l'objectif-obstacle (Martinand, 1986 ; Ravanis, 2010) qui se trouve au cœur du modèle précurseur en influençant directement les contenus et les pratiques pédagogiques par la recherche sur les difficultés réelles des élèves.

Nous avons entamé notre étude de cas avec un groupe d'enseignants et nous avons suivi par la suite un seul enseignant. Ce dernier, tant pendant l'entretien d'autoconfrontation que pendant l'entretien téléphonique, se réfère souvent à l'idée de modèle précurseur en utilisant le terme exact. De notre côté, nous ne pouvons pas affirmer que l'enseignant utilise ce terme en lui donnant la même signification que la bibliographie et la recherche. Autrement dit, nous ne pouvons pas affirmer que la conception de l'enseignant concernant le modèle précurseur, quand il explique que son objectif est de faire construire ce modèle par les élèves, ne diverge pas des éléments présentés dans notre cadrage conceptuel. Pourtant, en étudiant tant les praxéologies du groupe que les praxéologies de E1, et en les comparant avec la praxéologie de référence, nous considérons qu'il est possible de s'emparer d'un modèle précurseur, en étant accompagnés par des formateurs dans un cadre précis, afin d'établir les liens nécessaires avec les notions issues de la recherche.

### 1.3.2 Une réflexion sur les conditions pour la mise en œuvre du scénario par E1

L'enseignant E1 a su relever pendant la phase de l'analyse *a posteriori* quels étaient selon lui les limites de la partie du scénario pour la notion de lumière et quels étaient les limites de la mise en œuvre par lui-même de la partie du scénario concernant la notion d'ombre. Il s'est concentré sur des points précis et limités car nous l'avons accompagné vers cette direction avec le guide d'analyse que nous avons construit et les questions que nous lui avons posé pendant l'entretien d'autoconfrontation. Cependant, il est vrai qu'il y a d'autres contraintes qui pèsent sur la mise en œuvre du scénario à l'instar de la gestion de la classe, de l'hétérogénéité des élèves et des outils disponibles. Plus particulièrement, la mise en œuvre du scénario a eu lieu pendant le mois de juin. Il est possible que les élèves soient fatigués et plus difficilement gérables pendant la fin de l'année. De même, nous avons observés qu'il s'agit d'une classe assez hétérogène car un élève en particulier paraissait beaucoup plus avancé d'un point de vue cognitif que les autres. Cet élève répondait souvent correctement aux questions de l'enseignant et ses camarades étaient « d'accord » avec lui quand il s'exprimait avant eux (par exemple pendant le recueil des conceptions initiales des élèves pour les deux notions étudiées). En ce qui concerne les outils disponibles, nous considérons qu'il s'agit d'un élément important pour la mise en œuvre d'un scénario. Plus précisément, le vidéoprojecteur utilisé pendant la dernière séance lors du théâtre d'ombres n'était pas approprié pour la mise en œuvre de la tâche car il était placé très haut au plafond. Il est possible que si le vidéoprojecteur avait été placé à la hauteur des enfants, le déroulement de la tâche aurait été différent.

### 1.3.3 Une réflexion sur le processus de changement de pratiques

Dans notre étude de cas, nous avons pu repérer un certain nombre d'écarts entre la préparation et la mise en œuvre d'une séquence sur les notions de lumière et d'ombre. Les différentes

praxéologies construites nous permettent d'observer ces écarts et ainsi les réorganisations que l'enseignant opère pendant la mise en œuvre du scénario. Comme Jameau (2012) le souligne, il est inévitable d'observer des régulations qui ne sont pas prévues de la part des professeurs car le cours dispensé dans la classe n'est jamais une application exacte de la préparation. Comme le chercheur l'explique, les enseignants imaginent des scénarios pendant leur préparation dans le but d'anticiper certains comportements et difficultés mais comme ils ne peuvent pas tout prévoir, des régulations surviennent dans la classe. Ces régulations ont souvent pour origine des indices pris dans la classe.

Selon notre étude de cas, il semble qu'il soit possible de s'emparer d'un modèle précurseur dans le cas où les enseignants sont accompagnés dans ce processus et sont capables de faire un pas en arrière afin de porter un regard à la fois général et spécifique par rapport à certains axes dans l'ensemble de leur travail. Cependant, l'idée derrière ce travail de recherche est l'étude de la possibilité d'un changement de pratiques afin d'entamer dans certains cas, ou d'améliorer pour d'autres cas, l'éducation scientifique des jeunes élèves. Dans notre groupe d'enseignants nous avons observé un véritable besoin de formation. Pourtant nous savons que le changement de pratiques reste quelque chose de complexe. Tant dans des rapports institutionnels (Prost, 2001) que dans la recherche (Hamre et al., 2012), il est souligné qu'informer ou convaincre les enseignants par rapport aux résultats produits par la recherche n'est pas suffisant pour qu'ils changent leurs pratiques. De même dans notre cas, parler aux enseignants du modèle précurseur comme un élément efficace en termes d'apprentissage par rapport aux résultats de la recherche en didactique des sciences ne suffit pas pour qu'ils l'incluent dans leurs pratiques. Comme Cèbe et Goigoux (2018) l'expliquent, entre la présentation de résultats et l'utilisation d'un outil dans la classe, il y a une distance qu'il faut d'un côté prendre en compte et d'un autre côté aider et accompagner les enseignants dans un processus de transposition sans attendre que cela se fasse de manière automatique. C'est pour cela que nous pensons qu'un accompagnement des enseignants de maternelle vers cette direction s'avère nécessaire. Dans notre cas, les enseignants étaient assez autonomes dans la préparation du scénario. Quant à la familiarisation avec la notion du modèle précurseur, ils ont reçu une source d'information écrite (articles) et une source d'information orale (réunion du groupe). Aujourd'hui, nous sommes conscients du fait qu'une étape supplémentaire dans notre recherche avant la mise en œuvre du scénario pourrait être de grande importance. Plus particulièrement, il pourrait être intéressant d'élaborer une série de réunions courtes où les enseignants travaillent ensemble et en présentiel sur les fiches de préparation accompagnés de chercheurs. Ainsi, un dialogue continu autour de la justification de choix de tâches pourrait avoir lieu. Les enseignants feraient probablement des choix plus conscients. Un scénario qui est mieux préparé laisse le temps aux enseignants de remettre à niveau leurs connaissances sur le domaine travaillé. Pour rappel, l'enseignant E1 explique que de son côté il n'avait pas les connaissances nécessaires pour mettre en œuvre les séances autour de la notion de la lumière. Les articles envoyés et la réunion n'ont pas été suffisants pour donner à l'enseignant le bagage nécessaire.

## Chapitre 2. Discussion

Dans ce deuxième chapitre de la dernière partie de notre thèse, nous discutons d'abord les aspects théoriques et méthodologiques pour ensuite souligner l'importance du lien entre la recherche et la formation des enseignants du primaire. Nous continuons ce chapitre en évoquant d'un côté les limites et de l'autre les apports de cette recherche ainsi que les perspectives proposées.

### 2.1 Discussion des choix du cadre théorique

Dans cette recherche, nous adoptons le point de vue de Chevallard (1997, 1999) et nous utilisons les outils proposés dans le cadre de la Théorie Anthropologique du Didactique (TAD) qui étudie l'homme en lien avec l'enseignement ou l'apprentissage de savoirs. Dans notre travail de recherche, nous avons voulu analyser et décrire d'abord l'activité et l'évolution de l'activité d'un groupe d'enseignants, puis d'un enseignant en particulier. Nous avons considéré que la TAD est le cadre théorique adapté à notre travail car dans cette théorie, les activités de l'enseignant peuvent être déclinées et analysées, ainsi que toute activité humaine, en différents « types de tâches  $T$  ». Ces « types de tâche  $T$  » sont accomplis par l'enseignant, ou par un sujet dans le cas d'une activité humaine, au moyen d'une certaine manière de faire, nommée « technique  $\tau$  ».

Ensuite, dans le cadre de notre travail nous observons les interactions entre l'enseignant et certains objets. Les interactions qu'un individu peut avoir avec un objet, selon la TAD, forment le rapport personnel de l'individu avec l'objet. A l'issue de cette étude, nous pouvons conclure quant aux rapports personnels des enseignants, et notamment E1, à l'objet « modèle précurseur de la lumière ». En effet, selon Chevallard (1997, p. 17-18), une personne occupant une position dans une *institution I*, sera regardée comme un *bon sujet* de *I* si ses rapports personnels à un objet particulier sont conformes aux rapports institutionnels correspondants. C'est à travers les gestes activant cet objet, et à travers eux seulement, que, dans *I*, on pourra apprécier son rapport personnel à *cet objet*, et le déclarer conforme, ou non conforme, ou insuffisamment conforme, etc. Dans notre étude, nous pouvons considérer que nous sommes en présence de 2 institutions, la recherche en didactique des sciences (RDS) et le groupe d'enseignants (GE), qui définissent chacune un rapport institutionnel à l'objet « modèle précurseur », précisé à travers la praxéologie de référence et à travers la praxéologie didactique. Les résultats présentés et discutés ci-dessus montrent que E1 présente un rapport personnel à l'objet « modèle précurseur » non conforme à l'institution RDS et insuffisamment conforme à l'institution GE. Enfin, les membres du groupe d'enseignants présentent des rapports personnels à l'objet « modèle précurseur » insuffisamment conforme à l'institution RDS.

Cependant, ces éléments conclusifs apparaissent discutables si l'on considère l'ensemble de notre recherche. En effet, la détermination du rapport personnel de E1 dans les institutions RDS et GE ne prend en compte que la part visible, le *rapport public*, pouvant différer sensiblement du *rapport privé*, invisible dans ces institutions et échappant à l'évaluation de conformité (Chevallard, 1992) car élaboré par E1 « pour lui-même et qu'il ne juge pas utile ou nécessaire de rendre visible » (Schubauer-Leoni & Ntamakiliro, 1994). Pour accéder à ce rapport privé, et en particulier aux justifications apportées par E1, nous avons complété les analyses

praxéologiques grâce au guide d'analyse complété par E1, à des entretiens d'autoconfrontation (Clot & Faïta, 2000) et à un entretien téléphonique avec cet enseignant pour accéder de manière plus fine à la partie « *logos* ». Cela nous a permis de discuter plus finement des difficultés rencontrées par E1 pour prendre en compte les contraintes didactiques liées à la mise en œuvre d'un modèle précurseur. Nous ne pouvons pas être assuré d'avoir accédé complètement au rapport privé de l'enseignant aux institutions en question car tant le guide d'analyse que les questions posées pendant l'entretien d'autoconfrontation étaient conçus par nous-même. L'enseignant pourrait avoir gardé des éléments « pour lui-même », sans pouvoir les rendre visibles au chercheur, au sens où il n'en est pas conscient des éléments qu'il garde pour lui ou au sens où il ne dispose pas des mots pour l'exprimer. La TAD nous offre ainsi une autre manière de montrer la difficulté d'accéder au rapport au savoir personnel des enseignants qui n'ont souvent pas l'habitude, ni de verbaliser une pratique courante, ni de s'exprimer avec des termes didactiques sur leur manière de faire.

Enfin, un autre élément que nous relevons en lien avec notre cadre théorique concerne le problème soulevé quant au volontariat de la part des enseignants. Nous avons mis quelques mois à constituer un petit groupe d'enseignants. Nous faisons l'hypothèse que c'est le rapport à l'institution recherche en didactique des sciences qui empêchait les enseignants de répondre à notre appel. Nous considérons que d'un côté la recherche et d'un autre côté les sciences ne sont pas des champs suffisamment attirants pour les enseignants.

## 2.2 Discussion de la méthodologie

Dans le cadre d'un travail de recherche précédent (Arnantonaki, 2015) sur la construction d'un modèle précurseur pour la lumière et l'ombre, nous avons mis en œuvre une ingénierie didactique (Artigue, 1988) avec un seul enseignant. Plus particulièrement, nous avons construit un scénario didactique que nous avons demandé ensuite à l'enseignant d'appliquer dans sa classe de CM1 avec des élèves âgés de neuf ans. Cependant, celui-ci, pendant la mise en œuvre de chaque séance, avait ajouté un certain nombre de tâches. Cet élément avait probablement influencé les résultats de cette recherche car nous ne pouvions pas affirmer que le modèle précurseur a pu être construit grâce au scénario didactique en question. Au moment de la discussion des résultats de cette recherche précédente, nous avons affirmé qu'il était probable que l'enseignant change le scénario donné car il disposait de sa propre culture didactique et de ses propres coutumes concernant l'enseignement de sciences dans la classe. Cette expérience nous a amené à nous pencher sur une méthodologie où nous pourrions construire la séquence d'enseignement avec les enseignants et où nous pourrions discuter et entendre l'argumentation des choix de tâches proposées par les enseignants. Ainsi, nous avons considéré qu'une recherche collaborative correspondait mieux à notre nouveau travail de recherche ici présent.

Les collaborations de recherche entre chercheurs et praticiens du monde de l'éducation (enseignants, inspecteurs, directeurs, conseillers pédagogiques, parents etc.) existent depuis plus qu'une vingtaine d'années (Goigoux, 2017) sous différentes appellations. Plus particulièrement, nous repérons à titre d'exemple les recherches de *Design-Based Research* (DBR Collective, 2003), les recherches collaboratives (Desgagné, 1997) et les ingénieries coopératives (Sensevy et al., 2013). Dans la bibliographie, il en existe plusieurs typologies (Bécu-Robinault, 2015 ; Boilevin, 2019 ; Bonny, 2017 ; Sanchez & Monod-Ansaldi, 2015 ;



Vinatier & Morrissette, 2015). Dans notre recherche, nous avons fait le choix d'élaborer une recherche collaborative inspirée du Design-Based Research. Ainsi, nous avons voulu travailler avec un groupe d'enseignants concernant la conception du scénario pédagogique et ensuite suivre de près un enseignant pendant la mise en œuvre du scénario. Notre planification initiale comportait une amélioration du scénario en groupe et une nouvelle mise en œuvre de ce dernier par tous les membres du groupe mais nous n'avons pas pu compléter ce cycle d'itération à cause de la crise sanitaire mondiale et d'autres aléas.

Ce choix méthodologique nous amène vers une réflexion sur la collaboration entre le chercheur et les enseignants de notre point de vue. Après avoir eu cette expérience dans le cadre de notre thèse, nous considérons qu'il s'agit d'un choix qui comporte beaucoup d'aléas. Il faut choisir correctement les outils à utiliser pendant la communication avec les enseignants et le déroulement de la recherche. Il faut également établir un « contrat » de recherche complet avec les enseignants. Il faut réfléchir aux conditions les plus propices non seulement pour la participation mais également pour l'engagement des enseignants jusqu'à la fin de la recherche. Il faudrait par exemple pouvoir obtenir un financement pour les participants de ce type de recherches ou pouvoir décompter officiellement les heures consacrées à ce travail collaboratif. Dans notre cas, nous avons consacré énormément de temps pour constituer un petit groupe de travail. Nous n'avions pas de financement ni d'heures de formation à décompter aux enseignants. A la fin de la première mise en œuvre du scénario, tous les enseignants de notre groupe, excepté E1, ont quitté notre projet de recherche pour des raisons à la fois personnelles et professionnelles. Ainsi, nous avons décidé de poursuivre notre recherche avec E1 qui nous avait précisé depuis le premier entretien semi directif qu'il participait à notre recherche complètement volontairement pour s'autoformer sans vouloir rien en retour que l'expérience vécue.

Après avoir déterminé les conditions de la part des participants, l'inexpérience du chercheur peut ajouter des difficultés, notamment en ce qui concerne la posture à adopter face aux enseignants et les différentes « casquettes » à porter. Il semble nécessaire que le chercheur, dans notre cas le doctorant, ne s'engage pas seul dans ce type de recherches. Il semble essentiel qu'une recherche collaborative soit amené par au moins un chercheur expérimenté dans le domaine de ce type de recherches. L'inexpérience peut être un obstacle qui joue en défaveur du chercheur. De la conception de la recherche à la manière de mener une réunion en groupe, l'expérience joue un rôle important qui aide à gagner du temps précieux et des données clés pour la suite du travail car tout est finalement étroitement liée dans une recherche de ce type. Certes, quand le chercheur est inexpérimenté, l'expérience obtenue sera formatrice pour de futures recherches mais quand il s'agit d'une thèse de doctorat les limites temporelles sont présentes et importantes. Autrement dit, la gestion de la temporalité est également un facteur qui joue un rôle important. Généralement, la conception d'un scénario, la mise en œuvre, l'évaluation du scénario et une itération avec une nouvelle évaluation requièrent un temps énorme et sont difficilement gérable par une seule personne et pendant le temps très limité consacré à l'élaboration d'une thèse.

Comme nous l'avons déjà mentionné, souvent les recherches collaboratives, qui font partie de recherches qualitatives, s'appuient sur une étude de cas (Eisenhardt, 1991 ; Yin, 2009 ; Stake, 2010 ; Merriam, 2009 ; Creswell, 2007). Selon Cohen et al. (2011) le véritable point positif de cette approche méthodologique est l'opportunité d'étudier de « vraies » situations dans un «

vrai » cadre au lieu de les présenter sous un angle plutôt théorique. Nous considérons que ceci peut permettre une meilleure compréhension des phénomènes étudiés. C'est pour cela que nous avons mené une étude de cas afin de discuter si les enseignants du préscolaire peuvent s'emparer d'un modèle précurseur sur la lumière et les ombres déjà proposé dans la recherche en éducation.

Néanmoins, une critique existe autour des études de cas en ce qui concerne le manque de fiabilité interne de la recherche car, selon Anderson (1993), les résultats d'une telle étude ne peuvent pas se généraliser, vu qu'un autre chercheur n'arrivera probablement pas à la même conclusion. Dans une recherche collaborative, par exemple, le cadre théorique choisi et le grain d'analyse peuvent faire varier les résultats obtenus. Comme nous l'avons présenté, Tichapondwa (2013) explique que pour améliorer la validité interne des résultats d'une étude de cas, il est préférable d'incorporer plusieurs types de données à l'instar d'entretiens individuels, de discussions de groupes (focus groups), d'observation et d'analyse de documents. Dans notre recherche, nous avons opté pour une prise de données qui comprend des éléments de nature différente à l'instar d'entretiens individuels, d'autoconfrontation, une réunion de groupe, une analyse de fiches de préparation, etc. Selon Cohen et al. (2011), un élément crucial, en ce qui concerne les études de cas, est la sélection de l'information à l'instar d'une analyse où on donnera plus d'importance à la signification d'une donnée au lieu de sa fréquence dans le corpus.

Un autre enjeu méthodologique, qui croise le cadre théorique choisi, concerne la construction de notre grille d'analyse. Nous avons fait le choix de construire un de nos outils d'analyse de données en nous inspirant du cadre théorique de notre recherche qui repose sur la Théorie Anthropologique du Didactique. Plus précisément, nous avons construit une grille qui comprend des indicateurs comme le type de tâche  $T$ , la technique  $\tau$ , la technologie  $\theta$  et la théorie  $\Theta$ . Ces indicateurs, construits à la lumière de la TAD et repérés dans nos données empiriques, visaient à rendre notre approche qualitative systématique. Aujourd'hui, après avoir analysé et discuté nos résultats, nous nous posons une série de questions concernant cet outil méthodologique. Nous nous questionnons autour de modifications possibles que nous pourrions apporter à cette grille afin de mieux l'adapter dans notre recherche. Si au premier abord, nous avons donné une forme simple à notre grille en développant ces 4 dimensions, les résultats de notre recherche nous font dire qu'il est à considérer dans un degré de complexité bien supérieur.

Pendant la construction des différentes praxéologies de cette recherche, nous avons souvent rencontré une certaine difficulté concernant l'identification de la composante « logos » afin de distinguer la technologie et la théorie. Nous considérons que cela est dû à la difficulté de faire exprimer les justifications par les enseignants de manière explicite. Comme nous l'avons déjà mentionné, les enseignants rendent visible leur rapport public au savoir. De notre côté, nous avons voulu accéder au rapport privé au savoir afin de repérer les éléments de justification de la praxis. Cependant, nous ne pouvons pas être assuré d'avoir accédé complètement au rapport privé de l'enseignant car ce dernier pourrait avoir eu une certaine difficulté à verbaliser la raison pour laquelle il fait certains choix dans la construction ou la mise en œuvre d'un scénario. Ainsi, il nous semble pertinent de proposer l'amplification de la grille construite pour caractériser les praxéologies en ajoutant par exemple d'autres caractéristiques professionnelles dans la composante technologico-théorique en prenant en compte certains points observés lors de notre étude empirique. Plus particulièrement, nous pourrions ajouter tous les types de connaissances

qui sont mobilisés dès la préparation de l'enseignant. Autrement dit des éléments qui concernent les connaissances pédagogiques de contenu (PCK), les connaissances sur le contenu (CK) ou les connaissances pédagogiques des enseignants (PK) (Shulman, 1986,1987 ; Magnusson et al.,1999 ; Jameau, 2021). D'autres types de connaissances à l'instar des connaissances sur le contexte (KofC) pourraient s'avérer intéressantes dans la grille d'analyse car il s'agit de connaissances qui sont mobilisées dès qu'il s'agit d'adapter la mise en œuvre d'une séance aux spécificités (par exemple contexte socio-culturel, hétérogénéité du groupe, etc.) de la classe. Un exemple des connaissances sur le contexte par rapport à l'hétérogénéité du groupe concerne les moments de la classe où l'enseignant semble essayer de ne pas permettre toujours à un élève, qui répond habituellement « correctement », de donner sa réponse avant que les autres élèves puissent s'exprimer.

## 2.3 Importance de la recherche et lien avec la formation des enseignants de la petite enfance

Nous avons mis en exergue la nécessité d'une formation initiale et continue des enseignants par rapport aux sciences. Comme nous l'avons souligné, les enseignants sont fréquemment en difficulté quand il s'agit de créer le matériel adapté à leur pratique faute de connaissances liées au contenu scientifique qui sont souvent assez limitées. En même temps, ils reçoivent une formation initiale et continue qui ne suffit souvent pas à couvrir leurs besoins en matière scientifique (Appleton, 1992 ; Kallery & Psillos, 2001 ; Saçkes, 2015 ; Nayfeld et al., 2018). Cependant, selon Barenthien et al. (2020), ce type de connaissances professionnelles joue un rôle important dans la qualité de l'éducation préscolaire.

De notre côté, à travers notre travail de recherche, nous voulons mettre l'accent sur le besoin de formation afin de contribuer au travail effectué par les enseignants du préscolaire de façon à mieux appréhender et surmonter les difficultés des jeunes élèves à travers le concept de modèle précurseur. Une idée principale dans notre travail est d'amener les enseignants vers un double processus : une compréhension du modèle didactique de leur part pour mieux intervenir ainsi qu'intervenir dans la classe pour réussir une meilleure compréhension du modèle en question.

Il semble que la formation continue soit essentielle ; les enseignants sont acteurs de la formation et non pas de simples observateurs car comme Cèbe et Goigoux (2018) le soulignent, la formation initiale des enseignants est en partie dispensée par des enseignants-chercheurs qui leur

présentent des résultats de recherches en sciences de l'éducation, en sciences cognitives ou en didactique. Bon nombre d'entre eux espèrent que cette présentation et les recommandations qui en découlent conduiront les professeurs à modifier leurs conceptions et à transformer en conséquence, par souci de rationalité et sans aide particulière, leurs manières de faire (p. 78).

En ce qui concerne notre travail de recherche, dans la mesure où l'analyse effectuée par El *a posteriori* lui a permis de prêter une plus grande attention au savoir en jeu et aux interventions des élèves, ces résultats montrent que probablement ce type de processus peut être formateur pour les enseignants. Cependant, il semble que l'évolution des conceptions et la possible

utilisation du modèle précurseur par les enseignants est un processus long qui nécessite de nombreux allers-retours entre la pratique et la réflexion exercée sur celle-ci de manière individuelle ou collective. Nous souhaitons arriver vers une évolution des pratiques enseignantes qui semble un processus ancré dans la durée. Ainsi, les bénéfices éventuels d'une formation basée sur l'idée de modèle précurseur ne pourraient être pleinement appréciés qu'au cours des années de pratiques, d'échanges coopératifs entre chercheurs et praticiens et de retours réflexifs.

Selon Grangeat et Hudson (2015), les enseignants ont besoin d'un temps conséquent afin d'intégrer les apports d'un dispositif, à la fois au niveau des connaissances professionnelles et dans leurs pratiques. En guise de conclusion, nous considérons que la mise en œuvre d'une recherche longitudinale, qui aurait la possibilité de mobiliser des enseignants à plus long terme que dans notre recherche, permettrait probablement de porter un avis sur la persistance des effets observés tant sur les pratiques des enseignants que sur la justification apportée.

Enfin, nous souhaitons proposer quelques pistes pour la formation des enseignants en ce qui concerne l'éducation scientifique à l'école maternelle. Nous pensons qu'il est nécessaire de s'ouvrir à des projets de recherche et de faire véritablement le lien entre la recherche et la pratique à travers des recherches menées sur le long terme qui comptent comme une vraie formation pour les enseignants. Ainsi, ces derniers ne seront pas obligés de consacrer leur temps personnel ni de faire cela de manière totalement volontaire. Il est de grande importance que les enseignants arrivent à identifier l'enjeu d'apprentissage. Dans cette direction, nous soulignons la double visée de la méthodologie choisie. Une recherche inspirée par la Design Based Research a une visée à la fois épistémique mais également centrée sur la formation. Dans le cas de la thèse, cette visée est d'abord épistémique mais un futur travail de formation pourrait se baser sur ce type de conception (DBR).

Il semble également de grande importance, dans ce type de recherches, de prendre en compte l'expérience des enseignants, sans généraliser, mais en se basant sur les profils de chaque groupe afin de mieux les accompagner. Les formations qui sont essentiellement conçues comme le résultat d'une formation disciplinaire, avec quelques pistes d'utilisation dans la classe, n'apparaissent pas correspondre aux besoins du terrain car le transfert à la classe des situations d'apprentissage nécessite souvent une prise en charge explicite. Il ne suffit pas de construire des connaissances en formation, il faut surtout penser leur adaptation aux situations de classe.

Enfin, un autre élément important concerne la considération du travail de l'enseignant comme un travail collectif (Grangeat et al., 2009 ; Grangeat, 2011). Si nous visons un changement de pratiques, ou une éducation scientifique, il ne faut pas rester à l'échelle de la classe. Il est essentiel de prendre en compte le fait que les pratiques enseignantes sont en partie déterminées par des contraintes institutionnelles à une échelle plus large que celle de la classe. Si nous souhaitons que les enseignants de maternelle adoptent l'idée d'éducation scientifique et que cela reste dans leurs pratiques enseignantes, il est éventuellement nécessaire de prendre en compte les pratiques des autres enseignants travaillant dans le même établissement. Il pourrait ainsi être intéressant de proposer des formations par rapport à l'éducation scientifique à l'ensemble d'un groupe scolaire au lieu de s'adresser aux enseignants en tant qu'individus.

## 2.4 Limites de la recherche

Nous sommes conscients que dans notre travail de recherche une série de limites générales peuvent être formulées. Celles-ci relativisent la contribution de nos résultats à différents niveaux. Le premier niveau est relatif à notre groupe d'enseignants et puis à l'enseignant qui a mis en œuvre la séquence dans sa classe. Le nombre limité qui a participé à notre étude, ainsi que la mise en œuvre par un seul enseignant, nous fait naturellement réfléchir autour d'une nouvelle mise en place de la recherche par plusieurs groupes et une mise en œuvre par plusieurs enseignants. Le travail effectué au sein du groupe nous questionne en ce qui concerne la présentation du modèle précurseur aux enseignants. Nous considérons aujourd'hui que le contact des enseignants avec ce concept mérite d'être discuté. Un travail plus profond et axé plutôt sur le long terme pourrait s'avérer nécessaire. En effet, nous effectuons un retour sur la genèse de notre projet, et nous considérons un éventuel défaut d'accompagnement systématique des enseignants. Nous considérons que plusieurs rencontres pourraient être mises en place afin de travailler autour du modèle précurseur, comprendre comment il a été construit et discuter le lien du concept avec les scénarios de classe et les fiches de préparation.

Le second niveau est relatif à l'utilisation d'une grille d'analyse de nos données strictement inspirée par notre cadre théorique. Il s'agirait d'utiliser à sa place une grille inspirée par deux cadres théoriques complémentaires qui nous permettraient d'appréhender une analyse plus fine dans la classe et qui pourrait inclure différentes situations de la mise en œuvre du scénario. Cette grille pourrait probablement inclure des éléments des connaissances pédagogiques des enseignants.

Enfin, nous avons rencontré des contraintes par rapport à l'approche méthodologique adoptée dans notre recherche, inspirée par la DBR. Si nous considérons la longueur de notre séquence d'enseignement et toutes les contraintes d'organisation, il est difficile d'envisager d'autres itérations dans la mesure où il nous était impossible de reproduire le design dans le temps de notre recherche doctorale. La co-construction avec les praticiens, ou du moins la prise en compte de leur expertise, peut également conditionner des choix qui ne s'avèrent finalement pas aussi judicieux qu'ils le semblaient initialement.

## 2.5 Apport de notre recherche et perspectives scientifiques

Nous avons dans les parties précédentes développé l'importance de notre travail de recherche. Nous considérons que l'apport majeur de cette thèse dans le champ de la recherche sur l'éducation scientifique à l'école maternelle concerne le fait qu'elle constitue le premier travail de recherche qui s'intéresse à la mise en œuvre d'un modèle précurseur par les enseignants dans des conditions de classe réelles. Nous questionnons l'utilisation d'un tel modèle par les enseignants en ce qui concerne la conception d'un scénario et sa réalisation pour les élèves de Grande Section d'école maternelle. En effet, au regard de la littérature, peu d'études sont développées dans ce cadre, que ce soit par rapport aux recherches françaises ou que ce soit par rapport aux recherches étrangères. De nombreux travaux se focalisent sur la construction d'un modèle précurseur et la place des chercheurs est centrale dans ces travaux. En effet, il s'agit des travaux qui sont toujours axés sur les connaissances des élèves et sur la construction des

modèles précurseurs par les chercheurs pour l'apprentissage d'une notion chez ces élèves. Cette fois-ci, nous avons changé de point de vue et nous nous sommes penchés sur les enseignants. La recherche sur les modèles précurseurs ne s'arrête pas à un processus précis qui tourne autour des chercheurs et des élèves, mais nous « ouvrons » la possibilité à l'utilisation de ces modèles par les enseignants.

Cette étude de cas, concernant l'appropriation d'un modèle précurseur par les professeurs des écoles à l'école maternelle, ouvre une série de perspectives de recherche. D'abord, nous considérons nécessaire de mettre en place d'autres cycles itératifs dans une approche de Design Based Research afin de conclure le processus de recherche. Il pourrait être intéressant de poursuivre la mise en œuvre du scénario proposé par l'enseignant par d'autres enseignants ou de commencer une recherche longitudinale depuis le début pour effectuer les itérations avec le même groupe d'enseignants.

Par ailleurs, partis de différents modèles précurseurs rencontrés dans la bibliographie, nous considérons qu'il serait intéressant de se pencher d'un côté sur l'appropriation de modèles précurseurs par des enseignants pour d'autres thématiques que les phénomènes d'optique. D'un autre côté, nous pourrions élargir la tranche d'âge selon les modèles précurseurs existants dans la bibliographie et travailler également sur les modèles destinés pour des élèves plus âgés que ceux de Grande Section de maternelle.

En ce qui concerne les perspectives curriculaires, nous considérons qu'il est nécessaire de revoir les orientations curriculaires et les pratiques éducatives associées. Il semble de grande importance de mettre en valeur l'éducation scientifique dès le plus jeune âge et de repenser la spécialité enseignante en ce qui concerne l'école maternelle. Parmi d'autres chercheurs Bisault (2011) met l'accent sur la professionnalité des enseignants. Le chercheur caractérise cette professionnalité des professeurs des écoles, notamment en utilisant le terme « polyvalence ». Plus particulièrement, cette notion est pour lui « une impasse pour penser la professionnalité des enseignants du primaire » (p. 109). Le chercheur donne la définition suivante :

Nous préférons donc nous appuyer sur la notion de spécialité tout en essayant de définir ce que peut être une spécialité qui ne soit conçue comme celle des enseignants du second degré. La prise en charge des « apprentissages fondamentaux » (lire, écrire et compter) constitue un élément difficilement contestable de cette spécialité tout comme la prise en charge des élèves dans leur globalité et dans leur diversité. Sur le plan des compétences professionnelles, la capacité d'articuler l'ensemble des apprentissages voire l'ensemble des activités scolaires dans un ensemble cohérent est un élément qui nous semble également important non seulement pour définir la spécialité mais aussi pour la rendre possible (p. 109).

A travers notre travail de recherche, nous nous retrouvons dans la définition de la spécialité des enseignants donnée par Bisault (2011) et nous réfléchissons autour d'une spécialité enseignante pour l'école maternelle comme il est d'actualité dans plusieurs autres pays (à titre indicatif, mentionnons la Grèce, l'Espagne, la Suisse et la Finlande). Il est vrai que les enseignants du primaire ne mobilisent pas les mêmes connaissances à l'école maternelle qu'à l'école élémentaire. La nature des enseignements est différente même pour une même thématique dans deux niveaux différents de l'école primaire.

Enfin, comme nous l'avons déjà mentionné, un enrichissement de notre grille de construction des praxéologies pourrait être effectuée par le cadre plus global des PCK (Shulman, 1986, 1987 ; Magnusson et al.,1999 ; Jameau, 2021). En effet, il nous semble intéressant d'approfondir la question des différentes connaissances des enseignants de maternelle en croisant le cadre en question avec celui que nous avons adopté pour notre recherche. Un exemple d'utilisation de ce double cadre théorique est donné par Brun-Ramousse (2020) en didactique de la biologie mais au niveau du lycée. Dans sa recherche doctorale, la chercheuse a construit des praxéologies et a caractérisé les connaissances professionnelles de quatre enseignants dans le cadre d'une séance d'enseignement portant sur la plasticité cérébrale en classe de Première S<sup>12</sup>.

---

<sup>12</sup> En France, la classe de première scientifique est la deuxième année du lycée général, avec une spécialisation aux matières scientifiques.

## Chapitre 3. Conclusion

---

Du point de vue de la recherche et de l'institution, nous rappelons que la culture et l'éducation scientifique concernent une partie des préoccupations dans le domaine éducatif (Osborne et al., 2003 ; Osborne, 2008 ; European Commission, 2004, 2005, 2007 ; OECD, 2008). De manière générale, les élèves trouvent les sciences importantes (DeWitt, Archer, & Mau, 2016) sans se projeter vers une carrière scientifique (Gorard & See, 2009) dans l'avenir, souvent par manque de motivation (Lavonen et al. 2008 ; Woolnough, 1996 ; Osborne 2008 ; Tytler et al. 2008). Martinand (2010) souligne que le désintérêt et le désengagement des sciences et plus généralement des disciplines scientifiques pourraient être liés à leur niveau d'abstraction élevé. Comme nous l'avons montré dans la première partie de cette thèse, cette désaffection concerne également une grande partie des enseignants et elle date possiblement de l'époque où ils étaient élèves. Ces derniers ne disposent pas pour la plupart d'entre eux d'une formation initiale scientifique. Pachod (2016) indique que le recrutement d'enseignants en primaire est souvent fort en langues et en sciences humaines et plutôt faible en sciences. Il semble que les enseignants sont plus souvent en difficulté quand ils préparent et ils mettent en œuvre des expériences liées à l'éducation scientifique des enfants en comparaison avec les activités liées au langage. D'ailleurs, certains enseignants délèguent l'enseignement des sciences lorsqu'ils le peuvent et la démarche pédagogique prévue n'est pas toujours effective (Decroix & Kermen, 2016).

Dans le but d'inciter les enseignants à pratiquer une éducation scientifique dans leur classe, nous proposons qu'ils travaillent de manière régulière en petits groupes afin de préparer des scénarios pédagogiques qu'ils appliqueront ensuite dans la classe. Nous considérons que la mise en place d'une méthode de type Lesson Study (Isoda, 2007 ; Saito, 2012) qui a vu le jour au Japon, pourrait être fructueuse pour les enseignants en France. Nous considérons qu'en travaillant en équipe les enseignants pourront se sentir plus en sécurité et en confiance par rapport à la préparation et à la mise en place d'une éducation scientifique dans leur classe. Il semble que les enseignants travaillent plutôt sur les thématiques où ils se sentent le plus rassurés, surtout quand il s'agit de concepts moins abstraits (Olcer, 2017). Quand les enseignants seront amenés à travailler par petits groupes, ils pourront probablement étudier chaque thématique, indépendamment de sa difficulté, comme ils l'ont fait pour la notion de la lumière.

Dans notre travail de thèse, nous avons voulu étudier l'utilisation des modèles précurseurs par des professeurs des écoles afin de mener une éducation scientifique à l'école maternelle auprès d'élèves de Grande Section. Nous avons décortiqué cet objectif selon trois axes. Le premier était centré sur l'étude de la préparation d'un scénario, le deuxième sur l'étude de la mise en œuvre de ce dernier dans une classe et enfin le dernier sur la discussion autour d'une éventuelle appropriation du modèle qui part d'un processus collectif pour arriver à un processus individuel. Nous avons étudié l'activité de l'enseignant sous le prisme de la Théorie Anthropologique du Didactique et nous nous sommes aperçus du rôle des institutions dans le savoir-faire et les choix des enseignants. Nous avons également constaté leur volonté et leur besoin d'un travail d'accompagnement et/ou d'une formation bien pensée et structurée afin de répondre aux nécessités du terrain par rapport à l'éducation scientifique au sein d'une classe de maternelle. Cet accompagnement des enseignants par l'institution permettrait d'assurer la continuité des apprentissages des élèves non seulement dans le cadre scolaire mais également en dehors de



l'école. L'idée et l'utilité d'un modèle précurseur est pour nous essentielle et fonctionne comme un lien de connexion entre les différentes étapes scolaires où différents concepts sont revisités tout au long de la scolarité d'un enfant. Nous considérons alors, selon nos résultats de recherche, sous forme de praxéologies, que l'appropriation d'un tel concept est possible mais le rôle de l'institution reste central afin d'accompagner l'enseignant vers cette direction.

Nos résultats de recherche par nature sont difficilement généralisables car nous parlons d'une étude de cas. Cependant, ce travail nous donne des éléments essentiels pour la planification et la mise en œuvre d'un scénario avec un certain axe, dans notre cas par rapport à la notion de modèle précurseur. De même, la focalisation que nous portons sur les enseignants qui exercent dans l'éducation préscolaire restent très importante pour la recherche francophone. Comme nous avons déjà mentionné, de nombreux rapports institutionnels (Tabarot, 2008 ; Juilhard, 2009 ; Papon & Martin, 2009 ; Bouysse, Claus & Szymankiewicz, 2011 ; Pétreault & Buissart, 2014) montrent que l'école maternelle n'est pas très bien adaptée à l'accueil de jeunes enfants. De même, il semble que la France n'est pas très engagée dans le débat international sur la qualité et l'efficacité de cette première école de l'enfant (Langlois, 2002). Il nous semble alors de véritable importance de mettre en place des recherches en France qui portent sur de multiples sujets qui intéressent l'éducation préscolaire aujourd'hui. Il est important de s'intéresser à l'école maternelle autant qu'on s'intéresse à l'école élémentaire. Il semble qu'il est temps de se centrer sur l'éducation scientifique des jeunes élèves. Il est montré dans des rapports institutionnels qu'une grande place est donnée à la préparation de la lecture et de l'écriture du français au détriment d'autres apprentissages (Bouysse, Claus & Szymankiewicz, 2011). Dans la bibliographie, il semble que les activités ordinairement proposées aux enfants à cette première école de l'enfant adoptent une approche générale du curriculum sans vraiment consacrer une partie importante à la découverte des phénomènes naturels (Canedo-Ibarra et al., 2010) dans la plupart des curriculums européens (Delserieys et al., 2018).

Certes, le nombre d'enseignants qui a travaillé dans cette étude de cas reste très limité, mais cela peut être le début pour une série de recherches autour de cet objet de recherche. Il est à noter qu'il n'y a pas d'autres recherches qui portent sur l'utilisation d'un modèle précurseur par des enseignants qui exercent en maternelle et cela rend difficile la comparaison de nos résultats avec d'autres résultats de recherche. Ainsi, nous espérons que les résultats de cette recherche exploratoire pourront servir comme point de départ pour l'élaboration d'autres recherches afin de pouvoir les comparer et d'en tirer des conclusions riches pour le domaine de l'éducation scientifique de la petite enfance. Enfin, nous mettons l'accent sur le rôle du chercheur qui reste primordial afin de créer des conditions propices pour effectuer un transfert des résultats obtenus par la recherche envers le monde professionnel des enseignants.

## Bibliographie

---

- Abell, K. (2007). Research on science teacher knowledge. Dans K. Abell, & N. Lederman (Éds.), *Handbook of research on science education* (pp. 1105-1150). Mahwah, New Jersey : Lawrence Erlbaum Associates.
- Académie des Sciences (2007). *Comment réussir sa première année à l'université dans le domaine des sciences*. Rapport de l'Académie des Sciences à Madame la Ministre de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, Paris.
- Académie des Sciences (2008). *Réflexions sur l'enseignement des sciences au lycée*. Rapport d'étape. Comité sur l'enseignement des sciences de l'Académie des Sciences, Paris.
- Académie des Sciences et Académie des technologies (2020) *Science et technologie à l'école primaire : un enjeu décisif pour l'avenir des futurs citoyens*. Rapport. Novembre 2020
- Acher, A., Arcà, M., et Sanmartí, N. (2007). Modeling as a teaching learning process for understanding materials: A case study in primary education. *Science education*, 91(3), 398–418.
- Achinstein, P. (1965). Theoretical models. *The British journal for the philosophy of science*, 16(62), 102-120.
- Adamuti-Trache, M., & Andres, L. (2008). Embarking on and persisting in scientific fields of study: cultural capital, gender, and curriculum along the science pipeline. *International Journal of Science Education*, 30(12), 1557–1584. Consulté à l'adresse : <https://doi.org/10.1080/09500690701324208>
- American Association for the Advancement of Science. (1989). *Science for All Americans*, Oxford University Press, New York. Consulté à l'adresse : <http://www.project2061.org/publications/sfaa/online/sfaatoc.htm>.
- Anadon, M. & Couture, C. (2007). Présentation : La recherche participative, une préoccupation toujours vivace. In M. Anadon (dir.), *La recherche participative : multiples regards*, Saint-Nicolas : Presses de l'université du Québec, p. 1-7.
- Anderson, P. A. (1983). Decision making by objection and the cuban missile crisis. *Administrative Science Quarterly*, 28(2), 201-222.
- Anderson, G. (1993). *Fundamentals of Educational Research*. London. Falmer Press.
- Anderson, C. & Smith, E. (1982). *Student conceptions of light, colour and seeing*. Paper presented at the annual convention of the National Association for Research in Science Teaching, Fontana, Wisconsin.
- Anderson, R. D., & Mitchener, C. P. (1994). Research on science teacher education. *Handbook of research on science teaching and learning*, 3-44.

Anderson, T., & Shattuck, J. (2012). Design-based research: A decade of progress in education research? *Educational Researcher*, 41(1), 16-25.

Andersson, B., & Kärrqvist, C. (1983). How Swedish pupils, aged 12-15 years, understand light and its properties. *European Journal of Science Education*, 5(4), 387-402.

Andersson, K., & Gullberg, A. (2014). What is science in preschool and what do teachers have to know to empower children? *Cultural studies of science education*, 9(2), 275-296.

Andre, T., Whigham, M., Hendrickson, A., & Chambers, S. (1999). Competency beliefs, positive affect, and gender stereotypes of elementary students and their parents about science versus other school subjects. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(6), 719-747.

Anning, A., & Edwards, A. (2006). *Promoting children's learning from birth to five: Developing the new early years professional*. McGraw-Hill Education (UK).

Antink-Meyer, A., & Meyer, D. Z. (2016). Science teachers' misconceptions in science and engineering distinctions: Reflections on modern research examples. *Journal of Science Teacher Education*, 27(6), 625-647.

Appleton, K. (1992). Discipline knowledge and confidence to teach science: Self-perceptions of primary teacher education students. *Research in Science Education*, 22(1), 11-19.

Appleton, K. (1995). Student teachers' confidence to teach science: is more science knowledge necessary to improve self-confidence? *International Journal of Science Education*, 17(3), 357-369.

Appleton, K. (2006). Science pedagogical content knowledge and elementary school teachers. *Elementary science teacher education: International perspectives on contemporary issues and practice*, 31-54.

Appleton, K. (2008). Developing science pedagogical content knowledge through mentoring elementary teachers. *Journal of Science Teacher Education*, 19(6), 523-545.

Appleton, K., & Kindt, I. (1999). Why teach primary science? Influences on beginning teachers' practices. *International journal of science education*, 21(2), 155-168.

Archer, L., DeWitt, J., Osborne, J., Dillon, J., Willis, B., & Wong, B. (2013). 'Not girly, not sexy, not glamorous': Primary school girls' and parents' constructions of science aspirations. *Pedagogy, Culture & Society*, 21(1), 171-194. doi: 10.1080/14681366.2012.748676

Arnantonaki, D. (2015). Le modèle précurseur sur la lumière et les interactions de la lumière avec les objets transparents ou opaques. [Mémoire de master, Université de Rennes 2].

Arnantonaki, D. (2016). Un modèle précurseur sur la lumière pour les élèves de 10 à 11 ans : cadres théoriques et méthodologiques. *Educational Journal of the University of Patras UNESCO Chair*, 3(1), 74-83.

Arnantonaki, D., Boilevin, J.-M., & Ravanis, K. (2020). L'appropriation de modèles précurseurs par des professeurs pour enseigner les sciences en maternelle. Le cas de la lumière. *RDST. Recherches en Didactique des Sciences et des Technologies*, 22, 151-176.

Artigue, M. (1988). Ingénierie didactique. *Recherches en didactique des mathématiques*, 9(3), 281-308.

Astolfi, J. P. (1993). Trois paradigmes pour les recherches en didactique. *Revue française de pédagogie*, 5-18.

Astolfi, J.-P., et Develay, M. (2002). *La didactique des sciences*. Paris : Presses universitaires de France.

Astolfi, J.-P., Darot, É., Ginsburger-Vogel, Y., et Toussaint, J. (2008). Mots-clés de la didactique des sciences : repères, définitions, bibliographies. Bruxelles : De Boeck.

Bachelard, S. (1979). *Quelques aspects historiques des notions de modèle et de justification des modèles*. Paris: Maloine Editions.

Bachelard, G. (1980). *La formation de l'esprit scientifique*. Paris: Vrin.

Bagakis, G., Balaska, G., Komis, V. & Ravanis, K. (2006). Science Education ideas, practices and needs of pre-primary school teachers in Greece. *Science Education International*, 17(3), 171-186.

Bailer-Jones, D. M. (2002). Scientists' thoughts on scientific models. *Perspectives on Science*, 10(3), 275–301.

Baillargeon, R. (2002). The acquisition of physical knowledge in infancy: A summary in eight lessons. In Goswami, U. (Ed.), *Handbook of childhood cognitive development* (pp.47–83). Oxford, England: Blackwell.

Balacheff, N. (1986, November). Le contrat et la coutume : deux registres des interactions didactiques. In *Premier colloque franco-allemand de didactique des mathématiques et de l'informatique* (pp. 15-26). La Pensée Sauvage.

Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. New York: Freeman.

Barab, S., & Squire, K. (2004). Design-based research: Putting a stake in the ground. *The journal of the learning sciences*, 13(1), 1-14.

Barenthien, J., Lindner, M. A., Ziegler, T., & Steffensky, M. (2020). Exploring preschool teachers' science-specific knowledge. *Early Years*, 40(3), 335-350.

Barlatier, P. (2018). Chapitre 7. Les études de cas. Dans : Françoise Chevalier éd., *Les méthodes de recherche du DBA* (pp. 126-139). Caen, France: EMS Editions. doi:10.3917/ems.cheva.2018.01.0126.

Bati, K., Ertürk, G., & Kaptan, F. (2010). The awareness levels of pre-school education teachers regarding science process skills. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 1993-1999.

Bécu-Robinault, K. (2002). Modelling activities of students during a traditional labwork. In *Teaching and learning in the science laboratory* (pp. 51-64). Springer, Dordrecht.

Bécu-Robinault, K. (2007). Connaissances mobilisées pour préparer un cours de sciences physiques. *Aster*, 45, 165-188.

Bécu-Robinault, K. (2015). *Un cadre épistemo-sémiotique pour concevoir des séances et analyser des pratiques d'étude et d'enseignement de la physique*. [Habilitation à diriger des recherches de l'Université de Toulouse, Éducation, Université Toulouse Jean Jaurès]. Consulté à l'adresse : <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01237838>

Bécu-Robinault, K., & Couture, C. (2018). Dialogue entre recherche en didactique des sciences et pratiques d'enseignement en contexte de formation. *RDST. Recherches en didactique des sciences et des technologies*, (17), 10-20.

Bednarz, N. (2013). *Recherche collaborative et pratique enseignante : regarder ensemble autrement*. Paris : L'Harmattan.

Bell, B. (1998). Teacher development in science education. *International handbook of science education*, 2, 681-693.

Bennett, J. (2005). Curriculum issues in national policy-making. *European Early Childhood Education Research Journal*, 13(2), 5–23.

Bergman, D. J., & Morphew, J. (2015). Effects of a science content course on elementary preservice teachers' self-efficacy of teaching science. *Research and Teaching*, 44, 73–81.

Betancur, L., Votruba-Drzal, E., & Schunn, C. (2018). Socioeconomic gaps in science achievement. *International Journal of STEM Education*, 5(1), 1-25.

Bisault, J. (2011). *Contribution à l'élaboration curriculaire d'une éducation scientifique à l'école primaire : modélisation des moments scolaires à visée scientifique*. Mémoire d'habilitation à diriger des recherches. École normale supérieure de Cachan.

Bisault, J., & Lhoste, Y. (2020). Quelle éducation scientifique et technologique pour des élèves de 2 à 6 ans? *Recherches en didactique des sciences et des technologies*, 22, 13-30.

Black, M. (1954). Metaphor. *Proc Aristotelian Soc*, 55, 273–294.

Black, M. (1962). *Models and metaphors: studies in language and philosophy*. Ithaca, NY/London: Cornell University Press.

Blanco, L. J., Guerrero, E., Caballero, A., Brígido, M., & Mellado, V. (2010). The affective dimension of learning and teaching mathematics and science. *Handbook of lifelong learning developments*, 265-287.

Blaxter, L. (2010). *How to research*. McGraw-Hill Education (UK).

Blay, M. (2007). La vue et la lumière : Sur quelques aspects de l'histoire de la lumière. *Revue d'histoire des sciences*, 60(1), 119-132.

Boilevin, J. M. (2005, janvier). *Apprentissage de règles de schématisation en électricité au collège*. Communication affichée au colloque international "Noter pour penser. Approches développementales et didactiques". Angers, France.

Boilevin, J. M. (2007). Représentation spatiale des concepts et objectivation de pratiques enseignants. *Revue en Education des Sciences Physiques et Naturelles, des Mathématiques et des TIC*, 1(2), 57-80.

Boilevin, J. M. (2010). *Contribution à la réflexion sur la rénovation de l'enseignement des sciences physiques dans l'enseignement secondaire. Quelques apports de la didactique des sciences*. Note de synthèse pour l'Habilitation à Diriger des Recherches. Marseille : Université de Provence.

Boilevin, J. M. (2013). *Rénovation de l'enseignement des sciences physiques et formation des enseignants: regards didactiques*. De Boeck.

Boilevin, J. M. (2014). Désaffection pour les études scientifiques et recherche en éducation scientifique. *Review of science, mathematics and ICT Education*, 8(2), 5-23.

Boilevin, J.-M. (2019). Ingénieries coopératives et recherches collaboratives en éducation. Dans C. Goujon (Éd.), *Actes du congrès : La TACD en questions, questions à la didactique* (Vol. 2, pp. 25-34). Rennes : CREAD. Consulté à l'adresse : [https://tacd2019.sciencesconf.org/data/ACTES\\_SessionX\\_Congres\\_TACD\\_Rennes\\_2019.pdf](https://tacd2019.sciencesconf.org/data/ACTES_SessionX_Congres_TACD_Rennes_2019.pdf)

Boilevin, J. M., Delsérieys, A., Jameau, A., Jegou, C., & Ravanis, K. (2016). Un cadre précurseur pour enseigner les sciences en maternelle. *Cahiers pédagogiques*, 533. Retrieved from <https://www.cahiers-pedagogiques.com/Un-cadre-precurseur-pour-enseigner-les-sciences-en-maternelle>

Boilevin, J.-M., Jameau, A., Delsérieys, A., Jégou, C., Kampeza, M., & Ravanis, K. (2020). Enseigner les sciences dès l'école maternelle à l'aide d'un modèle précurseur. Les cas de la lumière et des ombres. *Grand N*, 105, 65-74

Bonnat, C. (2017). Etayage de l'activité de conception expérimentale par un EIAH pour apprendre la notion de métabolisme cellulaire en terminale scientifique. [Thèse de doctorat. Université Grenoble]. Alpes, France.

Bonnat, C., Marzin-Janvier, P., Girault, I., & d'Ham, C. (2018). Modélisation didactique pour la conception d'étayages dans un EIAH: exemple d'une activité de conception expérimentale en biologie. In: *Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Éducation et la Formation*, volume 25 n°2. Varia. pp. 31-61; doi : Consulté à l'adresse : <https://doi.org/10.3406/stice.2018.1766>

Bonny, Y. (2017). Les recherches partenariales participatives : Éléments d'analyse et de typologie. Dans A. Gillet et D.-G. Tremblay (dirs.), *Recherches partenariales et collaboratives* (pp. 25-44). Presses Universitaires de Rennes.

Bosch M. & Chevillard Y. (1999). La sensibilité de l'activité mathématique aux ostensifs : Objet d'étude et problématique. *Recherches en didactique des mathématiques*, vol 19, n° 1, p 77-123.

Bosch, M. & Gascon, J. (2004). La praxéologie comme unité d'analyse des processus didactiques. Dans A. Mercier (dir.), *Balises pour la didactique des mathématiques. Actes de la 12e Ecole d'été de didactique des mathématiques*. Grenoble, France : La Pensée Sauvage.

Bosch, M. & Gascon, J. (2005). La praxéologie comme unité d'analyse des processus didactiques. Dans A. Mercier & C. Margolinas (Éds), *Balises pour la didactique des mathématiques*. Grenoble : La pensée sauvage, p. 107-122.

Bosse, S., Jacobs, G., & Anderson, T. L. (2009). Science in the air. *YC Young Children*, 64(6), 10.

Boulter, C. J., et Buckley, B. C. (2000). Constructing a typology of models for science education. Dans J. K. Gilbert et C. J. Boulter (Éd.), *Developing models in science education* (p. 41–57). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer.

Bourdieu, P. (1977). *Power and ideology in education*. New York: Oxford University Press.

Bouysse, V., Claus, P. et Szymankiewicz, C. (2011). L'école maternelle. *Rapport à Monsieur le ministre de l'Éducation Nationale, de la jeunesse et de la vie associative*, 108.

Bricheno, P., Johnston, J., & Sears, J. (2000). Children's attitudes to science: beyond the men in white coats. *Issues in science teaching*, 143-154.

Brière-Guenoun, F. (2011). Perspectives pour la conception d'outils de formation reposant sur l'analyse des praxéologies disciplinaires et didactiques en EPS. *eJRIEPS*, 24, 77-95

Brígido, M., Caballero, A., Bermejo, M.L., Conde, C. & Mellado, V. (2009). The emotions in learning and teaching sciences in primary pre-service teachers. *Campo Abierto*, 28 (2), 153–177.

Brígido, M., Bermejo, M.L., Conde, C. & Mellado, V. (2010). The emotions in teaching and learning Nature Sciences and Physics/Chemistry in pre-service primary teachers. *US-China Education Review*, 11(12), 25–32.

Brígido, M., Borrachero, A. B., Bermejo, M. L., & Mellado, V. (2013). Prospective primary teachers' self-efficacy and emotions in science teaching. *European Journal of Teacher Education*, 36(2), 200-217.

Bronner, A. (2003). Rapports des enseignants de mathématiques aux objets de savoir « racine carrée » et « nombre réel » : une étude dans le cadre de l'approche anthropologique. Prolongement codisciplinaire. Dans S. Maury & M. Caillot (dir.), *Rapport au savoir et didactiques*. Paris: Fabert.

Brotman, J. S., & Moore, F. M. (2008). Girls and science: A review of four themes in the science education literature. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(9), 971–1002.

Brun-Ramousse, V. (2020). *Partage de l'étayage entre un enseignant et un EIAH lors d'une séance en Biologie* [Doctoral dissertation, Université Grenoble Alpes].

Bruner, J. S. (1983). *Le développement de l'enfant. Savoir faire, savoir dire*. Paris : PUF.

Buckingham, J. (1994) Teachers' Understanding of Children's Drawing, in Aubrey, C. (Ed.) *The Role of Subject Knowledge in the Early Years of Schooling* (pp. 133–167). London: Falmer Press.

Bulunuz, M. (2013). Teaching science through play in kindergarten: Does integrated play and science instruction build understanding? *European Early Childhood Education Research Journal*, 21(2), 226-249.

Bunge, M. (1967). *Scientific Research, I-II*. New York: Springer-Verlag.

Bunge, M. (1973b). *Method, model, and matter*. Dordrecht: Reidel.

Bunge, M. (1973c). *Philosophy of physics*. Dordrecht, Holland: D. Reidel Publishing Company.

Bunge, M. (1975). *Philosophie de la physique*. Paris : Édition du Seuil.

Buty, C., Tiberghien, A., et Le Maréchal, J.-F. (2004). Learning hypotheses and an associated tool to design and to analyse teaching–learning sequences. *International Journal of Science Education*, 26(5), 579– 604.

Burchinal, M. R., Peisner-Feinberg, E., Pianta, R., & Howes, C. (2002). Development of academic skills from preschool through second grade: Family and classroom predictors of developmental trajectories. *Journal of school psychology*, 40(5), 415-436.

Cabe Trundle K. & Saçkes M. (éd.). (2015). *Research in Early Childhood Science Education*. Amsterdam: Springer, <https://doi.org/10.1007/978-94-017-9505-0>.

Caiman, C., & Lundegård, I. (2018). Young children’s imagination in science education and education for sustainability. *Cultural Studies of Science Education*, 13(3), 687-705.

Çakır, Ç. Ş. and Uludağ, G. (2019). Determining the knowledge of preschool children about the concept of "light". *Ankara University Faculty of Educational Sciences Journal*, 52 (1), 163-189.

Canedo-Ibarra, S. P. (2005). La construcción de significados científicos a partir del desarrollo de procedimientos científicos en la etapa de educación infantil: una experiencia con planos inclinados, *Enseñanza de las Ciencias*, número extra, pp.1-6.

Canedo-Ibarra, S. P. Castelló Escandell, J. García Wehrle, P. & Morales-Blake, A. R. (2010). Precursor models construction at preschool education: An approach to improve scientific education, *Review of Science, Mathematics and ITC Education*, vol. 4, 1, pp. 41-73.

Cardinet, J. (1977). La coordination de l’information dans le système éducatif. Document R.77.13. Neuchâtel : IRDP.

Carey, S. (1985). *Conceptual change in childhood*. Cambridge, MA: MIT Press.

Carey, S. (2000). The origin of concepts. *Journal of Cognition and Development*, 1(1), 37-41.

Carey, S., Evans, R., Honda, M., Jay, E., & Unger, C. (1989). ‘An experiment is when you try it and see if it works’: a study of grade 7 students’ understanding of the construction of scientific knowledge. *International Journal of Science Education*, 11(5), 514-529.

Carmichael, P., Driver, R., Holding, B., Twigger, D., & Watts, M. (1990). Research on Children’s conceptions in Science: A Bibliography. *Leeds, UK: Children's Learning in Science Research Group, Centre for Studies in Science and Mathematics Education, University of Leeds*.

Carter, L. (2017). Neoliberalism and STEM education: Some Australian policy discourse. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 17(4), 247–257. Doi: 10.1080/14926156.2017.1380868

Castela, C. (2008). Travailler avec, travailler sur la notion de praxéologie mathématique pour décrire les besoins d’apprentissage ignorés par les institutions d’enseignement. *Recherche en Didactique des Mathématiques*, 28(2), 135-182.



Castro, D. (2013). Light mental representations of 11-12-year-old students. *Journal of Social Science Research*, 1(2), 35-39.

Castro, D. (2018). L'apprentissage de la propagation rectiligne de la lumière par les élèves de 10-11 ans. La comparaison de deux modèles d'enseignement. *European Journal of Education Studies*, 4(5), 1-10.

Castro, D., & Rodriguez, J. (2014). 8-9-year-old pupils' mental representations of light: teaching perspectives. *Journal of Advances in Natural Sciences*, 2(1), 40-44.

Cázares, L. G., Camacho, F. F., & Canales, E. C. (2008). Aprendizaje de las ciencias en preescolar: la construcción de representaciones y explicaciones sobre la luz y las sombras. *Revista iberoamericana de educación*, (47), 97-121.

Cèbe, S., & Goigoux, R. (2018). Lutter contre les inégalités : outiller pour former les enseignants. *Recherche formation*, (1), 77-96.

Chaachoua, H. (2010) *La praxéologie comme modèle didactique pour la problématique EIAH. Etude de cas: la modélisation des connaissances des élèves*. Note de synthèse pour une HDR, Université Joseph Fourier, Grenoble.

Chaachoua, H., & Comiti, C. (2010). L'analyse du rôle des manuels dans l'approche anthropologique. *Apports de la théorie anthropologique, Diffuser les mathématiques (et les autres savoirs) comme outils et connaissances d'action*, 771-790.

Chaachoua, H., Ferraton, G., & Desmoulins, C. (2013). Utilisation du modèle praxéologique de référence dans un EIAH. *Actes du 4e congrès pour la Théorie Anthropologique du Didactique*.

Chaachoua, H., Bessot, A., & Kaspariy, D. (2021). Un cheminement possible pour accéder au modèle praxéologique dominant d'une institution d'enseignement. *Caminhos da Educação Matemática em Revista (Online)*, 11(1), 251-279.

Chaille, C. & Britain, L. (2003). *The young child as scientist (3rd ed.)*. Boston: Allyn & Bacon.

Chambers, D. W. (1983). Stereotypic images of the scientist: The draw-a-scientist test. *Science Education*, 67(2), 255-265. Consulté à l'adresse : <https://doi.org/10.1002/sce.3730670213>.

Chanoine, C. C. (2019). Quel curriculum pour explorer le monde des objets et de la matière en maternelle ? *Recherches en didactiques*, (2), 9-33.

Charles, F. (2012). Découvrir le monde de la nature et des objets avant six ans à l'école maternelle : spécificités du curriculum, spécialité des enseignants. [Thèse de doctorat. Université René Descartes-Paris V].

Charles, F. (2020). Pratiques enseignantes en éducation scientifique et technologique à l'école maternelle : Perspectives curriculaires. *RDST. Recherches en didactique des sciences et des technologies*, (21), 21-44.

Charles, F. (Ed.). (2021). *Graines de scientifiques en maternelle: Explorer le monde du vivant, des objets et la matière*. EDP Sciences.

Charpak, G. (1996). *La Main à la pâte : Les sciences à l'école primaire*. Flammarion.

Chen, S.-M. (2009). Shadows: young Taiwanese children's views and understanding. *International Journal of Science Education*, 31(1), 59-79.

Chen, W., Mason, S., Staniszewski, C., Upton, A. et Valley, M. (2012). Assessing the quality of teachers' teaching practices. *Educational Assessment, Evaluation and Accountability*, 24(1), 25-41.

Cheng, M., Wu, T., & Lin, S. (2019). Investigating the relationship between views of scientific models and modeling practice. *Research in Science Education*. Consulté à l'adresse: <https://doi.org/10.1007/s11165-019-09880-2>.

Chevallard, Y. (1985). *La transposition didactique. Du savoir savant au savoir enseigné*. La pensée sauvage, Grenoble (2<sup>nd</sup> édition 1991)

Chevallard, Y. (1992). Concepts fondamentaux de la didactique : perspectives apportées par une approche anthropologique. *Recherches en didactique des mathématiques*, 12(1), 73-112.

Chevallard Y. (1997). Familiale et problématique, la figure du professeur. *Recherches en didactique des mathématiques*, 17(3), 17-54.

Chevallard Y. (1998). Analyse des pratiques enseignantes et didactique des mathématiques: l'approche anthropologique. *Actes de l'UE de La Rochelle*, Clermont-Ferrand : IREM de Clermont-Ferrand, p. 91-120.

Chevallard, Y. (1999) L'analyse de pratiques enseignantes en théorie anthropologique du didactique. *Recherches en didactique des mathématiques*, vol.19, 2, pp. 221-265, la Pensée Sauvage, Grenoble.

Chevallard, Y. (2002a), Organiser l'étude 1. Structures et fonctions, in J.-L. Dorier et al. (eds.), *Actes de la 11<sup>e</sup> École d'Été de didactique des mathématiques — Corps 21–30 Août 2001*, La Pensée Sauvage, Grenoble, pp. 3–22.

Chevallard, Y. (2002b), Organiser l'étude. 3. Écologie & régulation, in J.-L. Dorier et al. (eds.), *Actes de la 11<sup>e</sup> École d'Été de didactique des mathématiques — Corps 21–30 Août 2001*, La Pensée Sauvage, Grenoble, pp. 41–56.

Chevallard, Y. (2003). Approche anthropologique du rapport au savoir et didactique des mathématiques. *Rapport au savoir et didactiques*, 81-104.

Chevallard Y. (2017). La TAD et son devenir : rappels, reprises, avancées. *Actes du 4<sup>e</sup> congrès international sur La théorie anthropologique du didactique (TAD)*, p. 27-65. Consulté à l'adresse : <https://citad4.sciencesconf.org>

Chinn, C. A. (1998). A critique of social constructivist explanations of knowledge change. *Perspectives on conceptual change: Multiple ways to understand knowing and learning in a complex world*, 77-115.

Christidou, V., Koulaidis, V., & Christidis, T. (1997). Children's use of metaphors in relation to their mental models: the case of the ozone layer and its depletion. *Research in Science Education*, 27(4), 541-552.

Clement, J. (1989). Learning via model construction and criticism: Protocol evidence on sources of creativity in science. Dans J. A. Glover, R. R. Ronning, et C. R. Reynolds (Éd.), *Handbook of creativity: Assessment, theory and research* (p. 341–381). New York: Plenum Press.

Clot Y. & Faïta D. (2000). Genres et styles en analyse du travail. Concepts et Méthodes. *Travailler*, n° 4, p. 7-42.

Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2013). *Research methods in education*. Routledge.

Coles, A. (2013). Using video for professional development: The role of the discussion facilitator. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 16(3), 165-184.

Coll, R. K., France, B., et Taylor, I. (2005). The role of models/and analogies in science education: implications from research. *International Journal of Science Education*, 27(2), 183–198.

Colmant, M., & Le Cam, M. (2020). Note d'information. TIMSS 2019–Évaluation internationale des élèves de CM1 en mathématiques et en sciences: les résultats de la France toujours en retrait.

Confederación de Sociedades Científicas de España (COSCE). (2011). *Informe ENCIENDE, Enseñanza de las Ciencias en la Didáctica Escolar para edades tempranas en España*, Confederación de Sociedades Científicas de España, Madrid, Consulté à l'adresse : [https://www.cosce.org/pdf/Informe\\_ENCIENDE.pdf](https://www.cosce.org/pdf/Informe_ENCIENDE.pdf).

Connor, C. M., Morrison, F. J., & Slominski, L. (2006). Preschool instruction and children's emergent literacy growth. *Journal of Educational Psychology*, 98(4), 665.

Cook, C., Goodman, N. D., & Schulz, L. E. (2011). Where science starts: Spontaneous experiments in preschoolers' exploratory play. *Cognition*, 120(3), 341-349.

Cooper, G., Berry, A., & Baglin, J. (2018). Demographic predictors of students' science participation over the age of 16: An Australian case study. *Research in Science Education*, 1–13.

Cooper, G., & Berry, A. (2020). Demographic predictors of senior secondary participation in biology, physics, chemistry and earth/space sciences: students' access to cultural, social and science capital. *International Journal of Science Education*, 42(1), 151-166.

Copple, C., & Bredekamp, S. (2009). *Developmentally appropriate practice in early childhood programs serving children from birth through age 8*. Washington, DC: National Association for the Education of Young Children.

Coquidé, M. (2007). Quels contenus de formation pour enseigner à l'école maternelle ? L'exemple de la formation à l'activité « faire découvrir la nature et les objets ». *Recherche et formation*, 55, 75-92. Doi: 10.4000/rechercheformation.869

Crawford, B. A., et Cullin, M. J. (2004). Supporting prospective teachers' conceptions of modelling in science. *International Journal of Science Education*, 26(11), 1379–1401.

Creswell, J. W. (2007). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches* (2nd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.

Crowley, K., Callanan, M. A., Tenenbaum, H. R., & Allen, E. (2001). Parents explain more often to boys than to girls during shared scientific thinking. *Psychological Science*, 12(3), 258–261.

Curtis, A. (1998). *A curriculum for the preschool child* (2<sup>nd</sup> ed.). Routledge.

Da Costa, N. C. A. & French, S. (2003). *Science and partial truth: A unitary approach to models and scientific reasoning*. Oxford University Press.

D'Espagnat, B. (1983). *In search of reality*. New York: Springer.

De Landsheere, G. (1982). *Introduction à la recherche en éducation*. Armand Colin [5e éd.]. Paris.

Danusso, L., Testa, I., & Vicentini, M. (2010). Improving prospective teachers' knowledge about scientific models and modelling: Design and evaluation of a teacher education intervention. *International Journal of Science Education*, 32(7), 871-905.

Decroix A.-A. & Kermen I. (2016). Rapport au savoir en physique des professeurs des écoles. *Actes des 9<sup>e</sup> rencontres scientifiques de l'ARDiST*, 30-31 mars, 1<sup>er</sup> avril, Lens, p. 73-78.

Dedes, C., & Ravanis, K. (2009). Teaching image formation by extended light sources: the use of a model derived from the history of science. *Research in Science Education*, 39, 57-73.

Dekkers, P. J., & Thijs, G. D. (1998). Making productive use of students' initial conceptions in developing the concept of force. *Science Education*, 82(1), 31-51.

Delserieys, A., Jégou, C., & Givry, D. (2014). Preschool children understanding of a precursor model of shadow formation. C. P. Constantinou, N. Papadouris, & A. Hadjigeorgiou (Eds.), *E-Book Proceedings of the ESERA 2013 Conference: Science Education Research For Evidence-based Teaching and Coherence in Learning. Part 15 (co-ed. E. Glauert & F. Stylianidou, Early years science education)* (pp. 5-13). European Science Education Research Association: Nicosia.

Delserieys, A., Impedovo, M.-A., Fragkiadaki, G., & Kampeza, M. (2017). Using drawings to explore preschool children's ideas about shadow formation. *Review of Science, Mathematics and ICT Education*, 11(1), 55-69.

Delserieys, A. Jégou, C. Boilevin, J.-M., & Ravanis, K. (2018). Precursor model and preschool science learning about shadows formation. *Research in Science and Technological Education*, 36(2), 147-164.

Dercourt, J. (2004). *Les flux d'étudiants susceptibles d'accéder aux carrières de recherche. L'exemple de l'Ile de France dans le cadre national*. Rapport de l'Académie des Sciences, France.

Desgagné, S. (1997). Le concept de recherche collaborative : l'idée d'un rapprochement entre chercheurs universitaires et praticiens enseignants. *Revue des sciences de l'éducation*, 23(2), 371-393.

Desgagné, S., Bednarz, D., Couture, C., Poirier, L. & Lebuis, P. (2001). L'approche collaborative de recherche en éducation : un rapport nouveau à établir entre recherche et formation. *Revue des Sciences de l'éducation*, 27(1), 33-64.

Design-Based Research Collective. (2003). Design-based research: An emerging paradigm for educational inquiry. *Educational researcher*, 32(1), 5-8.

Devries, R. (1986). « Children's conceptions of shadow phenomena », *Genetic, Social and General Psychology Monographs*, 112(4), 479-530.

- DeWitt, J., Archer, L., & Mau, A. (2016). Dimensions of science capital: Exploring its potential for understanding students' science participation. *International Journal of Science Education*, 38(16), 2431–2449. doi: 10.1080/09500693.2016.1248520
- DiMaggio, P., & Mukhtar, T. (2004). Arts participation as cultural capital in the United States, 1982–2002: Signs of decline? *Poetics*, 32(2), 169-194.
- DiSessa, A. (1983). Phenomenology and the Evolution of Intuition. In D. Gentner et A. Stevens (Dir), *Mental Models* (p.15-33). Hillsdale (NJ.): Lawrence Erlbaum Associates.
- Douglas, M. (1986). *How institutions think*. Syracuse University Press.
- Driver, R., Guesne, E., & Tiberghien, A. (1985). Children's ideas and the learning of science. *Children's ideas in science*, 1-9.
- Driver, R., Rushworth, P., Squires, A., & Wood-Robinson, V. (2005). *Making sense of secondary science: Research into children's ideas*. Routledge.
- Drouin, A. M. (1988). Le modèle en question. *Aster*, 7, 1-20.
- Dubosarsky, M. D. (2011). *Science in the eyes of preschool children: findings from an innovative research tool*. PhD thesis, The University of Minnesota, USA.
- Duit, R., Gropengiesser, H., Kattmann, U., Komorek, M., & Parchmann, I. (2012). The Model of Educational Reconstruction – a framework for improving teaching and learning science. In D. Jorde & J. Dillon (éd.), *Science Education Research and Practice in Europe. Cultural Perspectives in Science Education*, vol. 5, p. 13-37, Rotterdam: Sense Publishers.
- Duke, N. et Pearson, P. D. (2002). Effective practices for developing reading comprehension. Dans A. E. Farstrup et S. J. Samuels (dir.), *What research has to say about reading instruction* (pp. 205-242). Newark, DE : International Reading Association. DOI : [10.1177/0022057409189001-208](https://doi.org/10.1177/0022057409189001-208)
- Dumas Carré, A. Weil-Barais, A. Ravanis, K. & Shourchah, F. (2003). Interactions maître-élèves en cours d'activités scientifiques à l'école maternelle : approche comparative. *Bulletin de Psychologie*, 56(4), 493-508.
- Ebersbach, M. & Resing, W. (2007). Shed ding new light on and old problem: The estimation of shadow sizes in children and adults. *Journal of Experimental Child Psychology*, 97, 265-285.
- Eshach, H. (2006). *Science literacy in primary schools and pre-schools*, Dordrecht, The Netherlands: Springer.
- Eshach, H., & Fried, M. N. (2005). Should science be taught in early childhood? *Journal of Science Education and Technology*, 14(3), 315-336.
- Eisenhardt, K. M. (1989). Building Theories from Case Study Research, *Academy of Management Review*, Vol. 14, n°4, p. 532 –550.
- Eisenhardt, K. M. (1991). Better Stories and Better Constructs: The Case for Rigor and Comparative Logic, *Academy of Management Review*, Vol. 16, n°3, p. 620 –627.
- Eisenhardt, K. M., & Graebner, M. E. (2007). Theory building from cases: Opportunities and challenges. *The Academy of Management Journal*, 50(1), 25-32.

Elgar, A. G. (2004). Science textbooks for lower secondary schools in Brunei: issues of gender equity. *International Journal of Science Education*, 26(7), 875–894.

Elmesky, R., & Tobin, K. (2005). Expanding our understandings of urban science education by expanding the roles of students as researchers. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(7), 807-828.

Enfield, M., & Rogers, D. (2009). Improving science teaching for young children. In O. A. Barbarin & B. H. Wasik (Eds.). *Handbook of child development and early education* (pp. 558–576). New York, NY: Guilford Press.

Erduran, S. & Duschl, R. A. (2004). Interdisciplinary characterizations of models and the nature of chemical knowledge in the classroom. *Studies in Science Education*, 40, 105-137.

Esgalhado, A., & Rebordao, J. (1987). À propos de modèles spontanées de phénomènes liés à la lumière. A. Giordan & J.-L. Martinand (Eds), *Actes des IXèmes Journées Internationales sur l'Éducation Scientifique* (pp. 303-308). Chamonix.

European Commission (2004). *Europe needs more scientists*. Brussels, Belgium: European Commission, Information and Communication Unit.

European Commission (2005). *Europeans, science and technology. Eurobarometer 224*. Brussels: The Directorate General Press and Communication of the European Commission.

European Commission (2007). *Science Education now: a renewed pedagogy for the future of Europe*. Brussels Belgium: European Commission, Information and Communication Unit.

Eurydice Network Report (2009). *Early childhood education and care in Europe: Tackling social and cultural inequalities*. Brussels: Education, Audiovisual and Culture Executive Agency.

Eurydice (2014). *Key Data on Early Childhood Education and Care in Europe*. European Commission. Consulté à l'adresse : [https://eacea.ec.europa.eu/education/eurydice/documents/key\\_data\\_series/166EN.pdf](https://eacea.ec.europa.eu/education/eurydice/documents/key_data_series/166EN.pdf)

Fabre, M. (1999). *Situations-problèmes et savoir scolaire*. Paris : Presses universitaires de France.

Feasey, R. (1994). The Challenge of Science, in Aubrey, C. (Ed.) *The Role of Subject Knowledge in the Early Years of Schooling*, (pp. 73–88). London: Falmer Press.

Fensham, P. (1985). Science for all: A reflective essay. *Journal of Curriculum Studies*, 17(4), 415-435. Consulté à l'adresse : <http://dx.doi.org/10.1080/0022027850170407>.

Ferreiro, E., & Teberosky, A. (1982). *Literacy before schooling*. Heinemann Educational Books Inc., 70 Court St., Portsmouth, NH 03801.

Fleer, M. (1996). Early learning about light: mapping preschool children's thinking about light before, during and after involvement in a two week teaching program. *International Journal of Science Education*, 18(7), 819–836.

Fleer, M. (2009). Supporting scientific conceptual consciousness or learning in 'a roundabout way' in play-based contexts. *International Journal of Science Education*, 31(8), 1069-1089.

Fleer, M. (2010). *Early learning and development: Cultural-historical concepts in play*. New York, NY: Cambridge University Press.

Fleer, M. (2013). Affective imagination in science education: Determining the emotional nature of scientific and technological learning of young children. *Research in Science Education*, 43(5), 2085-2106.

Fleer, M. (2019). Scientific playworlds: A model of teaching science in play-based settings. *Research in Science Education*, 49, 1257-1278.

Fleer, M. (2021). *Play in the early years*. Cambridge University Press.

Fleer, M., & Hardy, T. (1993). How can we find out what 3- and 4-year-olds think? New approaches to eliciting very young children's understandings in science. *Research in Science Education*, 23(1), 68-76.

Fleer, M., & Hardy, T. (2001). *Science for children: Developing a personal approach to teaching*. (2 ed.). Prentice Hall.

Fleer, M., & Robbins, J. (2003). "Hit and Run Research" with "Hit and Miss Results in Early Childhood Science Education. *Research in Science Education*, 33, 405- 431.

Fleer, M., & March, S. (2009). Engagement in science, engineering and technology in the early years: A cultural-historical reading. *Review of Science, Mathematics and ICT Education*, 3(1), 23-47.

Fleer, M., Fragkiadaki, G., & Rai, P. (2020). STEM begins in infancy: Conceptual PlayWorlds to support new practices for professionals and families. *International Journal of Birth and Parent Education*, 7(4), 27-31.

Forquin, J. C. (2008). *Sociologie du curriculum*. Rennes : Presses universitaires de Rennes.

Fragkiadaki, K. (2020). Conflicts during Science concept formation in early childhood: barriers or turning points? *Review of Science, Mathematics and ICT Education*, 14(1), 113-128.

Francis, B., & Skelton, C. (2005). *Reassessing gender and achievement: Questioning contemporary key debates*. Psychology Press.

Franco, C. & Colinvaux, D. (2000). Grasping mental models. In J. K. Gilbert & C. J. Boulter (Eds.), *Developing models in science education* (pp. 93-118). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

French, L. (2004). Science as the center of a coherent, integrated early childhood curriculum. *Early Childhood Research Quarterly*, 19(1), 138-149.

French, L. A., & Woodring, S. D. (2012). Science education in the early years. In O. N. Saracho & B. Spodek (Eds.), *Handbook of research on the education of young children* (pp. 179–196). London: Routledge.

Galili, I., & Hazan, A. (2000). Learners' knowledge in optics: interpretation, structure and analysis. *International Journal of Science Education*, 22(1), 57-88.

Gallegos-Cázares, L., Flores-Camacho, F., & Calderón-Canales, E. (2009). Preschool science learning: The construction of representations and explanations about color, shadows, light and images. *Review of Science, Mathematics and ICT Education*, 3(1), 49–73.

Garbett, D. (2003). Science education in early childhood teacher education: Putting forward a case to enhance student teachers' confidence and competence. *Research in Science Education*, 33(4), 467-481.

Garritz, A. (2010). Science education in an uncertain and briskly changing society. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(3), 315-326.

Gaudin C. (2012). L'usage de la vidéo dans la formation professionnelle par et à l'observation : états des lieux des connaissances du domaine. In S. Ciavaldini- Cartaut (dir.), *Innover en formation : accompagner autrement les enseignants entrant dans le métier* (pp. 121-135). Paris: L'Harmattan.

Gelman, R., & Brenneman, K. (2004). Science learning pathways for young children. *Early Childhood Research Quarterly*, 19(1), 150-158.

Gelman, R., & Brenneman, K. (2012). Moving young 'scientists-in-waiting' onto science learning pathways: Focus on observation. In S. M. Carver & J. Shrager (Eds.). *From child to scientist: Integrating cognitive development and the education sciences* (pp. 155–169).

Gendreau-Massaloux, M. & Léna, P. (2000). Éducation et Science. *La science pour le XX<sup>e</sup> siècle: un nouvel engagement*, 2, 6-13.

Genzling, J.-C., & Pierrard, M.-A. (1994). La modélisation, la description, la conceptualisation, l'explication et la prédiction. In J.-L. Martinand et al. (Éds), *Nouveaux regards sur l'enseignement et l'apprentissage de la modélisation en sciences* (pp. 47-78). Paris: INRP.

Gersick, C., J., G. (1988). Time and transition in work teams: Toward a new model of group development. *The Academy of Management Journal*, 31(1), 9-41.

Gess-Newsome, J. (2015). A model of teacher professional knowledge and skill including PCK: Results of the thinking from the PCK Summit. In A. Berry, P. Friedrichsen & J. Loughran (éd.). *Re-examining Pedagogical Content Knowledge in Science Education* (pp. 14-27). Londres: Routledge Press.

Giere, R. N. (1988). *Explaining science: a cognitive approach*. Chicago: University of Chicago Press.

Giere, R. N. (1992). *Cognitive models of science* (Vol. 15). Minnesota: University of Minnesota Press, Minneapolis Minnesota Studies in the Philosophy of Science.

Giere, R. N. (1999). Using models to represent reality. Dans L. Magnani, N. J. Nersessian, et P. Thagard (Éd.), *Model-based reasoning in scientific discovery* (pp. 41–58). New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers.

Giere, R. N. (2004). How models are used to represent reality. *Philosophy of science*, 71(5), 742-752.

Giere, R. N. (2010). An agent-based conception of models and scientific representation. *Synthese*, 172(2), 269.

Gilbert, S. W. (1991). Model building and a definition of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 28, 73-9.

Gilbert, J. (2001). Science and its' other': Looking underneath 'woman' and 'science' for new directions in research on gender and science education. *Gender and Education*, 13(3), 291-305.

Gilbert, J. K. (2004). Models and modelling: Routes to more authentic science education. *International journal of science and mathematics education*, 2(2), 115–130.



Gilbert, J. K., et Boulter, C. (1998). Learning science through models and modelling. Dans B. J. Fraser et K. G. Tobin (Éd.), *International handbook of science education* (pp. 53-66). Dordrecht: Kluwer Academic.

Gilbert, J. K., et Boulter, C. (2000). *Developing Models Science Education*. Dordrecht: Kluwer.

Gilbert, J. K., Osborne, R. J., & Fensham, P. (1982). Children's science and its implications for teaching. *Science Education*, 66(4), 623.

Gilbert, J. K., Boulter, C., et Elmer, R. (2000). Positioning models in science education and in design and technology education. Dans J. K. Gilbert et C. J. Boulter (Éd.), *Developing models in science education* (pp. 3-18). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer.

Ginestié, J. (2008). Gestepro: a scientific, technological, and vocational educational research laboratory. In J. Ginestié (Ed.), *The cultural transmission of artefacts, skills and knowledge: Eleven studies in technology education* (pp. 3-6). Rotterdam: Sense Publishers.

Giordan, A., et De Vecchi, G. (1987). *Les origines du savoir : des conceptions des apprenants aux concepts scientifiques*. Neuchâtel-Paris : Delachaux et Niestlé.

Girault I., Chaachoua, H. (2013). How do students deal with the chemical knowledge during an experimental design in SCY-Lab? *Proceeding of CITAD 2013 - 4th International Conference of the Anthropological Theory of the Didactic, 21 – 26 avril 2013*. Toulouse. Consulté à l'adresse : <https://halshs.archives-ouvertes.fr/hal-00948747>

Glynn, S. M. (1991). Explaining science concepts: A teaching-with-analogies model. Dans S. Glynn, R. Yeany, et B. Britton (Éd.) (pp. 219-240). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Gobert, J., et Buckley, B. (2000). Special issue editorial: Introduction to model-based teaching and learning. *International journal of science education*, 22, 891-894.

Gobert, J. D., et Clement, J. J. (1999). Effects of student-generated diagrams versus student-generated summaries on conceptual understanding of causal and dynamic knowledge in plate tectonics. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(1), 39–53.

Goigoux, R. (2017). Associer chercheurs et praticiens à la conception d'outils didactiques ou de dispositifs innovants pour améliorer l'enseignement, *Éducation et didactique*, 11(3), 135-142.

Goldin-Meadow, S. (2003). *Hearing gesture: How our hands help us think*. Cambridge, MA: Harvard University Press

Gomatos, L. (2010). La place de la Didactique dans les programmes de préparation des enseignants de Physique et de Technologie en Grèce. *Review of Science, Mathematics and ICT Education*, 4(2), 85-99.

Gorard, S., & See, B. (2009). The impact of socio-economic status on participation and attainment in science. *Studies in Science Education*, 45(1), 93–129. doi: 10.1080/03057260802681821

Gouvias, D., & Alexopoulos, C. (2018). Sexist stereotypes in the language textbooks of the Greek primary school: A multidimensional approach. *Gender and Education*, 30(5), 642–662.

Grangeat, M., (2011), « Le travail collectif enseignant : éléments de modélisation du développement professionnel », *Les démarches d'investigation dans l'enseignement*

scientifique. *Pratiques de classe, travail collectif enseignant, acquisitions des élèves*, M. Grangeat (éd.), (pp. 79-106). Lyon, École Normale Supérieure.

Grangeat, M., Rogalski, J., Lima, L., & Gray, P. (2009). Comprendre le travail collectif enseignant: effets du contexte de l'activité sur les conceptualisations des acteurs. *Schweizerische Zeitschrift für Bildungswissenschaften*, 31(1), 151-168.

Grangeat, M., & Hudson, B. (2015). A new model for understanding the growth of science teacher professional knowledge. In *Understanding Science Teachers' Professional Knowledge Growth* (pp. 203-228). Brill Sense.

Greenfield, D. B., Jirout, J., Dominguez, X., Greenberg, A., Maier, M., & Fuccillo, J. (2009). Science in the preschool classroom: A programmatic research agenda to improve science readiness. *Early Education and Development*, 20(2), 238-264.

Grigorovitch, A. (2014). Children's misconceptions and conceptual change in Physics Education: the concept of light. *Journal of Advances in Natural Sciences*, 1(1), 34-39.

Grigorovitch, A. (2015). Teaching optics perspectives: 10–11-year-old pupils' representations of light. *International Education & Research Journal*, 1(3), 4-6.

Grigorovitch, A., & Nertivich, D. (2017). Représentations mentales des élèves de 10-12 ans sur la formation des ombres. *European Journal of Education Studies*, 3(5), 150-160.

Gropen, J., Kook, J. F., Hoisington, C., & Clark-Chiarelli, N. (2017). Foundations of science literacy: Efficacy of a preschool professional development program in science on classroom instruction, teachers' pedagogical content knowledge, and children's observations and predictions. *Early Education and Development*, 28(5), 607-631.

Guesne, E. (1984). Children's ideas about light. In: Wenham, E.J. (Ed.). *New Trends in Physics Teaching* (v. IV, pp. 179-192). Paris: UNESCO.

Guesne, E. (1984). Light. In: Driver, R., Guesne, E. & Tiberghien, A. (Eds). *Children's ideas in science* (pp. 10-32). Philadelphia: Open University Press.

Guichard, J. (1994). Réaction de J. Guichard à partir du texte de J.C. Genzling et M.A. Pierrard et de la grille de lecture de G. Ruhmelhard. Dans J. L. Martinand (Éd.), *Nouveaux regards sur l'enseignement et l'apprentissage de la modélisation en sciences* (pp. 79-84). Paris: INRP.

Guo, Y., Piasta, S. B., & Bowles, R. P. (2015). Exploring preschool children's science content knowledge. *Early Education and Development*, 26(1), 125-146.

Guthmann, C. (2010). Newton et la naissance de la théorie des couleurs. *Bibnum. Textes fondateurs de la science*. Consulté sur URL : <http://journals.openedition.org/bibnum/743>

Halbwachs, F. (1974). *La pensée physique chez l'enfant et le savant*. Neuchâtel: Delachaux & Niestlé.

Halloun, I. A. (2004). *Modeling theory in science education*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic.

Halpern, D. F., Benbow, C. P., Geary, D. C., Gur, R. C., Hyde, J. S., & Gernsbacher, M. A. (2007). The science of sex differences in science and mathematics. *Psychological science in the public interest*, 8(1), 1-51.

Hamre, B. K., Pianta, R. C., Burchinal, M., Field, S., LoCasale-Crouch, J., Downer, J. T., ... Scott-Little, C. (2012). A course on effective teacher-child interactions: Effects on teacher beliefs, knowledge, and observed practice. *American Educational Research Association*, 49(1), 88-123.

Harding, S. G. (1986). *The science question in feminism*. Cornell University Press.

Hargreaves, A. (1998). The emotions of teaching and educational change. In *International handbook of educational change*, ed. A. Hargreaves, A. Lieberman, M. Fullan and D. Hopkins, 558–575. London: Kluwer Academic.

Hargreaves, A. (2000). Mixed emotions: Teachers' perceptions of their interactions with students. *Teaching and Teacher Education* 16(7), 811–826.

Hargreaves, A. (2005). Educational change takes ages: Life, career and generational factors in teachers' emotional responses to educational change. *Teaching and teacher Education*, 21(8), 967-983.

Hargreaves, A., & Fullan, M. G. (1992). *Understanding teacher development*. Teachers College Press, 1234 Amsterdam Avenue, New York, NY 10027.

Harlen, W. (2014). Helping children's development of inquiry skills. *Inquiry in Primary Science Education*, 1(1), 5-19.

Harré, R. (1959). Metaphor, model and mechanism. *Proceedings of the Aristotelian Society*, 60, 101–122.

Harré, R. (1960). *An Introduction to the Logic of Sciences*. London: Macmillan.

Harré, R. (1970). *The principles of scientific thinking*. Chicago, IL: The University of Chicago Press.

Harré, R. (1978). Models in Science. *Physics Education*, 13(5), 275-278.

Harré, R. (1985). *The philosophies of science (2nd ed.)*. Oxford: Oxford University Press.

Harris, T. (1999). A hierarchy of models and electron microscopy. Dans L. Magnani, N. J. Nersessian, et P. Thagard (Éd.), *Model-based reasoning in scientific discovery* (pp. 139–148). New York: Kluwer Academic /Plenum Publishers.

Harrison, A. G. (2001). Thinking and working scientifically: The role of analogical and mental models. Paper presented at the *Proceedings of the Australian Association for Research in Education Conference*.

Harrison, A. G., et Treagust, D. F. (2000). A typology of school science models. *International Journal of Science Education*, 22(9), 1011–1026.

Hasni, A. (2010). Modèles et modélisation en enseignement scientifique : quelques aspects prioritaires à considérer. *Spectre*, 40(1), 10-13.

Hatch, J. A. (2002). *Doing qualitative research in education settings*. Suny Press.

Havu-Nuutinen, S. (2005). Examining young children's conceptual change process in floating and sinking from a social constructivist perspective. *International journal of science education*, 27(3), 259-279.

Heckman, J. J. (2008). The case for investing in disadvantaged young children. *CESifo DICE Report*, 6(2), 3-8.

Hedegaard, M. (2004). A cultural-historical approach to learning in classrooms. *Outlines. Critical Practice Studies*, 6(1), 21-34.

Hedegaard, M., & Fler, M. (2008). *Studying children. A cultural historical approach*. Glasgow: Open University Press.

Hedges, H., & Cullen, J. (2005). Subject knowledge in early childhood curriculum and pedagogy: Beliefs and practices. *Contemporary issues in early childhood*, 6(1), 66-79.

Hempel, C. G. (1965). *Aspects of scientific explanation and other essays in the philosophy of science*. Macmillan, New York: The Free Press.

Henrichs, L. F., & Leseman, P. P. (2014). Early science instruction and academic language development can go hand in hand. The promising effects of a low-intensity teacher-focused intervention. *International Journal of Science Education*, 36(17), 2978-2995.

Herakleioti, E., & Pantidos, P. (2016). The contribution of the human body in young children's explanations about shadow formation. *Research in Science Education*, 46(1), 21-42. Consulté à l'adresse : <https://doi.org/10.1007/s11165-014-9458-2>

Hesse, M. B. (1953). Models in physics. *The British Journal for the Philosophy of Science*, 4(15), 198-214.

Hesse, M. B. (1961). *Forces and fields: The concept of action at a distance in the history of physics*. London: Thomas Nelson et Sons.

Hesse, M. B. (1963). *Models and analogies in science*. London: Sheed et Ward.

Hestenes, D. (1992). Modeling games in the Newtonian world. *American Journal of Physics*, 60(8), 732-748.

Hestenes, D. (1997). Modeling methodology for physics teachers. Dans E. Redish et J. Rigden (Éd.), *The changing role of the physics department in modern universities* (pp. 935-958). Woodbury, NY: American Institute of Physics.

Hestenes, D. (2007). Modeling theory for math and science education. Paper presented at the *ICTMA-13: The International Community of Teachers of Mathematical Modelling and Applications*. Indiana, IL.

Hestenes, D. (2010). Modeling theory for math and science education. Dans R. Lesh, P. Galbraith, C. Haines, et A. Hurford (Éd.), *Modeling students' mathematical modeling competencies* (pp. 13-41). New York: Springer Press.

Hiebert, J., Gallimore, R., Garnier, H., Bogard Givvin, K., Hollingsworth, H., Jacobs, J., Miu-Ying Chui, A., Wearne, D., Smith, M., Kersting, N., Manaster, A., Tseng, E., Etterbeek, W., Gonzales, P. et Stigler, J. (2003). *Teaching mathematics in seven countries. Results from the TIMSS 1999 video study*. Washington, DC: US Department of Education, Institute of Education Sciences, National Center for Education Statistics (NCES).

Higgins, J. (2018). *Why not physics? A snapshot of girls' uptake at A-level*. Retrieved from <https://www.iop.org/sites/default/files/2018-10/why-not-physics.pdf>

Hildeband, G. (2001). *Con/testing learning models*. Paper presented at the annual meeting of the National Association of Research in Science Teaching (NARST), St. Louis, MO, March, 2001.

Hitchcock, D. H., Hitchcock, G., & Hughes, D. (1995). *Research and the teacher: A qualitative introduction to school-based research*. Psychology Press.

Hofstein, A., Eilks, I., & Bybee, R. (2011). Societal issues and their importance for contemporary science. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 9(6), 1459–1483. Doi: 10.1007/s10763-010-9273-9

Hollingsworth, H. L., & Vandermaas-Peeler, M. (2017). ‘Almost everything we do includes inquiry’: fostering inquiry-based teaching and learning with preschool teachers. *Early Child Development and Care*, 187(1), 152-167.

Holroyd, C., & Harlen, W. (1996). Primary teachers’ confidence about teaching science and technology. *Research Papers in Education*, 11(3), 323-335.

Hosson C. de (2004). Contribution à l’analyse des interactions entre histoire des sciences et didactique : élaboration d’un outil d’enseignement du mécanisme optique de la vision pour l’école primaire et le collège et premiers éléments d’évaluation. [Thèse de doctorat, Paris : université Paris-Diderot].

Hosson C. de, & Kaminski, W. (2002). Les yeux des enfants sont-ils des «porte-lumière»? *Bulletin de l’Union de Physiciens*, 840, 143–160.

Hosson C. de, & Kaminski, W. (2006). Un support d’enseignement du mécanisme optique de la vision inspiré de l’histoire des sciences. *Didaskalia*, n° 28, p. 101-124.

Hoy, A. W., & Spero, R. B. (2005). Changes in teacher efficacy during the early years of teaching: A comparison of four measures. *Teaching and teacher education*, 21(4), 343-356.

Impedovo, M. A., Delsérieys-Pedregosa, A., Jégou, C. & Ravanis, K. (2017). Shadow formation at preschool from a socio-materiality perspective. *Research in Science Education*, 47(3), 579-601.

Inagaki, K. (1992). Piagetian and post-piagetian conceptions of development and their implications for Science Education in early childhood. *Early Childhood Research Quarterly*, 7(1), 115-133.

Inan, H. Z., Trundle, K. C., & Kantor, R. (2010). Understanding natural sciences education in a Reggio Emilia-inspired preschool. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(10), 1186-1208.

Inspection Générale de l’Éducation Nationale (2007). *La série scientifique au cycle terminal du lycée : articulation avec le cycle de détermination et orientation vers les études supérieures. Rapport n°2007-090*. Ministère de l’Éducation nationale, de l’Enseignement supérieur et de la Recherche, France.

Isoda, M., (2007). A brief history in mathematics Lesson Study in Japan. In: M. Isoda, Y. Ohara, and T. Miyakawa (eds). *Japanese Lesson Study in mathematics*. NJ: World Scientific.10.1142/6339

Izquierdo, M. (2005). Hacia una teoría de los contenidos escolares, *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 23, 1, pp. 111-122.

Izquierdo, M. et Adúriz-Bravo, A. (2001). Contributions of the cognitive models of science to didactics of science, *Sixth conference of the International History, Philosophy and Science Teaching Group*. 7-10 of November, Denver, Colorado.

Izquierdo, M., et Adúriz-Bravo, A. (2003). Epistemological foundations of school science. *Science & Education*, 12(1), 27–43.

Izquierdo, M.; Espinet, M.; García, M. P.; Pujol, R. M. y Sanmartí, N. (1999). Caracterización y fundamentación de la ciencia escolar, *Enseñanza de las Ciencias*, número extra, 79-91.

Jameau, A. (2012). *Les connaissances mobilisées par les enseignants dans l'enseignement des sciences: analyse de l'organisation de l'activité et de ses évolutions* (Doctoral dissertation, Brest).

Jameau, A. (2021). *Un cadre didactique d'analyse de l'activité d'enseignement de la physique. Mise en relation d'éléments théoriques et méthodologiques en didactique de la physique et en didactique professionnelle* [Note de synthèse pour l'Habilitation à diriger des recherches]. Université de Bretagne Occidentale.

Johnston, J. (2013). *Emergent science: Teaching science from birth to 8*. Routledge.

Johsua, S., et Dupin, J. J. (1989). *Représentations et modélisations. Le débat scientifique dans la classe et l'apprentissage de la physique*. Berne : Peter Lang.

Johsua, S., et Dupin, J.-J. (1993). *Introduction à la didactique des sciences et des mathématiques*. Paris : Presses universitaires de France.

Johsua, S., et Dupin, J. J. (2003). *Introduction à la didactique des sciences et des mathématiques*. Paris : Presses universitaires de France.

Jones, M. G., & Carter, G. (2007). Science teacher attitudes and beliefs. *Handbook of research on science education*, 2, 1067-1104.

Joseph, J. (2010). Does intention matter? Assessing the science teaching efficacy beliefs of pre-service teachers as compared to the general student population. *The Electronic Journal for Research in Science & Mathematics Education*, 14(2).

Juilhard, J.-M. (2009). L'accueil des jeunes enfants en milieu rural. *Rapport au nom de la commission des affaires sociales du Sénat*, 545.

Justi, R., et Gilbert, J. (2003). Teachers' views on the nature of models. *International Journal of Science Education*, 25(11), 1369–1386.

Juuti, K., & Lavonen, J. (2006). Design-based research in science education: One step towards methodology. *Nordic Studies in Science Education*, 2(2), 54-68.

Kalali, F. (2019). Important but not for me as a girl: French students' attitudes towards secondary school science. *Review of Science, Mathematics and ICT Education*, 13(2), 61-79.

Kallery, M. (2004). Early years teachers' late concerns and perceived needs in science: An exploratory study. *European Journal of Teacher Education*, 27(2), 147-165.

Kallery, M & Psillos, D. (2001). Preschool teachers' content knowledge in science: their understanding of elementary science concepts and of issues raised by children's questions. *International Journal of Early Years Education*, 9(3), 165–179.

Kallery, M. & Psillos, D. (2002). What happens in the early years science classroom? *European Early Childhood Education Research Journal*, 10(2), 49-61.

Kallery, M., & Psillos, D. (2004). Anthropomorphism and animism in early years science: Why teachers use them, how they conceptualise them and what are their views on their use. *Research in Science Education*, 34(3), 291-311.

Kaltakci-Gurel, D., Eryilmaz, A., & McDermott, L. C. (2017). Development and application of a four-tier test to assess pre-service physics teachers' misconceptions about geometrical optics. *Research in science & Technological education*, 35(2), 238-260.

Kambouri, M. (2016). Investigating Early Years Teachers' Understanding and Response to Children's Preconceptions. *European Early Childhood Education Research Journal* 24 (6): 907–927.10.1080/1350293X.2014.970857

Kamii, C. (1982). *Number in Preschool and Kindergarten: Educational Implications of Piaget's Theory*. National Association for the Education of Young Children, Washington, DC.

Kavalari, P., Kakana, D.-M. & Christidou, V. (2012). Contemporary teaching methods and science content knowledge in preschool education: searching for connections. *Procedia - Social and Behavioural Studies*, 46, 3649-3654.

Kermen, I. (2015). Studying the activity of two French chemistry teachers to infer their pedagogical content knowledge and their pedagogical knowledge. In M. Grangeat (éd.), *Understanding science teacher professional knowledge growth*, Rotterdam: Sense Publishers, 89-115.

Kermen, I., & Izquierdo-Aymerich, M. (2017). Connaissances professionnelles didactiques des enseignants de sciences : un thème de recherche encore récent dans les recherches francophones. *RDST. Recherches en didactique des sciences et des technologies*, 15, 9-32.

Khan, S. (2007). Model-based inquiries in chemistry. *Science education*, 9(16), 877-905.

Kinzie, M. B., Whittaker, J. V., McGuire, P., Lee, Y., & Kilday, C. (2015). Research on curricular development for pre-kindergarten mathematics and science. *Teachers College Record*, 117(7), 1-40.

Kleinknecht, M. et Schneider, J. (2013). What do teachers think and feel when analyzing videos of themselves and other teachers thinking? *Teaching and Teacher Education*, 33, 13-23.

Kohn, A. (1993). Preschooler's knowledge about density: will it float? *Child Development*, 64, 1637–1650.

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.

Koponen, I. T. (2007). Models and Modelling in Physics Education: A Critical Re-Analysis of Philosophical Underpinnings and Suggestions for Revisions. *Science et education*, 16(7-8), 751-773.

Kuhn, D., Amsel, E., O'Loughlin, M., Schauble, L., Leadbeater, B., & Yotive, W. (1988). *The development of scientific thinking skills*. Academic Press.

Kuhn, D., & Pearsall, S. (2000). Developmental origins of scientific thinking. *Journal of Cognition and Development*, 1, 113–129.

Kuhn, D., & Pearsall, S. (2000). Developmental origins of scientific thinking. *Journal of Cognition and Development*, 1, 113–129.

Lafosse-Marin, M. O. (2010). *Les représentations des scientifiques chez les enfants, fille et garçons. Influence de la pratique des sciences à l'école primaire* (Doctoral dissertation, Paris 10).

Langley, D., Ronen, M., & Eylon, B. S. (1997). Light propagation and visual patterns: Preinstruction learners' conceptions. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 34(4), 399-424.

Langlois, A. (2002). Une école maternelle de qualité, regard des différents partenaires ; résultats de recherche. *Les Sciences de l'éducation pour l'ère nouvelle*, 3, 41-81.

Larcher, C. (1994). Étude comparative de démarches de modélisation. Quelles sont les caractéristiques des démarches de modélisation. Dans J. L. Martinand (Éd.), *Nouveaux regards sur l'enseignement et l'apprentissage de la modélisation en sciences* (pp. 9–24). Paris : INRP

Larcher, C. (1996). La physique et la chimie, sciences de modèles. Dans J. Toussaint (Éd.), *Didactique appliquée de la physique-chimie* (p. 160–178). Nathan.

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

Larochelle, M. & Désautels, J. (1992). *Autour de l'idée de sciences*. Sainte-Foy: Les presses de l'Université Laval.

Larsson, J. (2013). Children's encounters with friction as understood as a phenomenon of emerging science and as “opportunities for learning”. *Journal of Research in Childhood Education*, 27(3), 377-392.

Lavonen, J., Gedrovics, J., Byman, R., Meisalo, V., Juuti, K., & Uitto, A. (2008). Students' motivational orientations and career choice in science and technology: a survey in Finland and Latvia. *Journal of Baltic Science Education*, 7(2), 86–103

Lawrenz, F. (1986). Misconceptions of Physical Science Concepts Among Elementary School Teachers. *School Science and Mathematics*, 86(8), 654-60.

Le, P. T., & Matias, C. E. (2019). Towards a truer multicultural science education: How whiteness impacts science education. *Cultural Studies of Science Education*, 14(1), 15-31.

Leatherdale, W. H. (1974). *The role of analogy, model and metaphor in science*. Oxford: North-Holland.

Leblanc, S., Ria, L., & Veyrunes, P. (2013). Analyse vidéo de situations d'enseignement dans le programme du cours d'action. In Veillard, L., & Tiberghien, A. (Eds.), *ViSA: Instrumentation de la recherche en éducation*. Paris: Éditions de la Maison des sciences de l'homme. Doi:10.4000/books.editionsmsmh.1959

Ledrapier, C. (2007). *Le rôle de l'action dans l'éducation scientifique à l'école maternelle: cas de l'approche des phénomènes physiques* (Doctoral dissertation, École normale supérieure de Cachan-ENS Cachan).



Ledrapier, C. (2010). Découvrir le monde des sciences à l'école maternelle: quels rapports avec les sciences? *Recherches en didactique des sciences et des technologies*, 2, 79-102.

Legare, C. H. (2014). The contributions of explanation and exploration to children's scientific reasoning. *Child Development Perspectives*, 8(2), 101-106.

Legare, C. H., Gelman, S. A., & Wellman, H. M. (2010). Inconsistency with prior knowledge triggers children's causal explanatory reasoning. *Child Development*, 81(3), 929-944.

Leibham, M. B., Alexander, J. M., & Johnson, K. E. (2013). Science interests in preschool boys and girls: Relations to later self-concept and science achievement. *Science Education*, 97(4), 574-593.

Leinhardt, G., & Smith, D. A. (1985). Expertise in mathematics instruction: Subject matter knowledge. *Journal of Educational Psychology*, 77(3), 247.

LeMahieu, P., Norstrum, L., & Potvin, A. (2017). Design-based implementation research. *Quality Assurance in Education*, 25(1), 26-42.

Lemeignan, G., & Weil-Barais, A. (1993). *Construire des concepts en Physique*. Paris: Hachette.

Lemeignan, G., & Weil-Barais, A. (1994). A developmental approach to cognitive change in mechanics. *International Journal of Science Education*, 16(1), 99-120.

Lemke, J. L. (1990). *Talking science: Language, learning, and values*. Ablex Publishing Corporation.

Lhoste, Y. (2006). La construction du concept de circulation sanguine en 3e: Problématisation, argumentation et conceptualisation dans un débat scientifique, *Aster*, n°42, p. 79-108.

Lindqvist, G. (1996). The aesthetics of play. A didactic study of play and culture in preschools. *Early years*, 17(1), 6-11.

Lyons, T. (2006). The puzzle of falling enrolments in physics and chemistry courses: putting some pieces together. *Research in Science Education*, 36(3), 285-311. Consulté à l'adresse : <https://doi.org/10.1007/s11165-005-9008-z>

Machamer, P. (2000). The nature of metaphor and scientific description. Dans F. Hallyn (Éd.), *Metaphor and Analogy in the Sciences* (pp. 35-52). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Magnusson, S., Krajcik, J., & Borko, H. (1999). Nature, sources, and development of pedagogical content knowledge for science teaching. In J. Gess-Newsome & N.G. Lederman (Eds), *Examining pedagogical content knowledge: The construct and its implications for science education*, (pp.95-132). Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

Mantzicopoulos, P., Patrick, H., & Samarapungavan, A. (2008). Young children's motivational beliefs about learning science. *Early Childhood Research Quarterly*, 23(3), 378-394.

Marbà Tallada, A., & Márquez, C. (2010). ¿Qué opinan los estudiantes de las clases de ciencias? Un estudio transversal de sexto de Primaria a cuarto de ESO. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(1), 19-30.

Marcon, R. A. (2002). Moving up the Grades: Relationship between Preschool Model and Later School Success. *Early Childhood Research & Practice*, 4(1), n1.

Marginson, S., Tytler, R., Freeman, B., & Roberts, K. (2013). *STEM: country comparisons: international comparisons of science, technology, engineering and mathematics (STEM) education*. Final report.

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

Martinand, J.-L. (1992). *Enseignement et apprentissage de la modélisation en sciences*. Paris: INRP.

Martinand, J. L. (1994). La didactique des sciences et de la technologie et la formation des enseignants. *Aster*, 19, 61-75.

Martinand, J.-L. (2010). Schémas didactiques pour la modélisation en sciences et technologies. *SPECTRE*, 40(1), 20-24.

Marxen, C. E. (1995). Push, pull, toss, tilt, swing: Physics for young children. *Childhood Education*, 71(4), 212-216.

Mashburn, A. J., Hamre, B. K., Downer, J. T., & Pianta, R. C. (2006). Teacher and classroom characteristics associated with teachers' ratings of prekindergartners' relationships and behaviors. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 24(4), 367-380.

Matthews, M. R. (2007). Models in science and in science education: an introduction. *Science et education*, 16(7-8), 647-652.

McConney, A., & Perry, L. B. (2010). Science and mathematics achievement in Australia: The role of school socioeconomic composition in educational equity and effectiveness. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 8(3), 429-452.

Means, B., Wang, H., Wei, X., Lynch, S., Peters, V., Young, V., Allen, C. (2017). Expanding STEM opportunities through inclusive STEM-focused high schools. *Science Education*, 101(5), 681-715. doi: 10.1002/sce.21281

Mellado, V., Bermejo, M. L., Blanco, L. J., & Ruiz, C. (2008). The classroom practice of a prospective secondary biology teacher and his conceptions of the nature of science and of teaching and learning science. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 6(1), 37-62.

Mendoza Pérez, A., & López-Tosado, V. (2000). Concepción de la "luz" en niños de seis a nueve años. *Journal de Educación en Ciencias*, 1(1), 26-29.

Ministère de l'Éducation Nationale. (1995). Programmes pour chaque cycle de l'école primaire. Bulletin officiel, arrêté du 22 février 1995.

Ministère de l'Éducation Nationale. (2002). BO 2002, hors-série n°1 du 14 février, programme de l'école primaire, arrêté du 22/02/1995.

Ministère de l'Éducation Nationale. (2008). BO, hors-série n°3 du 19 juin 2008, programme de l'école maternelle.

Ministère de l'Éducation Nationale. (2015). Programme d'enseignement de l'école maternelle, BO spécial du 26 mars 2015.

Ministère de l'Éducation Nationale. (2015). Socle commun de connaissances, de compétences et de culture, Décret n°2015-372 du 31 mars 2015.

Ministère de l'Éducation Nationale. (2020). Programme d'enseignement de l'école maternelle : modification, BOEN n° 31 du 30 juillet 2020.

Merriam, S. B. (1988). *Case Study Research in Education*. San Francisco: Jossey Bass.

Merriam, S. B. (2009). *Qualitative research: A guide to design and implementation*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.

Michaud, A. (2019). Electromagnetism According to Maxwell's Initial Interpretation. *Journal of Modern Physics*, 11(1), 16-80.

Millar, R. & Osborne, J. (Eds), (1998). *Beyond 2000: Science education for the future. The report of a seminar series funded by the Nuffield Foundation*, London: King's College. Consulté à l'adresse: <http://www.nuffieldfoundation.org/sites/default/files/Beyond%202000.pdf>

Mintzberg, H. (1979). An emerging strategy of "direct" research. *Administrative Science Quarterly*, 24(4), 582-589.

Molina, M., & Jouen, F. (2000). « Des objets et des ombres : La contrainte de solidité des objets s'applique-t-elle aux ombres ? », *Archives de psychologie*, 68, 15-24.

Morge L. (1997). Essai de formation professionnelle des professeurs de sciences physiques portant sur les interactions en classe. Étude de cas en formation initiale. [Thèse de doctorat, Université Paris 7], France.

Morge L. (2001). Caractérisation des phases de conclusion dans l'enseignement scientifique. *Didaskalia*, n° 18, pp. 99-120.

Morge, L. (2003). Les connaissances professionnelles locales : le cas d'une séance sur le modèle particulaire. *Didaskalia*, 23, 101-132.

Morge, L., & Doly, A. M. (2013). L'enseignement de notion de modèle : quels modèles pour faire comprendre la distinction entre modèle et réalité? *Spirale-Revue de recherches en éducation*, 52(1), 149-175.

Mostafa, T. (2019a). "Comment les professeurs de sciences enseignent-ils leur discipline – et cela fait-il une différence ?", *PISA à la loupe*, n° 90, Éditions OCDE, Paris. Consulté à l'adresse : <https://doi.org/10.1787/7a4bb061-fr>.

Mostafa, T. (2019b). "Pourquoi les filles ne sont-elles pas plus nombreuses à choisir une carrière scientifique ?", *PISA à la loupe*, n° 93, Éditions OCDE, Paris. Consulté à l'adresse : <https://doi.org/10.1787/7870e927-fr>.

Muller, P. A., Stage, F. K., & Kinzie, J. (2001). Science achievement growth trajectories: Understanding factors related to gender and racial-ethnic differences in precollege science achievement. *American Educational Research Journal*, 38(4), 981-1012.

Mullis, I. V. S., Martin, M. O., Foy, P., Kelly, D. L., & Fishbein, B. (2020). *TIMSS 2019 International Results in Mathematics and Science*. Retrieved from Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center. Consulté à l'adresse: <https://timssandpirls.bc.edu/timss2019/international-results/>

- Murphy, C., Neil, P., & Beggs, J. (2007). Primary science teacher confidence revisited: Ten years on. *Educational research*, 49(4), 415-430.
- National Research Council (NRC). (2001). *Climate Change Science: An Analysis of Some Key Questions*. Washington, DC: The National Academies Press. Doi:10.17226/10139.
- National Research Council. (2012a). *Monitoring progress toward successful K–12 STEM education: A nation advancing?* Washington, DC: National Academies Press.
- National Research Council. (2012b). In J. W. Pellegrino & M. L. Hilton (Eds.), *Education for life and work: Developing transferable knowledge and skills in the 21st century*. Washington, DC: National Academy of Sciences.
- Nayfeld, I., Lange, A. A., & Mano, H. (2018). *Effects of a Preschool Professional Development Model on Teacher Science and Math Knowledge*. In Proceedings of the National Research Conference on Early Childhood, Arlington, VA, USA, 25–27 June 2018.
- Ntalakoura, V., & Ravanis, K. (2014). Changing preschool children’s representations of light: a scratch-based teaching approach. *Journal of Baltic Science Education*, 13(2), 191-200.
- Nertivich, D. (2016). Représentations des élèves de 11-12 ans pour la formation des ombres et changement conceptuel. *International Journal of Progressive Sciences and Technologies*, 3(2), 103-107.
- Nias, J. (1996). Thinking about feeling: The emotions in teaching. *Cambridge Journal of Education*, 26(3), 293-306.
- Nils, F., & Rimé, B. (2003). L’interview. *Les méthodes des sciences humaines*, 165-185.
- Nutbrown, C. (2011). *Threads of Thinking: Schemas and Young children's learning*. Sage.
- O’Connor, G., Fragkiadaki, G., Fleer, M., & Rai, P. (2021). Early Childhood Science Education from 0 to 6: A Literature Review. *Education Sciences*, 11(4), 178.
- OCDE. (2006a). *Compétences en sciences, lecture et mathématiques : Le cadre d’évaluation de PISA 2006*, OCDE, Paris.
- OCDE. (2006b). *Évolution de l’intérêt des jeunes pour les études scientifiques et technologiques*. Rapport d’orientation. Coopération scientifique internationale (Forum mondial de la science). Retrieved from <http://www.oecd.org/dataoecd/60/24/37038273.pdf>.
- OCDE. (2008). *Encouraging student interest in science and technology studies: global science forum*. Direction de la Science, de la technologie et de l’industrie, Paris.
- OCDE. (2019). *Note par pays : France, Résultats PISA 2018*, Éditions OCDE, Paris.
- OECD. (2017). *Starting Strong 2017-Key OECD Indicators on Early Childhood Education and Care*. OECD Publishing, Paris, [10.1787/9789264276116-en](https://doi.org/10.1787/9789264276116-en).
- OECD. (2019a). “PISA 2018 Science Framework”, in *PISA 2018 Assessment and Analytical Framework*, OECD Publishing, Paris. Consulté à l’adresse: <https://doi.org/10.1787/f30da688-en>
- OECD. (2019b). *PISA 2018 Results (Volume I): What Students Know and Can Do*, PISA, OECD Publishing, Paris. Consulté à l’adresse: <https://doi.org/10.1787/5f07c754-en>

OECD. (2019c). *TALIS 2018 Results (Volume I): Teachers and School Leaders as Lifelong Learners*, TALIS, OECD Publishing, Paris. Consulté à l'adresse: <https://doi.org/10.1787/1d0bc92a-en>

OCDE. (2020a). *Early Learning and Child Well-being: A Study of Five-year-Olds in England, Estonia, and the United States*, Éditions OCDE, Paris. Consulté à l'adresse : <https://doi.org/10.1787/3990407f-en>.

OCDE. (2020b). *Perspectives des politiques de l'éducation France*, Éditions OCDE, Paris.

Oh, P. S., et Oh, S. J. (2012). What teachers of science need to know about models: an overview. *International journal of science education*, 33(8), 1109-1130.

Olcer, S. (2017). Science Content Knowledge of 5-6 Year Old Preschool Children. *International Journal of Environmental and Science Education*, 12(2), 143-175.

ONU. (2017). *Note du secrétariat de la CNUCED, La science, la technologie et l'innovation en tant que moyens de favoriser la réalisation des objectifs de développement durable*.

Oosterheert, I. E., & Vermunt, J. D. (2001). Individual differences in learning to teach: Relating cognition, regulation and affect. *Learning and Instruction*, 11(2), 133-156.

Opie, C. (2004). What is educational research? In C. Opie (Ed.) *Doing Educational Research* (pp. 1-14). Thousand Oaks, CA: Sage Publications, Ink.

Orange, C. (1994). Les modèles de la mise en relation au fonctionnement. Dans J. L. Martinand (Éd.), *Nouveaux regards sur l'enseignement et l'apprentissage de la modélisation en sciences* (pp. 25-43). Paris : INRP.

Orange, C. (1997). *Problèmes et modélisation en biologie : quels apprentissages pour le lycée ?* Paris : Presses universitaires de France.

Orange, C., & Plé, E. (2000). Les sciences de 2 à 10 ans. L'entrée dans la culture scientifique. *Aster*, 31, 1-8.

Ornek, F. (2008). Models in Science Education: Applications of Models in Learning and Teaching Science. *International Journal of Environmental and Science Education*, 3(2), 35-45.

Ørngreen, R. (2015, June). Reflections on design-based research. In *IFIP Working Conference on Human Work Interaction Design* (pp. 20-38). Springer, Cham.

Osborne, J. F., Black, P., Meadows, J., & Smith, M. (1993). Young children's (7-11) ideas about light and their development. *International Journal of Science Education*, 15(1), 83-93.

Osborne, J., Simon, S., & Collins, S. (2003). Attitudes towards science: a review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1049-1079.

Osborne, J., & Dillon, J. (2008). *Science education in Europe: Critical reflections*. The Nuffield Foundation, London.

Ourisson, G. (2002). *Désaffection des étudiants pour les études scientifiques*. Ministère de l'Éducation Nationale, France.

Pachod, A. (2016). Devenir professeur des écoles aujourd'hui : motivations, représentations, perspectives. *Éducation et socialisation. Les Cahiers du CERFEE*, 40.

Pantidos, P., Herakleioti, E. & Chachlioutaki, M. E. (2017). Reanalysing children's responses on shadow formation: a comparative approach to bodily expressions and verbal discourse. *International Journal of Science Education*, 39(18), 2508-2527.

Papon, M. & Martin, P. (2009). Accueil des jeunes enfants pour un nouveau service public. *Rapport au nom de la commission des affaires culturelles du Sénat*, 47.

Parker, J. (2006). Exploring the impact of varying degrees of cognitive conflict in the generation of both subject and pedagogical knowledge as primary trainee teachers learn about shadow formation. *International Journal of Science Education*, 28(13), 1545-1577.

Patton, M. Q. (2002). Two decades of developments in qualitative inquiry: A personal, experiential perspective. *Qualitative Social Work*, 1(3), 261-283.

Payne, A. C., Whitehurst, G. J., & Angell, A. L. (1994). The role of home literacy environment in the development of language ability in preschool children from low-income families. *Early Childhood Research Quarterly*, 9(3-4), 427-440.

Pelatti, C. Y., Piasta, S. B., Justice, L. M., & O'Connell, A. (2014). Language-and literacy-learning opportunities in early childhood classrooms: Children's typical experiences and within-classroom variability. *Early Childhood Research Quarterly*, 29(4), 445-456.

Pélissier, L., & Venturini, P. (2016). Analyse praxéologique de l'enseignement de l'épistémologie de la physique : le cas de la notion de modèle. *Éducation et Didactique*, 10(2), 63-90.

Penner, D. E. (2001). Chapter 1: Cognition, computers, and synthetic science: Building knowledge and meaning through modelling. *Review of Research in Education*, 25(1), 1-36.

Perrenoud, P. (2018). *Développer la pratique réflexive : Dans le métier d'enseignant*. ESF Sciences humaines.

Pétreault, G. & Buissart, M. (2014). La scolarité des moins de trois ans : une dynamique d'accroissement des effectifs et d'amélioration de la qualité à poursuivre, *Rapport no 2014-043*, Paris, ministère de l'Éducation nationale de l'Enseignement supérieur et de la recherche, (86 p.). En ligne: [http://cache.media.education.gouv.fr/file/2014/11/3/2014-043\\_Scolarite\\_moins\\_de\\_3\\_ans\\_345113.pdf](http://cache.media.education.gouv.fr/file/2014/11/3/2014-043_Scolarite_moins_de_3_ans_345113.pdf)

Pfundt, H., & Duit, R. (1994). *Bibliography: Students' alternative frameworks and science education. 4th edition*. Keil, Germany: Institute for Science Education at the University of Keil.

Piaget, J. (1930). *The child's conception of physical causality*. Totowa, NJ: Littlefield.

Piaget, J. (1952). *The origins of intelligence in children*. New York: International University Press.

Piaget, J. (1971). Causalité et opérations. In J. Piaget & R. Garcia (éd.), *Les explications causales* (pp. 11-140). Paris : Presses universitaires de France.

Piaget, J. (1973). *The child's conception of the world*. St. Albans Herts: Paladin.

Piaget, J. (1977). *Recherches sur l'abstraction réfléchissante*. Paris : Presses Universitaires de France.

Piaget, J. (1981). *Intelligence and affectivity: Their relationship during child development*. (Trans & Ed TA Brown & CE Kaegi). Annual Reviews.

- Piaget, J. (1986). Essay on necessity. *Human Development*, 29(6), 301-314.
- Piaget, J. & Lannoy, J. D. (1967). *La projection de la lumière et de la chaleur*. Recherche non publiée sur la causalité - Manuscrit complet. Genève : archives Jean Piaget.
- Piasta, S. B., Pelatti, C. Y., & Miller, H. L. (2014). Mathematics and science learning opportunities in preschool classrooms. *Early Education and Development*, 25(4), 445-468.
- Pinfield, L. T. (1986). A field evaluation of perspectives on organizational decision making. *Administrative Science Quarterly*, 31(3), 365-388.
- Plakitsi, K (Ed.). (2011). *Activity Theory in formal and informal Science Education*. Rotterdam: Sense Publishers.
- Poisard, C. (2017). Introducing an old calculating instrument in a new technologies environment: a praxeological analysis of students' tasks using different registers. *Review of Science, Mathematics and ICT Education*, 11(2), 47-67.
- Potvin, P., Nenciovici, L., Malenfant-Robichaud, G., Thibault, F., Sy, O., Mahhou, M. A. Bernard, A., Allaire-Duquette, G., Blanchette Sarrasin, J., Brault Foisy, L.-M., Brouillette, N., St-Aubin, A.-A., Charland, P., Masson, S., Riopel, M., Tsai, C.-C., Bélanger, M., & Chastenayet, P. (2020). Models of conceptual change in science learning: establishing an exhaustive inventory based on support given by articles published in major journals. *Studies in Science Education*, 56(2), 157-211.
- Porcher, M. (2002). *Les jeunes et les études scientifiques : les raisons de la « désaffection » - un plan d'actions*. Rapport à l'attention de M. le Ministre de l'Éducation Nationale et de la Recherche, France.
- Portides, D. P. (2007). The relation between idealisation and approximation in scientific model construction. *Science & Education*, 16(7-8), 699-724.
- Portides, D. (2011). Seeking representations of phenomena: Phenomenological models. *Studies In History and Philosophy of Science Part A*, 42(2), 334-341.
- Portides, D. (2017). Models and theories. In *Springer handbook of model-based science* (pp. 25-48). Springer, Cham.
- Portides, D. (2018). Idealization and abstraction in scientific modeling. *Synthese*, 198(24), 5873-5895.
- Psillos, S. (2011). Living with the abstract: realism and models. *Synthese*, 180(1), 3-17.
- Pujol, R. M. (2003). *Didáctica de las ciencias en la educación primaria*, Madrid: Síntesis Educación.
- Purbrick, P. (1997). Addressing stereotypic images of the scientist. *Australian Science Teachers Journal*, 43(1), 60-62.
- Quéré, P. (2019). *Les mathématiques dans la formation des ingénieurs et sur leur lieu de travail : études et propositions (cas de la France)*. [Thèse de doctorat, Université de Bretagne Occidentale], France.
- Rached, R. (1968). Le «Discours de la lumière» d'Ibn al-Haytham (Alhazen). Traduction française critique. *Revue d'histoire des sciences*, 21(3), 197-224.

Raths, J. (2001). Teachers' beliefs and teaching beliefs. *Early Childhood Research & Practice*, 3(1). Consulté sur <https://ecrp.illinois.edu/v3n1/raths.html>

Ravanis, K. (1994). The discovery of elementary magnetic properties in preschool age: qualitative and quantitative research within a piagetian framework. *European Early Childhood Education Research Journal*, 2(2), 79-91.

Ravanis, K. (1996). Stratégies d'interventions didactiques pour l'initiation des enfants de l'école maternelle en sciences physiques. *Revue de Recherches en Éducation: Spirale*, 17, 161-176.

Ravanis, K. (1998). Procédures didactiques de déstabilisation des représentations spontanées des élèves de 5 et 10 ans. Le cas de la formation des ombres. In A. Dumas Carré & A. Weil-Barais (éds), *Tutelle et médiation dans l'éducation scientifique* (pp. 105-121). Berne: P. Lang.

Ravanis, K. (1999). Représentations des élèves de l'école maternelle : le concept de lumière. *International Journal of Early Childhood*, 31(1), 48-53.

Ravanis, K. (2000). La construction de la connaissance physique à l'âge préscolaire : recherches sur les interventions et les interactions didactiques. *Aster*, 31, 71-94

Ravanis, K. (2005). Les Sciences Physiques à l'école maternelle : éléments théoriques d'un cadre sociocognitif pour la construction des connaissances et/ou le développement des activités didactiques. *International Review of Education*, 51(2/3), 201-218.

Ravanis, K. (2008). Le concept de lumière : une recherche empirique sur les représentations des élèves de 8 ans. *Analele Științifice Universității Cuza: Științele Educației*, XII, 147-156.

Ravanis, K. (2010). Représentations, Modèles Précurseurs, Objectifs-Obstacles et Médiation-Tutelle : concepts-clés pour la construction des connaissances du monde physique à l'âge de 5-7 ans. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, 5(2), 1-11.

Ravanis, K. (2012). Représentations des enfants de 10 ans sur le concept de lumière : perspectives piagétienne. Schème - *Revista Eletrônica de Psicologia e Epistemologia Genéticas*, 4(1), 70-84.

Ravanis, K. (2017). Early Childhood Science Education: state of the art and perspectives. *Journal of Baltic Science Education*, 16(3), 284-288.

Ravanis, K. (2020). Precursor models of the Physical Sciences in Early Childhood Education students' thinking. *Science Education Research and Praxis* 76: 24-31. Retrieved from <http://www.lib.uoi.gr/serp/>

Ravanis, K., & Papamichaël, Y. (1995). Procédures didactiques de déstabilisation du système de représentation spontanée des élèves pour la propagation de la lumière. *Didaskalia*, 7, 43-61.

Ravanis, K., & Bagakis, G. (1998). Science education in kindergarten: sociocognitive perspective. *International Journal of Early Years Education*, 6(3), 315-327.

Ravanis, K., & Boilevin, J. M. (2009). A comparative approach to the representation of light for five-, eight- and ten-year-old children: educational perspectives. *Journal of Baltic Science Education*, 8(3), 182-190.

Ravanis, K. Papamichaël, Y. & Koulaidis, V. (2002). Social marking and conceptual change: the conception of light for ten-year old children. *Journal of Science Education*, 3(1), 15-18.



Ravanis, K. Koliopoulos, D. Hadzigeorgiou, Y. (2004). What factors does friction depend on? A socio-cognitive teaching intervention with young children. *International Journal of Science Education*, 26(8), 997-1007.

Ravanis, K. Charalampopoulou, C. Boilevin, J.-M. & Bagakis, G. (2005). La construction de la formation des ombres chez la pensée des enfants de 5-6 ans: procédures didactiques sociocognitives. *Revue de Recherches en Éducation: Spirale*, 36, 87-98.

Ravanis, K., Koliopoulos, D., & Boilevin, J. M. (2008). Construction of a precursor model for the concept of rolling friction in the thought of preschool age children: A socio-cognitive teaching intervention. *Research in Science Education*, 38(4), 421.

Ravanis, K., Christidou, V., & Hatzinikita, V. (2013). Enhancing conceptual change in preschool children's representations of light: A sociocognitive approach. *Research in Science Education*, 43(6), 2257-2276.

Ravanis, K. Ben Kilani, C. Boilevin, J.-M., & Koliopoulos, D. (2013). Représentations et obstacles des élèves de 10 ans pour la formation des ombres. *Journal of Didactics*, 4(1), 1-14.

Ravanis, K. Papandreou, M. Kampeza, M. & Vellopoulou, A. (2013). Teaching activities for the construction of a precursor model in 5-6 years old children's thinking: the case of thermal expansion and contraction of metals. *European Early Childhood Education Research Journal*, 21(4), 514-526.

Resta-Schweitzer, M., & Weil-Barais, A. (2007). Éducation scientifique et développement intellectuel du jeune enfant. *Review of Science, Mathematics & ICT Education*, 1(1), 63-82.

Rice, K. & Feher, E. (1987). Pinholes and images: Children's conceptions of light and vision. *Science Education*, 7, 629-639.

Rich, P. J. et Hannafin, M. (2009). Video annotation tools: Technologies to scaffold, structure, and transform teacher reflection. *Journal of Teacher Education*, 60(1), 52-67.

Robardet, G., et Guillaud, J.-C. (1997). *Éléments de didactique des sciences physiques*. Paris, France : Presses Universitaires de France.

Robbins, J. (2005). "Brown packages"? A sociocultural Perspective on Young Children's Ideas in Science. *Research in Science Education*, 35, 151- 172.

Rodriguez, J., & Castro, D. (2016). Changing 8–9-year-old pupil's mental representations of light: a metaphor based teaching approach. *Asian Education Studies*, 1(1), 40-46.

Rodriguez, J., & Castro, D. (2020). Quality Improvement in Teaching and Learning Science in Primary School Settings: Using a Metaphor to Approach the Concept of Light. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-Biruni*, 9(2), 185-194.

Roth, W. M., & Lawless, D. (2002). Scientific investigations, metaphorical gestures, and the emergence of abstract scientific concepts. *Learning and instruction*, 12(3), 285-304.

Roy, P. (2018). Modèles et modélisation en physique dans les pratiques d'enseignement d'enseignants québécois du secondaire: le cas de la cinématique. [Thèse de doctorat, Université de Sherbrooke], Canada.

Roy, P., & Hasni, A. (2014). Les modèles et la modélisation vus par des enseignants de sciences et technologies du secondaire au Québec. *McGill Journal of Education/Revue des sciences de l'éducation de McGill*, 49(2), 349-371.

Saçkes, M. (2014). How often do early childhood teachers teach science concepts? Determinants of the frequency of science teaching in kindergarten. *European early childhood education research journal*, 22(2), 169-184.

Saçkes, M., Trundle, K. C., Bell, R. L., & O'Connell, A. A. (2011). The influence of early science experience in kindergarten on children's immediate and later science achievement: Evidence from the early childhood longitudinal study. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(2), 217-235.

Saçkes, M., Trundle, K. C., & Bell, R. (2013). Science learning experiences in kindergarten and children's growth in science performance in elementary grades. *Education and Science*, 38(167), 1–14.

Saito, E. (2012). Key issues of lesson study in Japan and the United States: A literature review. *Professional development in education*, 38(5), 777-789.

Samarapungavan, A. L. A., Mantzicopoulos, P., & Patrick, H. (2008). Learning science through inquiry in kindergarten. *Science Education*, 92(5), 868-908.

Sanchez, E., & Monod-Ansaldi, R., 2015. Recherche collaborative orientée par la conception. Un paradigme méthodologique pour prendre en compte la complexité des situations d'enseignement-apprentissage. *Education et didactique*, 9(2), 73-94.

Sanchez, É., Monod-Ansaldi, R., Vincent, C. & Safadi-Katouzian, S. (2017). A praxeological perspective for the design and implementation of a digital role-play game. *Education and Information Technologies*, 22(6), 2805-2824.

Sanmartí, N. (2005). Aprendre ciencias: connectar l'experiència, el pensament i la parla a través de models, en *Curs per a l'actualització de l'ensenyament/aprenentatge de les ciències naturals*. *Curs 2004-2005*, (pp. 48-69). Barcelona: Generalitat de Catalunya-Departament de Educació. Serveis de Publicacions.

Scherz, Z., & Oren, M. (2006). How to change students' images of science and technology. *Science Education*, 90(6), 965–985.

Schleicher, A. (2019). *PISA 2018: Insights and Interpretations*. OECD Publishing, Paris.

Schleicher, A. (2020). *TALIS 2018: Insights and Interpretations*. OECD Publishing, Paris.

Schön, D. A. (1983). *The reflective practitioner: How professionals think in action*, New York: Basic Books.

Schulz, L. E., & Bonawitz, E. B. (2007). Serious fun: preschoolers engage in more exploratory play when evidence is confounded. *Developmental psychology*, 43(4), 1045.

Schwarz, C. V., Reiser, B. J., Davis, E. A., Kenyon, L., Acher, A., Fortus, D., ... Krajcik, J. (2009). Developing a learning progression for scientific modeling: making scientific modeling accessible and meaningful for learners. *Journal of research in science teaching*, 46(6), 632-654.

Segal, G., & Cosgrove, M. (1992). Challenging student teachers' conceptions of science and technology education. *Research in Science Education*, 22, 384–357.

Selley, N. J. (1996) Children's ideas on light and vision. *International Journal of Science Education*, 18, 713-723.

Sensevy, G. (2011). *Le sens du savoir. Éléments pour une théorie de l'action conjointe en didactique* (p. 800). De Boeck.

Sensevy, G. & Mercier, A. (2007), Agir ensemble, l'action didactique conjointe. In G. Sensevy, G. & A. Mercier. *Agir ensemble, l'action didactique conjointe du professeur et des élèves* (pp 187-211). Rennes : PUR

Sensevy, G., Forest, D., Quilio, S., & Morales, G. (2013). Cooperative engineering as specific design-based research. *ZDM Mathematics Education*, 45, 1031-1043. DOI 10.1007/s11858-013-0532-4

Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational researcher*, 15(2), 4-14.

Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1-23.

Shulman, L. S. (2007). Ceux qui comprennent. Le développement de la connaissance dans l'enseignement. *Éducation et didactique*, 1(1), 97-114.

Sinaceur, H. (2006). Modèle. Dans D. Lecourt (Éd.), *Dictionnaire d'histoire et philosophie des sciences* (4, pp. 756-759). Paris: Presses Universitaires de France.

Siraj-Blatchford, I., Silva, K., Muttock, S., Gilden, R. and Bell, D. 2002. *Researching effective pedagogy in the early years*, Oxford: University of Oxford, Department of Educational Studies.

Sirin, S. R. (2005). Socioeconomic status and academic achievement: A meta-analytic review of research. *Review of Educational Research*, 75, 417-453. Doi:10.3102/00346543075003417

Siry, C., & Kremer, I. (2011). Children explain the rainbow: Using young children's ideas to guide science curricula. *Journal of Science Education and Technology*, 20(5), 643.

Skamp, K., & Mueller, A. (2001). Student teachers' conceptions about effective primary science teaching: A longitudinal study. *International Journal of Science Education*, 23(4), 331-351.

Smit, B. (2003). Can qualitative research inform policy implementation? Evidence and arguments from a developing country context. *Forum: Qualitative Social Research*, 4(3), A6. Consulté sur <https://www.qualitative-research.net/index.php/fqs/article/view/678/1466>

Smith, D. C., & Neale, D. C. (1989). The construction of subject matter knowledge in primary science teaching. *Teaching and Teacher Education*, 5(1), 1-20.

Sotirova, E.-M. (2017). L'apprentissage en sciences expérimentales : la recherche et l'enseignement. *European Journal of Education Studies*, 3(12), 188-198.

Sprenger-Charolles, L., Lazure, R., Gagné, G. & Ropé, F. (1987). Propositions pour une typologie de recherches, *Perspectives documentaires en sciences de l'éducation*, (11), 49-71.

Stake, R. E. (1994). Case Studies. In N.K. Denzin and Y.S. Lincoln (eds). *Handbook of Qualitative Research*. London: Sage Publication, 236-47.

Stake, R. E. (1995). *The art of case study research*. Sage.

- Stake, R. E. (2006). *Multiple case study analysis*. New York, NY: Guilford Press.
- Stake, R. E. (2008). Qualitative case studies. In N. K. Denzin & Y. S. Lincoln (Eds.), *Strategies of qualitative inquiry* (3rd ed., pp. 119–149). Los Angeles, CA: Sage.
- Stake, R. E. (2010). *Qualitative research: Studying how things work*. New York, NY: Guilford Press.
- Stead, B., & Osborne, R. (1980). Exploring student's concepts of light. *Australian Science Teacher Journal*, 26(3), 84-90.
- Stephen, C., Ellis, J., & Martlew, J. (2010). Taking active learning into the primary school: a matter of new practices? *International Journal of Early Years Education*, 18(4), 315-329.
- Stoet, G., & Geary, D. C. (2018). The gender-equality paradox in science, technology, engineering, and mathematics education. *Psychological science*, 29(4), 581-593.
- Stoll, J., Hamilton, A., Oxley, E., Eastman, A. M., & Brent, R. (2012). Young thinkers in motion: Problem solving and physics in preschool. *YC Young Children*, 67(2), 20-26.
- Strike, K. A., et Posner, G. J. (1992). A revisionist theory of conceptual change. Dans R. A. Duschl et R. J. Hamilton (Éd.) (p. 147-176). *Philosophy of science, cognitive psychology, and educational theory and practice* (pp. 147-176). Albany, NY: SUNY.
- Swedish National Agency for Education. (2019). *Curriculum for the preschool, Lpfö 18*. Swedish National Agency for Education. Consulté à l'adresse: <https://www.skolverket.se/portletresource/4.6bfaca41169863e6a65d9f5/12.6bfaca41169863e6a65d9fe?file=4049>
- Tabarot, M. (2008). *Rapport au Premier Ministre sur le développement de l'offre d'accueil de la petite enfance*, Paris, La Documentation française.
- Taillet, R. (2017). *Optique géométrique*. De Boeck.
- Tamir, P. (1988). Subject matter and related pedagogical knowledge in teacher education. *Teaching and Teacher Education*, 4(2), 99-110.
- Tantaros, S. & Ravanis, K. (2009). De la représentation du monde aux modèles précurseurs de la physique : fantômes dans la Zone du Développement Proximal des enfants de 5-6 ans. *Dossiers des Sciences de l'Éducation*, 21, 115-125.
- The Royal Society. (2008). Exploring the relationship between socioeconomic status and participation and together. *Research in Science Education*, 36(3), 285–311. Doi: 10.1007/s11165-005-9008-z
- Theureau, J. (2002). L'entretien d'autoconfrontation comme composante d'un programme de recherche empirique & technologique. *Conférence in II<sup>o</sup> Journées Internationales des Sciences du Sport*, 12-15 Nov 2002, Paris Autoconf Theureau. 2002-JT-C93FR.pdf
- Theureau, J. (2010). Les entretiens d'autoconfrontation et de remise en situation par les traces matérielles et le programme de recherche « cours d'action ». *Revue d'anthropologie des connaissances*, 4(2), 287-322.
- Tiberghien, A. (1994). Modeling as a basis for analyzing teaching-learning situations. *Learning and Instruction*, 4(1), 71–87.

Tiberghien, A. (2000). Designing teaching situations in the secondary school. Dans R. Millar, J. Leach, et J. Osborne (Éd.), *Improving science education: The contribution of research* (p. 27-47). Buckingham, UK: Open University Press.

Tiberghien, A. (2003). Chapitre 8. Des connaissances naïves au savoir scientifique. Dans : Michèle Kail éd., *Les sciences cognitives et l'école* (pp. 353-413). Paris cedex 14, France : Presses Universitaires de France. Consulté à l'adresse: <https://doi.org/10.3917/puf.coll.2003.01.0353>

Tiberghien, A., & Sensevy, G. (2012). The nature of video studies in science education: Analysis of teaching & learning processes. In *Science education research and practice in Europe* (pp. 141-179). Brill Sense.

Tiberghien, A., Psillos, D., et Koumaras, P. (1995). Physics instruction from epistemological and didactical bases. *Instructional science*, 22(6), 423–444.

Tiberghien, A., Vince, J., & Gaidioz, P. (2009). Design-based research: Case of a teaching sequence on mechanics. *International Journal of Science Éducation*, 31(17), 2275-2314.

Tiberghien, A., Delacote, G., Ghiglione, R., & Matalon, B. (1980). Conception de la lumière chez l'enfant de 10-12 ans. *Revue française de pédagogie*, 24-41.

Tiberghien, A., Malkoun, L., Buty, C., El Sowayssi, N., et Mortimer, E. (2007). Analyse des savoirs en jeu en classe de physique à différentes échelles de temps. Dans G. Sensevy et A. Mercier (Éd.), *Agir ensemble. L'action didactique conjointe du professeur et des élèves* (pp. 73–98). Rennes: Presses Universitaires de Rennes.

Tiberghien, A., Vince, J., & Gaidioz, P. (2009). Design-based Research: Case of a teaching sequence on mechanics. *International Journal of Science Education*, 31(17), 2275-2314.

Tichapondwa, S. M. (Ed.). (2013). *Preparing your dissertation at a distance: A research guide*. Virtual University for small States of the Commonwealth.

Timms, M., Moyle, K., Weldon, P., & Mitchell, P. (2018). *Challenges in STEM learning in Australian schools*, Policy Insights Issue 7. Camberwell, VIC: ACER.

Toh, K. A., Boo, H. K., & Woon, T. L. (1999). Students' perspectives in understanding light and vision. *Educational Research*, 41(2), 155-162.

Tosun, T. (2000). The beliefs of preservice elementary teachers toward science and science teaching. *School Science and Mathematics*, 100(7), 374-379.

Towers, J. (2007). Using video in teacher education. *Canadian Journal of Learning and Technology*, 33(2).

Trundle, K. C., & Saçkes, M. (Eds.). (2015). *Research in early childhood science education*. Springer.

Tu, T. (2006). Preschool science environment: What is available in a preschool classroom? *Early Childhood Education Journal*, 33(4), 245-251.

Tytler, R., Osborne, J., Williams, G., Tytler, K., & Cripps C.J. (2008). *Opening up pathways: engagement in STEM across the primary–secondary school transition*. Canberra: Australian Department of Education, Employment and Workplace Relations.

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO). (2015). *Rapport de l'Unesco sur la science, vers 2030*. Paris, Editions Unesco.

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO). (2017). *Cracking the code: girls' and women's education in science, technology, engineering and mathematics (STEM)*. Paris, Editions Unesco.

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO). (2019). *Investissements mondiaux en R&D, Fiche d'information n°54*.

Vartiainen, J., & Kumpulainen, K. (2020). Playing with science: manifestation of scientific play in early science inquiry. *European Early Childhood Education Research Journal*, 28(4), 490-503.

Veillard, L., Tiberghien, A., et Vince, J. (2011). Analyse d'une activité de conception collaborative de ressources pour l'enseignement de la physique et la formation des professeurs. Le rôle de théories ou outils spécifiques. *Activités*, 8(2), 202-227.

Velthuis, C., Fisser, P., & Pieters, J. (2014). Teacher training and pre-service primary teachers' self-efficacy for science teaching. *Journal of Science Teacher Education*, 25(4), 445-464.

Venturini, P. (2004). Note de synthèse-Attitudes des élèves envers les sciences : le point des recherches. *Revue française de pédagogie*, (149), 97-121.

Venturini, P. (2007). The contribution of the theory of relation to knowledge to understanding students' engagement in learning physics. *International Journal of Science Education*, 29(9), 1065-1088.

Venturini, P., & Albe, V. (2002). Interprétation des similitudes et différences dans la maîtrise conceptuelle d'étudiants en électromagnétisme à partir de leur(s) rapport(s) au(x) savoir(s). *Aster*, 35, 165-188.

Venturini, P., & Albe, V. (2002). Rapports à la physique d'étudiants issus d'un DEUG Sciences de la matière. *Dossiers des sciences de l'éducation*, 8, 11-22.

Venville, G. (2004). Young children learning about living things: A case study of conceptual change from ontological and social perspectives. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 41(5), 449-480.

Vidal Carulla, C., & Adbo, K. (2020). A study of preschool children's motive orientation during science activities. *Review of Science, Mathematics and ICT Education*, 14(1), 47-67.

Vilain, C. (1987). Newton et le modèle mécaniste de la réfraction. *Revue d'histoire des sciences*, 311-324.

Vinatier, I., & Morrissette, J. (2015). Les recherches collaboratives : enjeux et perspectives. *Carrefours de l'éducation*, 39, 139-170.

Vincent-Ruz, P., & Schunn, C. D. (2017). The increasingly important role of science competency beliefs for science learning in girls. *Journal of Research in Science Teaching*, 54(6), 790-822.

Vosniadou, S. (1994). Capturing and modelling the process of conceptual change. *Learning and instruction*, 4(1), 45-69.

Vosniadou, S., & Brewer, W. F. (1992). Mental models of the earth: A study of conceptual change in childhood. *Cognitive psychology*, 24(4), 535-585.

- Vosniadou, S., Skopeliti, I., & Ikospentaki, K. (2004). Modes of knowing and ways of reasoning in elementary astronomy. *Cognitive Development, 19*(2), 203-222.
- Vosniadou, S., Kayser, D., Champesme, M., Ioannides, C., & Dimitracopoulou, A. (1999) Modelling Elementary School Students' Solution of Mechanics Problems, In Kayser, D., et Vosniadou, S. (Eds) *Modelling Changes in Understanding: Case Studies in Physical Reasoning* (pp. 61-105), Oxford: Pergamon.
- Vosniadou, S., Ioannides, C., Dimitrakopoulou, A., & Papademetriou, E. (2001). Designing learning environments to promote conceptual change in science. *Learning and Instruction, 11*(4-5), 381-419.
- Voutsinos, C. (2013). Teaching optics: Light sources and shadows. *Journal of Advances in Physics, 2*(2), 134-138
- Vygotsky, L. S. (1934/1962). *Thought and Language*. Cambridge Ma: MIT Press.
- Vygotsky, L. S. (1967). Play and its role in the mental development of the child. *Soviet psychology, 5*(3), 6-18.
- Vygotsky, L. (1978). Interaction between learning and development. *Readings on the development of children, 23*(3), 34-41.
- Wallace, M. J. (2006). *Action research for language teachers*. Ernst Klett Sprachen.
- Walliser, B. (1977). *Système et modèles*. Paris : Seuil.
- Walls, L. (2012). Third grade African American students' views of the nature of science. *Journal of Research in Science Teaching, 49*(1), 1–37. Consulté à l'adresse: <https://doi.org/10.1002/tea.20450>.
- Wang, F., & Hannafin, M. J. (2005). Design-based research and technology-enhanced learning environments. *Educational Technology Research and Development, 53*(4), 5-23.
- Wang, M.-T., & Degol, J. L. (2017). Gender Gap in Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM): Current Knowledge, Implications for Practice, Policy, and Future Directions. *Educational Psychology Review, 29*(1), 119–140
- Watters, J. J., & Diezmann, C. M. (1998). “This is nothing like school”: Discourse and the social environment as key components in learning science. *Early Child Development and Care, 140*(1), 73-84.
- Watters J.J., Diezmann C.M., Grieshaber S.J., Davis J.M. (2000). Enhancing science education for young children: A contemporary initiative. *Australian Journal of Early Childhood, 26*(2), 1-7.
- Wartofsky, M. W. (1966). The model muddle: proposals for an immodest realism. In his models: representation and scientific understanding. Dans M. W. Wartofsky (Éd.), *Models* (pp. 1–11). Dordrecht, The Netherlands: Reidel.
- Wartofsky, M. W. (1968). *Conceptual foundations of scientific thought*. London: Collier-Macmillan.
- Wartofsky, M. W. (1979). *Models: representation and the scientific understanding*. Boston: Reidel.

Weil-Barais, A. (1997). De la recherche sur la modélisation physique à la formation des professeurs de physique : comment s'opère la transition. *Skole*, 7, 141-155.

Weil-Barais, A. (2001). Constructivist approaches and the teaching of science. *Prospects*, 31(2), 187-196.

Weil-Barais, A., et Lemeignan, G. (1990). Apprentissage de concepts en mécanique et modélisation de situations expérimentales. *European journal of psychology of education*, 5(4), 391-415.

Weil-Barais, A., & Resta-Schweitzer, M. (2008). Approche cognitive et développementale de la médiation en contexte d'enseignement-apprentissage. *La nouvelle revue de l'adaptation et de la scolarisation*, 2, 83-98.

Wellman, H. M., & Gelman, S. A. (1992). Cognitive development: Foundational theories of core domains. *Annual Review of Psychology*, 43(1), 337-375.

Wellman, H.M. & Gelman, S.A. (1998) Knowledge Acquisition in Foundational Domains, in Kuhn, D. & Siegler, R. (Eds) *Handbook of Child Psychology*, 5th edn, vol. 2, Cognition, Perception and Language (pp. 523-573). New York: John Wiley.

Wenner, G. (1993). Relationship between science knowledge levels and beliefs toward science instruction held by preservice elementary teachers. *Journal of Science Education and Technology*, 2(3), 461-468

Windschitl, M., et Thompson, J. (2006). Transcending simple forms of school science investigation: The impact of preservice instruction on teachers' understandings of model-based inquiry. *American Educational Research Journal*, 43(4), 783-835.

Woolnough, B. E. (1996). Changing pupils' attitudes to careers in science. *Physics Education*, 31(5), 301-308.

Wylie, C., Thompson, J., Hodgen, E., Ferral, H., Lythe, C., & Fijn, T. (2004). Twelve years old and competent. *Wellington: New Zealand Council for Educational Research: Annual Report*.

Yin, R. K. (2003). *Case study research: Design and Methods*, 3<sup>rd</sup> edition, Thousand Oaks, Calif: Sage Publications.

Yin, R.K. (2009), *Case Study Research, Design and Methods*, 4<sup>th</sup> edition, Thousand Oaks, Calif: Sage Publications.

Yin, R.K. (2014), *Case Study Research, Design and Methods*, 5<sup>th</sup> edition, Thousand Oaks, Calif: Sage Publications.

Zembylas, M. (2002). Constructing genealogies of teachers' emotions in science teaching. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 39(1), 79-103.

Zhang, M., Lundeberg, M., Koehler, M. J. et Eberhardt, J. (2011). Understanding affordances and challenges of three types of video for teacher professional development. *Teaching and Teacher Education*, 27, 454-462.

Zohar, A., & Nemet, F. (2002). Fostering students' knowledge and argumentation skills through dilemmas in human genetics. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 39(1), 35-62.



Zubairy, M. S. (2016). A very brief history of light. In *Optics in Our Time* (pp. 3-24). Springer, Cham.

Γραμματικάκης, Γ. (2006). Η αυτοβιογραφία του φωτός. *Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης*, Ηράκλειο.

Κουρνιατή, Α. Μ. (1988). "*Οπτικά*" του Ευκλείδη και προοπτικές απεικονίσεις [(Doctoral dissertation, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο (ΕΜΠ)]. Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών.

Πλακίτση, Κ. (2008). Προς ένα πρόγραμμα επιμόρφωσης των εκπαιδευτικών που διδάσκουν Φυσικές Επιστήμες σχετικά με τη φύση της Επιστήμης. Στο Β. Χρηστίδου (Επιμ.), *Εκπαιδεύοντας τα μικρά παιδιά στις φυσικές επιστήμες. Ερευνητικοί προσανατολισμοί και παιδαγωγικές πρακτικές* (σ. 205-220). Θεσσαλονίκη: Αδελφοί Κυριακίδη.

Πλιόγκου, Β., Κανταρτζή, Ε., & Τριανταφύλλου, Μ. (2017). Έμφυλες αναπαραστάσεις στα σχολικά εγχειρίδια θετικής κατεύθυνσης των δύο τελευταίων τάξεων του Δημοτικού σχολείου. *Έρευνα στην Εκπαίδευση*, 6(1), 140-160.

Ραβάνης, Κ. (1999). Οι φυσικές επιστήμες στην προσχολική εκπαίδευση. *Αθήνα: Τυπωθήτω*.

## Table des figures

Figure 1-La performance de la France en culture scientifique à l'enquête PISA (OCDE, 2019, p. 4) .	19
Figure 2-Organisation globale, régionale, locale et ponctuelle dans une institution donnée. ....	69
Figure 3-Représentation partielle d'un Modèle Praxéologique de Référence de l'algèbre élémentaire (Chaachoua et al., 2021, p.255).....	70
Figure 4-Distinction entre deux mondes fondée sur la modélisation en physique (Tiberghien, 1994) .	80
Figure 5-Représentation de la théorie spécifique des deux mondes Schéma issu de Veillard et al., 2011.....	81
Figure 6-La lumière par un point de vue historique.....	85
Figure 7-Schématisation des rayons lumineux (Taillet, 2017).....	85
Figure 8-Sphère éclairée par une petite source de lumière.....	86
Figure 9-Le modèle précurseur élaboré par Canedo-Ibarra et al. (2010) .....	105
Figure 10-Un modèle précurseur pour les élèves de 5 à 6 ans sur la formation des ombres Delserieys et al. (2018) .....	108
Figure 11-Position Chronologique des données.....	121
Figure 12-Le document utilisé pour la présentation de notre projet.....	122
Figure 13-le cahier des charges .....	127
Figure 14-Le plan de la classe de E1 .....	130
Figure 15-La classe de E1 .....	130
Figure 16-Un extrait du guide complété par E1 .....	133
Figure 17-Processus suivi pour l'analyse des données .....	136
Figure 18-Méthodologie d'élaboration de la praxéologie de référence .....	140
Figure 19-Tâche lumineuse produite sur le mur par une lampe de poche.....	143
Figure 20-Le dispositif pour la deuxième activité concernant le concept de la lumière .....	143
Figure 21-La formation d'ombre par une source lumineuse ponctuelle.....	150
Figure 22-Extrait de la fiche de préparation de la première séance selon les tâches et les techniques repérées.....	165
Figure 23-La mise en commun des idées des élèves par l'enseignant concernant la lumière.....	187
Figure 24-Le tableau de la classe à la fin de la deuxième séance.....	200
Figure 25-Les deux tracés du contour de l'ombre d'un élève .....	211
Figure 26-L'enseignant raconte l'histoire les 3 petits cochons .....	220
Figure 27-Un groupe de quatre élèves raconte une histoire devant le TNI.....	220
Figure 28-Extrait de la fiche de préparation de E1 pour le nouveau scénario.....	230

## Table des tableaux

Tableau 1-Indicateurs et pourcentages qui montrent concernant les enseignants français en 2018 (OECD, 2019c).....	16
Tableau 2-La présence des sciences au premier semestre.....	40
Tableau 3-La présence des sciences au deuxième semestre.....	40
Tableau 4-La présence des sciences au troisième semestre.....	41
Tableau 5-La présence des sciences au quatrième semestre.....	41
Tableau 6-Les principales difficultés des élèves pour la compréhension des notions de lumière et d'ombre (Arnantonaki, 2015).....	95
Tableau 7-Les différentes catégories d'études de cas selon Yin (2003, 2009) et Stake (1995). (Reproduit de Barlatier, 2018).....	116
Tableau 8-Exemple du synopsis de la transcription de la réunion du groupe.....	125
Tableau 9-Synopsis général du premier scénario pédagogique.....	127
Tableau 10-Extrait du guide d'analyse proposé à l'enseignant pour la première séance.....	132
Tableau 11-La grille d'analyse pour la caractérisation des praxéologies didactiques.....	137
Tableau 12-Synopsis de la transcription de la réunion du groupe.....	162
Tableau 13-Praxéologie didactique du groupe séance 1.....	172
Tableau 14-Praxéologie didactique du groupe séance 2.....	176
Tableau 15-Praxéologie didactique du groupe séance 3.....	179
Tableau 16-Praxéologie didactique du groupe séance 4.....	183
Tableau 17-Notes prises concernant la première séance.....	184
Tableau 18-Focus sur modèle précurseur - fiche de préparation Séance 1.....	188
Tableau 19-Focus sur fiche de préparation- 1ère séance dans la classe.....	189
Tableau 20-La praxéologie didactique de E1 séance 1.....	196
Tableau 21-Notes prises concernant la deuxième séance.....	197
Tableau 22-Focus sur modèle précurseur - fiche de préparation de la Séance 2.....	201
Tableau 23-Focus sur fiche de préparation – 2ème séance dans la classe.....	201
Tableau 24-Praxéologie didactique de E1 séance 2.....	206
Tableau 25-Notes prises concernant la troisième séance.....	207
Tableau 26-Focus sur Modèle précurseur-fiche de préparation séance 3.....	211
Tableau 27-Focus sur fiche de préparation-3eme séance dans la classe.....	213
Tableau 28-Praxéologie didactique de E1 séance 3.....	217
Tableau 29-Notes prises concernant la quatrième séance.....	218
Tableau 30-Focus sur Modèle précurseur-fiche de préparation Séance 4.....	221
Tableau 31-Focus sur Fiche de préparation-quatrième séance dans la classe.....	222
Tableau 32-Praxéologie didactique de E1 séance 4.....	226
Tableau 33-Synopsis général du deuxième scénario pédagogique.....	229
Tableau 34-Praxéologie didactique séance 1 nouveau scénario.....	233
Tableau 35-Praxéologie didactique séance 2 nouveau scénario.....	236
Tableau 36-Dialogue entre E1 et les élèves pour élaborer une définition sur la lumière.....	250





## ANNEXES

Annexe n° 1 : Guide d'entretien.....	318
Annexe n° 2 : Entretiens semi directifs .....	320
Annexe n° 3 : Réunion du groupe .....	344
Annexe n° 4 : Le scénario pédagogique 1- Fiches de préparation .....	382
Annexe n° 5 : Photos des caméras utilisées .....	387
Annexe n° 6 : Guide d'analyse pour les séances d'enseignement .....	389
Annexe n° 7 : Œuvres d'art proposées sur Google Drive .....	396
Annexe n° 8 : Photos utilisées lors de la deuxième séance (T3'E1) .....	407
Annexe n° 9 : Nouveau scénario pour le concept de lumière comme proposé par E1 .....	413
Annexe n° 10 : Autorisation de filmer en classe.....	417

## Annexe n° 1 : Guide d'entretien

Questions	Relances
Avec <u>quelle</u> fréquence enseignez-vous les sciences à l'école maternelle ?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La (/les) séance(s) des sciences ont-elles lieu tous les jours ? toutes les semaines (C'est ritualisé ?)</li> <li>- Vous réalisez toujours une séance des sciences après un temps ou une activité stimulante ? (Récréation, sortie scolaire) ou à d'autre(s) moment(s) ?</li> </ul>
<u>Quels</u> sont les sujets liés aux sciences que vous avez déjà enseignés jusqu'à aujourd'hui depuis le début de l'année scolaire ?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les mêmes sujets toutes les années scolaires ?</li> <li>- Interdisciplinarité ?</li> </ul>
Avez-vous une <u>méthode</u> précise pour enseigner les sciences à l'école maternelle ?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Quel(s) support(s) et outil(s) utilisez-vous ? (Enseignant + élèves)</li> <li>- Modifications au cours de la carrière ?</li> </ul>
Pourriez-vous donner un <u>exemple</u> sur l'enseignement d'une thématique des sciences de votre choix ?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Objectif pédagogique</li> <li>- Supports utilisés pour préparer la séance</li> <li>- Matériel utilisé pendant la séance</li> <li>- Description du déroulement de la séance</li> </ul>
<u>Quelles</u> sont vos <u>attentes</u> après avoir enseigné une séance des sciences avec les élèves ?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Moins de difficultés à entrer dans les apprentissages ?</li> <li>- Constat d'une évolution avant/après ?</li> </ul>
<u>Comment</u> est organisé l'enseignement des sciences au sein de l'école où vous enseignez ?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Y a-t-il des projets en collectif concernant les sciences ?</li> <li>- Y a-t-il des activités prévues qui incluent la participation des plusieurs classes par rapport aux sciences ?</li> </ul>
<u>Comment</u> est organisé l'enseignement des sciences au sein votre la classe ?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Quelle organisation ?</li> <li>- En classe entière, en petits groupes ou autre ?</li> <li>- Dans un endroit spécifique de la classe ? Toujours le même ?</li> </ul>
<u>Quelle</u> est l'organisation pédagogique de votre enseignement en sciences ?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vous vous appuyiez sur une programmation ?</li> <li>- Avez-vous mis en place une programmation adaptée aux nécessités de vos élèves ?</li> </ul>
<u>Quels</u> supports utilisez-vous pour préparer vos cours en sciences ?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Comment effectuez-vous la préparation de vos cours ?</li> </ul>

<u>Quels</u> moyens mettez-vous en œuvre pour évaluer les élèves ?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Comment évaluez-vous les apprentissages de vos élèves ?</li> <li>- Procédez-vous à une évaluation des apprentissages ?</li> </ul>
<u>Quel</u> est votre <u>parcours</u> scolaire/universitaire ?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Baccalauréat (année, spécialité, lieu)</li> <li>- Autre(s) diplôme(s) (année, spécialité, lieu)</li> <li>- Votre parcours professionnel (métier, lieu, année(s), durée) +cycle</li> <li>- Une formation à l'enseignement des sciences ?</li> </ul>



## Annexe n° 2 : Entretiens semi directifs

### Entretien avec l'enseignant E1

Présentation du projet + explications

C : Vous enseignez les sciences à l'école maternelle ?

E1 : Oui, oui

C : Comment vous travaillez ?

E1 : Alors comment on fait, en fait moi je suis dans une école à 4 classes, 4 classes maternelle pour faire des sciences on en fait tous les mardi, voilà on a 4 thèmes sur l'année qui changent tous les ans et on fait des groupes alors ce des moyens et des grands donc on prend un groupe et on a 5 séances, le module comporte 5 séances et les enfants font les 4 modules sur l'année.

C : D'accord, par période ?

E1 : Par période voilà c'est ça, ça fait 4 modules on fait 4 pour se garder et après les enseignants font dans leur classe souhaite les sciences moi je fais par exemple les semi parce que j'avais fait avec voilà je fais un petit peut mais il y a un module on peut dire que pendant leurs scolarité les enfants font 4 modules des sciences un module par période obligatoire.

C : Vous avez fait ça avec vos collègues

E1 : Voilà ... Comme on n'a pas les p...les petits sont à la sieste et puis de changer d'enseignants voilà Cette année on a fait, moi j'ai fait les bee bots la programmation des bee bots j'ai une collègue qui a fait les aimants une autre collègue qui a fait les couleurs et la 4eme l'équilibre alimentaire. Ce qu'on avait travaillé fin c'était en continuité avec ce qu'on faisait dans la classe

C : Chaque classe fait un thème ou chaque professeur fait un thème

E1 : Chaque enseignant fait un thème et tous les élèves passent mais par contre ils sont mélangés enfaite les moyens et les grands sont mélangés et c'est des petits groupes c'est de plus petits groupes ça permet d'avoir de plus petits groupes là cette année on avait des groupes de 16 au lieu d'avoir la classe entière moi j'en ai 24 donc ça réduit

C : Dans ce moment là où le professeur va faire par exemple les bee bots les 3 autres enseignants vont prendre dans leur classe les autres élèves

E1 : Voilà et les groupes tournent, les 4 groupes vont tourner sur l'année.

C : Pour 20 minutes, un quart d'heure ?

E1 : La séance fait un peu près 40 minutes à 1 heure. Et il y a 5 séances comme ça on est sûrs de pouvoir la faire sur la période

C : Donc cette année vous avez fait les bee bots. Et comment vous avez fait pour programmer les séances, la séquence.

E1 : J'étais allé il y avait le programme l'erasmus test donc j'avais vu bah j'avais de la doc et puis avec ce qu'il y avait sur internet et puis j'ai construit quelques séances et je me suis lancé donc au bout d'un an je sais un peu près voilà j'ai mon module si je devais le refaire bah il y a des choses voilà on test je vois ce qui va ce qui va pas ce qu'il faut que j'améliore dans une séance

C : Et plus concrètement sur une séance de bee bot comment vous avez procédé ?

E1 : Alors bah j'ai commencé mon module était simple on commençait par surtout de l'orientation dans l'espace, il y avait le jeu du robot un enfant se déplace sur un quadrillage 5 par 5 voilà ça c'est la première séance pour un peu s'initier, ensuite la deuxième séance il y avait la découverte des bee bots donc ils essaient pour voir un petit peu à quoi ça sert les touches, un peu le matériel pour voir comment se déplacer sur un quadrillage

C : J'imagine qu'ils sont très contents

E1 : Oui oui voilà oui c'est un peu magique et c'est une phase qu'on est obligé de faire parce que sinon il y a l'aspect jeu fin c'est ça qui est le plus dur quand même dans le bee bot, c'est que ça reste quand même un jeu bon le quadrillage il y a bon jouer avec... ils pouvaient jouer toute la journée avec et après la troisième séance on commence à faire un petit programme en se déplaçant, fin de déplacement simple en ligne droite qui utilise eh trois commandes ah effacement et puis déplacement avancer d'une cage un nombre de cages donnés et puis regarder et puis dans les deux autres séances on commence à faire des programmes plus compliqués en utilisant ce sont de choses que je me suis aperçu, au début on faisait des réductions il y avait un petit quadrillage pour essayer je me suis aperçu que finalement ce qui était le plus efficace était de faire de dire on ne touche pas la bee bot on écrit le programme ils ont des cadres ils écrivent le programme en déplaçant manuellement et après ils l'allument le programme et ils vérifient que voilà donc voilà un petit peu la séquence que je faisais pour 5 c'est un petit peu court surtout parce que le problème principale c'est l'orientation

C : Votre objectif c'était « apprendre à s'orienter à travers...

E1 : A s'orienter voilà et à faire un peu de programmation voilà on voit qu'il ne faut pas appuyer à chaque fois pour voir qu'elle avance on peut écrire un petit programme mais ça reste très restreint. J'ai essayé de voir si on peut prolonger il y a des petits programmes qui s'appellent cubes bot qui est équivalent à la bee bot c'est très compliqué pour eux. Même les plus avancés, ceux qui comprenaient bien de la bee bot ils comprennent bien j'ai vu que très vite ils n'arrivaient pas à ça. Peut-être à revoir mais je pensais que ça allait être beaucoup plus facile.

C : Ils faisaient ça individuellement ?

E1 : Moi j'avais de petits groupes, je prenais ils étaient par deux. Je prenais 4 groupes, 4 groupes de deux les autres je les mettais sur autre chose voilà et voilà comme j'avais 4 bee bot chacun avait sa bee bot et ils programmaient. Ils étaient par deux. Parce qu'il y avait intérêt de travailler par deux et en plus pour la programmation c'est plus facile, des échanges voilà. Quand ils font rentrer les commandes et puis la réflexion apprendre aussi de travailler en groupe plus généralement.

C : A la fin de la séquence vous avez testé s'ils pouvaient s'orienter.

E1 : Non ça je n'ai pas testé, non. Je me suis arrêté la dernière séance c'est on a un petit programme, ils écrivent et puis ils vérifient donc ils sont seuls et puis moi je vérifie voilà s'ils

arrivent d'orienter la bee bot je considère qu'ils ont acquis un peu l'orientation après ça reste à retravailler voilà (...)

C : Votre classe a fait le bee bot et quoi d'autre ?

E1 : Moi j'ai fait les bee bots et ils ont fait juste là pendant cette période le semis de haricot, voilà et puis comme j'avais vu ici à l'espé on plante une graine, ils ont déjà vu dans des autres classes les collègues ont travaillé, ils savent qu'une graine donne une plante c'est déjà voilà. Et j'ai fait ils ont semé des lentilles sur de coton mais moi ce que je veux voir donc on plante une graine donc on voit ça et on observe aussi la croissance de la plante le temps qu'elle mette, on travaille sur le temps on évalue au début combien de temps elle va mettre à on estime ce qu'elle va pousser on voit bien que c'est dans le longtemps le mot longtemps est voilà il y a le longtemps voilà c'est très variable

C : Je crois que les enfants ne peuvent pas vraiment concevoir le temps, on ne peut pas dire « vous avez une heure pour travailler »

E1 : Non. On travaille beaucoup le dessin d'observation. On dessine ce qu'on voit la plante voir que d'abord il y a des feuilles, il y a des fleurs, il y a des haricots on observe ça et voilà j'essaie de voir ça et de comprendre un petit peu bah qu'il y a des plants qui poussent plus vite et se baser aussi sur les questions des enfants. Parce qu'une fois que, elle a mis de temps à pousser on a aussi on peut se dire est-ce qu'il y a poussé vraiment ? Donc on regarde bien on prend un on regarde qu'elle a germé voilà on s'aperçoit aussi bah pourquoi il y a quelques un qui pousse et quelques un qui poussent pas aussi qu'il ne pousse pas du tout on voit la lumière voilà je fais pas d'expérience est-ce que le plant a besoin d'eau voilà, ça je pars du principe ils le savent voilà mais je travaille pas sur les paramètres voilà lumière chaleur j'explique on peut faire mais ça dépend vraiment des enfants. L'année dernière j'avais mis par exemple des pot sur le mois de mars et on s'est aperçu que ça pousse pas parce que bah il faisait surement trop froid on fait des hypothèses mai je rebondis aussi avec des questions des enfants. Et on observe par contre la plante, quand elle a que des feuilles quand on aura des haricots bah on regarde là il y a une fleur le but c'est vraiment l'idée de départ c'est de partir de la grain pour aller jusqu'à la graine voir que c'est mais bon le temps de l'école n'est pas.. mais déjà voir qu'il y a des choses qui se passent qu'ils arrivent surtout designer la réalité on fait ça

C : J'imagine que les élèves à cet âge-là sont plutôt curieux. Est-ce qu'ils posent des questions qui sont le point de départ d'une autre séance pour vous ? par exemple un élève qui dit je ne comprends pas comment / pourquoi il pleut. Où je ne comprends pas comment se forme un glaçon. Est-ce que vous prenez en compte cela pour dire que maintenant on va faire le cycle de l'eau.

E1 : Moi j'essaie de répondre aux questions, les semis par exemple un enfant qui me dit ça ne pousse pas, pourquoi ça pousse pas ? Je vais dire bah qu'est-ce qu'on peut faire on va regarder dedans voilà. En pleine séquence je sais où je vais aller, j'essaie, bah, c'est vraiment répondre au questionnement des enfants alors il y a des choses

(...)

C : Qu'est-ce que vous en pensez du programme ?

E1 : J'ai travaillé sur beaucoup des reformes on va dire. Donc du coup on essaie de faire des sciences parce qu'on pense qu'il y a de la manipulation et puis c'est une question de culture aussi ah ? Après je m'adapte voilà

C : Vous dites que vous faites tous les mardis des sciences. Qu'est-ce que vous faites tous les autres jours ?

E1 : Les autres jours c'est plutôt on va dire français, maths français avec de la bah langage écrit langage oral, l'écriture et maths c'est la numération principalement (...)

C : Vous avez une formation scientifique ? On peut commencer par le bac. Vous avez fait un bac...

E1 : Scientifique. Et après j'ai fait une école d'ingénieurs et après j'ai fait enseignant.

C : Votre objectif initial c'était d'être ingénieur et après vous avez changé d'avis ?

E1 : Voilà. J'étais un scientifique honnête on va dire ah ? L'orientation c'était plutôt une école d'ingénieur à mon époque, j'ai fait une école d'ingénieur, j'aimais bien les études mais je ne me voyait pas dans la vie professionnelle ingénieur bah du coup j'ai changé de voie et j'ai passé le concours pour devenir enseignant.

C : Vous avez enseigné plutôt en élémentaire ou en maternelle ?

E1 : Non j'ai fait pratiquement que de la maternelle. J'ai fait 3-4 ans de la primaire et puis après ça fait 20 ans que je fais de la maternelle quoi.

C : Et c'était un choix de votre parte ?

E1 : Oui, oui

C : Pourquoi vous l'avez choisi ?

E1 : Pourquoi j'ai choisi...bon déjà il y a une certaine liberté, les programmes sont beaucoup plus souples, on a des programmes, des guides mais on n'a pas de contraintes par exemple savoir compter jusqu'à 100, là on dit savoir compter jusqu'à 30 mais ça peut s'adapter et en plus on a une certaine souplesse on peut s'adapter aux enfants et voilà s'il y a un sujet qui nous intéresse aller dessus on a beaucoup plus de l'aptitude alors qu'en primaire c'est très...les horaires sont très contingentés pour faire tant d'heure on va dire de français, tant d'heures de maths et puis il y a les objectifs du programme les élèves de tel classe doivent atteindre ces objectifs-là. En maternelle ça reste... il y a des objectifs mais c'est...

C : Je crois que les objectifs à la maternelle sont sous forme d'un petit paragraphe

E1: Oui voilà oui voilà c'est pas des choses très...c'est pas par exemple celui dire savoir que qu'une plante a besoin de lumière...c'est connaître le domaine du vivant avoir vu la croissance d'un végétal savoir utiliser des outils numériques c'est très vague, ça peut être...

C: Oui ça peut-être bee-bot

E1: Donc ça reste...moi je sais ce que j'ai et je m'y retrouve plus facilement

C: Et vous étiez toujours à Rennes toujours en Bretagne toujours à Pacé?

E1: Oui presque toujours en Bretagne, J'ai fait trois écoles donc voilà j'ai tourné j'étais plus loin plutôt en début et je me rapproche petit un petit là je suis au Pacé c'est urban comme on dit voilà

C: Et avec votre école est-ce que vous avez des projets en commun sur les sciences ou dans d'autres domaines...

E1: Oui on travaille oui

C: Avec les plus grands avec les plus petits ou seulement la maternelle ?

E1: Bah souvent c'est on a des projets en maternelle on fonctionne par équipe donc on a des projets "les sciences", des sorties voilà et là cette année on a fait un projet en tutorat avec une classe de CM1 sur une classe artistique l'art en ville on a travaillé autour des graphes sur donc il y a eu plein d'échanges alors il y a eu le plus gros le gros du projet c'était l'art plastique donc on a fait tout un...on a fait plein des choses on est venus on a visité rennes on a vu Odorico les mosaïques on a vu les graphes les maternelles verront que des sculptures mais on a rebondi on a fait du graphe végétale on a travaillé avec un artiste voilà mais on a aussi fait pour que les enfants se connaissent et travaillent ensemble il y a eu des séances de on a fait cuisine par exemple a Noël on a fait des séances de lecture les grands les CM1 venaient lire voilà on va faire aussi on va mélanger lecture et sport ils vont faire une randonnée parce qu'on a vu une compté c'est-à-dire que ils doivent s'orienter et quand ils arriveront dans certains endroits les grands feront la lecture voilà c'est autour de comptes voilà donc ça était vraiment le gros gros projet de l'année

C: C'est ça pourrait être aussi l'évaluation sur l'orientation

E1: oui voilà oui bah entre autres oui mais j'avais déjà fait de l'orientation l'année dernière avec un programme sur le même principe mais sur toute l'année avec des randonnées qui mélangeaient sport et lecture il y avait sport et art plastique voilà donc on a essayé un petit peu donc c'est là que j'arrivais à parfois mélanger selon les projets là par exemple en randonnée quand c'était randonnée lecture on avait un album qui s'appelle "le p'tit bonhomme des bois" où un petit bonhomme rencontre des animaux au fur et à mesure donc il fallait aller chercher des indices, revenir après on a fait randonnée et arts plastiques ils avaient des indices et puis quand ils arrivent dans un endroit ils devaient construire quelque chose en fonction de ce qui mis à cet endroit-là. Donc voilà j'ai fait ça. Voilà un petit peu ce que j'ai fait.

C: Qu'est-ce que vous en pensez sur la formation des enseignants?

E1: Ou là ça alors...c'est un peu compliqué pour moi parce que moi ça fait 20 ans que j'ai plus...alors ce que je peux dire pour moi ce que la formation continue existe pas assez...si on fait pas par nous...on en a mais ça reste...ça ne correspond pas forcément à nos attentes. C'est des choses à poser en fonction de directives ministériels et c'est pas toujours...

C: Très adapté?

E1: Oui voilà...moi j'ai pas eu...moi j'ai fait pas mal des formations par moi-même mais on m'a jamais dit qu'est-ce que aimeriez faire vous former sur quoi? après ça c'est mon avis et c'est pas...c'est pour ça que j'essaie bah par réseaux quand on me propose quelque chose de voir si bah voilà c'est comme ça que je suis arrivé à l'espe par une collègue qui m'a dit oui on fait un groupe voilà je prends...après j'aimerais bien qu'il y ait des formations plus souvent...la formation ne prend pas compte les acquis des enseignants qu'est-ce que je trouve...souvent on refait on repars du début à chaque fois alors que pour moi sur certains domaines j'estime que

sans être l'expert je ne suis pas débutant je vais dire intermédiaire. On pourra aller un peu plus loin...après c'est comme ça...

C: C'est une perte de temps en plus si il faut faire tout le temps la même chose et après comment on peut demander aux enseignants de prendre ne compte les conceptions des élèves, les acquis des élèves pour faire quelque chose si on ne fait pas ça...

E1: Par exemple moi sur le domaine scientifique je suis plus expert que des gens qui ont formation littéraire par exemple fin même si ça on peut...il y a des prérequis que j'ai et que les gens n'ont pas ça sera l'inverse c'est vrai aussi après bah je m'accommode de ça bon j'essaie c'est vrai que sur la formation je trouve que ça demande beaucoup d'investissement personnel si on veut...parce qu'on fait le mieux dans les...chez nous mais bon...c'est comme ça et puis c'est pas parti pour changer je pense.

C: Vous n'aviez pas fait le master parce que j'imagine que quand vous aviez terminé l'école d'ingénieurs c'était un concours ou c'était sous forme de master comme aujourd'hui?

E1: Non non c'était un concours (explications sur ce système)

C: Est-ce que vous avez dans votre classe des élèves avec...par exemple quelqu'un qui est autiste quelqu'un qui...

E1: Non dans la classe non j'ai pas d'enfant avec de handicap non non sachant qu'en plus à Pacé c'est pas un milieu défavorisée...c'est un milieu voilà...les enfants sont assez...il y a une certaine de culture et pas force...bah je trouve que le niveau bah le niveau là où j'enseigne est vraiment bon quoi fin les enfants savent pleines de choses sur certaines choses...voilà

C: Oui parce que les parents ils sont aussi...

E1: Bah les parents sont souvent des métiers on va dire à responsabilité, ils sont socialement...voilà c'est c'est voilà...et on a peu d'élèves fin on a des élèves en difficulté certes mais fin c'est vraiment par...

C: Vous avez que des français dans votre classe ou est-ce qu'il y a des élèves qui parlent une autre langue?

E1: Non j'ai une petite mongole mais elle se mise en français elle parle français couramment voilà mais on a peu de...on a quelques enfants parfois mais c'est...la commune de Pacé est centre d'accueil donc parfois on a des enfants mais on en a peu... (explications sur le centre d'accueil)

C: En général est-ce que vous évaluez les connaissances des élèves? Pas seulement en sciences, en général

E1: J'essaie de savoir où est-ce qu'ils... à la fin...

C: Avec quels moyens vous évaluez les élèves?

E1: Bah s'essaie de voir sur bon j'ai tout un dispositif à la fin de la séquence où je vois un petit peu qu'est-ce qu'ils savent faire et puis aussi ils ont des activités d'entraînement des petites activités sur feuille bon surtout en numération pour voir s'ils ont bien acquis la notion

C: Vous avez plus de garçons ou plus de filles ?

E1: Plus de garçons.

C: Vous avez combien de garçons et combien de filles?

E1: J'ai 23 élèves 16 grands et 7 moyens c'est un peu près deux tiers un tiers.

C: D'accord. Est-ce que vous avez observé un intérêt plus grand de la part des garçons que des filles pour les sciences?

E1: Non en maternelle c'est pas non non l'intérêt est le même il y a pas de différence comme on peut observer après ils ont la même motivation

C: Alors qu'est-ce qu'il se passe après?

E1: Ah je ne sais pas bah

C: Si on commence par des enfants qui sont curieux, qui ont le même intérêt quand on arrive en CM2 c'est quoi ce qui change?

E1: Je sais pas pourquoi alors que les filles sont parfois plus rigoureuses que les garçons.

C: Quel matériel vous utilisez pour les sciences? c'est un matériel que vous empruntez? est-ce que vous achetez pour l'école? est-ce que vous essayez de faire par vous-même?

E1: ça dépend de ce qu'on fait comme sciences... par exemple les graines il n'y a pas voilà c'est du petit matériel et les Bee-bots on a acheté mais...

C: Ah vous les avez acheté ?

E1: Oui bah j'ai suis dans une bonne école où il y a des moyens voilà (expliquer le prix) mais sinon il y a des...on a des organismes comme Canopé ou éventuellement il y a un service informatique qui peut prêter des Bee-bots et puis après voilà on peut trouver...Moi je suis dans une école où...on a eu des tablettes il y a pas longtemps voilà (explications sur les tablettes et le logiciel sur l'écriture) Comme c'est une tradition on va dire scientifique il y a pas mal de matériel même en primaire qui permet pour nous de le récupérer pense à bah du matériel basique comme des cuves des petits cuves pour faire des expériences sur l'eau ou des piles et des ampoules voilà il y a du matériel du matériel dis donc primaire mais qu'on peut réadapter les...il y a toute une boîte d'engrenages donc il y a des engrenages il y a les piles il y a les ampoules qui peuvent être utilisés en maternelle. C'est pas le cas partout mais... chez nous à Pacé si on veut faire des sciences il y a pas de soucis voilà

C: Par rapport au matériel

E1: Voilà on n'a pas de soucis de matériel et bon après les investissements c'est pas forcément toujours

C: Après ça dépend de l'enseignant pour...comment il va utiliser ce matériel là

E1: Voilà.

C: Vous avez déjà enseigné la lumière et les ombres n'importe quelle année ou

E1: Non, j'ai jamais fait non bah le problème chez nous est que parfois tu voilà...J'avais un collègue qui voulait faire les ombres l'année dernière

C: Oui bah s'il n'y a pas de soleil...

E1: Eh bah spécifiquement quand il voulait le faire c'était pas le bon jour

C: Quelle est pour vous la formation idéale pour les professeurs des écoles?

E1: La formation idéale? Alors s'ils avaient déjà moi je dirais une formation un peu plus longue

C: Avant de commencer vous dites?

E1: Une formation alors une formation en tant qu'enseignants maintenant pas avant le concours, moi ce que j'aimerais et c'est ce qui se faisait avant, quand j'ai commencé il y avait des stages longues de trois quatre semaines où on était remplacé dans la classe on était sur un thème voilà on choisissait on venait ici d'ailleurs à l'ESPE et on était des enseignants de même niveau où on travaillait sur un thème moi je trouvais ça bien et ce que je trouve aussi bien ce qui ne se fait pas chez nous est d'aller voir dans les classes de pouvoir échanger avec des collègues voir comme quand on élabore des séances et puis dire voilà moi je fais ça comment tu fais mais si tu fais ça pourquoi et puis voir des choses bah c'est un peu se nourrir de ce que...bah par exemple j'ai pas fait les ombres et la lumière j'ai peut-être une collègue qui fait ça d'aller la voir voilà...après ce qui est dur ce que souvent j'ai des collègues qui aiment pas trop monter...mais bon ça c'est partout eh? mais c'est ce que tu disais on n'est pas là pour juger on est là pour voilà c'est pour dire oui voilà. Moi je fais partie d'une association qui s'appelle l'AGEM qui est l'association des enseignants des écoles maternelles publiques. (...) C'est quelque chose vraiment intéressant. C'est quelque chose qui existe depuis très longtemps et il y a un gros congrès en fin d'année-là cette année c'est à Nancy autour d'un thème et il met en rapport des chercheurs, des enseignants, des éditeurs, il y a des conférences, il y a des expositions des posters fin c'est vraiment très intéressant. Et moi je fais partie du bureau national donc bah ça marche par section locale puis il y a des sections nationales et je vais trois ou quatre fois à Paris dans l'année où on se réunit et voilà là aussi je me nourris et j'ai croisé des gens qui font comme toi des thèses, il y a un comité scientifique surtout dans le nord, à l'université de Lille il y a beaucoup de choses qui se font (...) donc ça c'est de la formation aussi. (...) Et puis moi je suis qu'enseignant fin donc j'aurais besoin qu'il y ait aussi des gens qui m'apportent de la théorie qui fassent la technologie pour moi, moi je peux appliquer j'aime bien avoir le support théorique mais j'ai pas forcément le temps et les capacités de faire la synthèse et ça je pense que ça manque aussi un petit peu d'avoir le support un peu du support théorique pour mais tout ça il faudrait qu'il y ait une grosse...ça on peut pas faire ça en deux heures.

C: Vous pensez qu'il fallait avoir une formation initiale pour les enseignants plus que le Master ?

E1: Je pense qu'il faut une formation initiale oui alors moi je pense que le master c'est bien ça donne un certain niveau d'étude mais je pense que ça néglige aussi une partie pratique tout ce qui est encadrement des enfants toute la partie on va dire cacher dans la partie animation fin il y a l'enfant théorique et l'enfant qu'on rencontre dans le terrain savoir mener un groupe souvent c'est quelque chose qu'on apprend pas ici moi je ne l'ai pas appris et ça m'a manqué au départ savoir gérer un groupe, moi quand je suis arrivé j'avais jamais géré des ateliers

C: Moi je ne peux même pas imaginer comment sans avoir des connaissances quelqu'un qui a juste fait des études va rentrer dans la classe avec les petits mais qui ne connaît rien sur la psychologie de l'enfant

E1: Bah ça c'est un manque fin moi je pense que c'est un manque chez nous quoi (...) de ce que je connais de la France je trouve qu'on est très scolaire on attache beaucoup d'importance aux résultats voilà il faut qu'ils réussissent on n'est pas beaucoup attaché au bien-être, ce qui vient



maintenant la bienveillance, on veut de bonnes élèves mais aussi il faut avoir des on va dire des bons citoyens, des enfants qui soient...et ça on voit bien maintenant avec tout ce qui se passe Montessori...toutes ces choses-là je trouve qu'on nous dit pas, Montessori on nous en parle mais vaguement fin Piaget fin il y a des choses qui se font et puis des choses qui évoluent et ça je trouve que chez nous on parle pas beaucoup et il n'y a pas beaucoup de fin on en aurait besoin quoi. Moi par exemple quand j'ai commencé j'ai regretté de ne pas avoir fait d'animation par exemple j'en avais fait un petit peu mais ça c'est un plus avoir eu contacte comme tu dis avec des enfants avant d'être enseignant voilà c'est bien avoir un master en sciences de l'éducation c'est très bien eh? Mais quand on arrive dans une classe ça n'a rien à voir. (...)

## Entretien avec l'enseignant E2

Présentation du projet et de moi-même (mon parcours etc.)

E2 : Je pense que les sciences c'est quelque chose qui..enfin..si on n'a pas déjà une formation scientifique...moi j'ai une formation littéraire et linguistique et pas du tout sur les sciences, c'est pour ça j'ai trouvé que c'était vraiment intéressant( ...)moi c'est quelque chose qui me pose quand même problème mais c'est quelque chose qui quand même m'intéresse où je suis obligée de chercher de travailler sur tous ce qui est démarche d'investigation. Ce n'est pas inné chez moi, il faut que je cherche

C : Même quand on a une formation scientifique moi je crois qu'il faut toujours chercher parce que c'est autre chose la science et c'est autre chose la didactique et la transposition qu'on va faire pour enseigner ça et surtout aux petits. Toi par exemple comment tu fais à l'école ?

E2 : Là par exemple en ce moment je travaille sur les plantations, la germination, là je suis partie d'une graine, j'avais lu un album qui s'appelle « toujours rien » mais je n'ai lu que le début. Et ensuite j'ai pris une graine comme dans l'histoire et je l'aurais demandé de dessiner ce qu'ils pensaient y avoir à l'intérieur. Donc ils ont dessiné la plupart, une fleur. Ensuite j'ai demandé bah comment on fait pour vérifier ce qu'il y a l'intérieur, donc on dit qu'ils allaient l'ouvrir, je leur ai expliqué que pour que ça soit plus facile à ouvrir on allait laisser ça tromper, on a ouvert, on a regardé... donc c'était pas une petite fleur, et moi j'ai apporté enfaite le lexique avec le tégument enfin tout le lexique. et ils ont pu observer enfaite à la loupe, j'ai un espace sciences à la classe, donc qui est à disposition, ils ont allé voir ils ont regardé ils ont dessiné ce qu'ils voyaient bon après... il faut que je travaille encore le dessin d'observation, mais ils ont regardé et ensuite j'aurais dit qu'est-ce qu'on peut fin c'est une élève qui m'a dit « ah mais on pourrait planter des grains » donc j'ai apporté d'autres graines , j'ai dit bah d'accord on va planter des graines mais j'ai un pot, j'ai une graine, qu'est-ce qu'il faut d'autre et donc du coup ils ont fait des propositions j'aurais demandé de dessiner ce qu'ils voulaient, donc ils ont dessiné ensuite on a regardé ce que tout le monde avait dessiné si certains voulaient ajouter quelque chose ils pouvaient par exemple de l'eau ou.. et j'ai classé leurs dessins pour apporter le matériel dont ils avaient besoin et ensuite ils ont fait germer on a regardé ce qui se passait et puis on a noté..

C : Et vous avait fait ça dans une journée ou...

E2 : Et bah non... J'ai commencé ça au début de la période, j'ai commencé en mars, justement ça prend du temps même entre le dessin et voir ce qui s'est passé ça peut être le lendemain ça peut être...non non non et... mais ça c'était quelque chose que j'avais déjà fait.

C : T'avais déjà fait l'année dernière ?

E2 : J'avais déjà fait pour les plus grands et je savais un petit peu vers où aller. En sciences autrement je travaille plus... Eh ...on a travaillé sur la germination, sur les élevages, sur les phasmes, sur les escargots, sur l'électricité, donc pareil on a un objet qu'on veut construire qu'est-ce qu'il faut, mais tu vois ? c'est des domaines en particulière enfaite et je continue

C : Et que tu avais déjà travaillé et c'est pour ça tu...

E2 : Et je suis plus à l'aise et donc je refais des choses mais je les avais travaillé avec des plus grands mais c'est plus facile de refaire et donc... et puis je trouve des nouvelles choses, j'adapte, voilà après je pensais partir sur...les balances, l'équilibre tout ça mais du coup je partirais plus sur ombre et lumière !

C : D'accord, donc d'habitude tu fais une thématique des sciences tous les deux mois par exemple ?

E2 : Par période, entre deux périodes des vacances. Il y en a cinq dans l'année.

C : Dans la journée combien de temps peut durer une séance par exemple ?

E2 : ça peut varier ça dépend de ce que je vais faire. Ça peut durer 15 minutes si c'est juste une lecture d'album, où on émet des hypothèses, comme ça peut prendre une heure si on fait tout les semi... c'est variable

C : Et comment tu fais le lien entre les séances ?

E2 : J'ai un paper board. Tu sais un tableau blanc avec des feuilles, où je note et après je reviens mais ça c'est quelque chose que je ne faisais pas avant et donc à chaque fois c'était toujours moi qui rappelais là c'est eux ! Ah bah ils se souviennent et c'est le paper board qui fait que, qui crée le lien. Tac on avait dit ça. Et j'essaie de rebondir, enfaite j'essaie de partir de leur problème. Donc on a quelque chose, on a un problème, on essaie de voir comment on peut le résoudre. Par exemple pour l'électricité je suis arrivée avec une boîte, avec un clown avec le nez qui s'allume et je l'aurais dit eh bah super à votre avis comment je fais ? Parce que j'avais un interrupteur. Comment je fais pour allumer et après on est venu petit à petit, on fait un petit problème par petits problèmes enfaite... Ah oui il faut une lampe. Il faut une pile d'accord, ah bah une lampe et une pile, on a cherché lampe et pile...moi j'étais loin du clown. Donc après le fil, l'interrupteur, c'est comme ça.

C : Il y a combien d'élèves dans la classe ?

E2 : Alors cette année j'en ai 20 (...) 13 GS et 6 CP. (... discussion pour les CP)

C : Quels étaient tes objectifs par rapport à la germination ?

E2 : Qu'ils comprennent la germination de la graine, qu'ils comprennent en faisant qu'ils se souviennent, qu'il se remémorent et puis aussi qu'ils cherchent, donc qu'ils se posent des questions qu'ils essaient pour la graine pour planter il y a des enfants qu'ils m'ont dit qu'il y a besoin de la terre, la graine c'est tout. Donc on n'a pas mis d'eau. Il y en a d'autres qu'ils m'ont dit il y a besoin de la graine et de l'eau donc on a regardé ce qui se passait...j'ai rajouté une seule chose, ils ne m'ont pas parlé du soleil de la lumière donc j'ai dit bah écoutez moi je vais mettre dans le noir la mienne, donc la mienne était dans le noir donc ils pensaient que ça n'allait pas pousser et finalement ils se sont rendu compte que ça avait poussé mais bon c'était pas le même développement. Et j'ai une petite fille de ma classe qui a trouvé quelque chose dans la cour qui m'a dit est-ce que c'est une graine ? J'ai dit bah qu'est-ce qu'on peut faire pour savoir ? Et là ils ont réussi, ils m'ont dit bah on va l'ouvrir. Sauf que je n'arrivais pas à l'ouvrir et au bruit ils pensaient que c'était un caillou enfin que c'était pas une graine ...j'ai dit bah on ne peut pas l'ouvrir qu'est-ce qu'on pourrait faire ? On la plante ! On l'a planté et finalement c'était une graine donc enfaite c'est aussi pour provoquer enfaite qu'ils se rendent capable à chercher même en lecture, n production d'écrit ils ont l'impression que tout va leur tomber dessus ...pour leur montrer qu'ils peuvent se poser des questions, chercher...

C : Oui c'est l'âge pour se poser des questions... ils sont encore curieux ...

E2 : C'est pour ça on peut regarder dans des livres on peut demander...On travaille beaucoup ...J'ai un collègue qui travaille beaucoup en sciences en CM1 CM2. Il travaille sur...ils ont beaucoup fait de recherche sur des animaux de l'école, de classification donc dès que mes élèves trouvent un animal qu'ils ne connaissent pas on écrit un message pour aller donner à la classe de CM1 CM2 qui vient nous expliquer quel est cet animal, quelle famille... l'objectif qui est derrière c'est vraiment de se poser des questions, de chercher comment on pouvait y répondre. Qu'il y a un problème et qu'on cherche.

C : Après tu cherches aussi à voir s'ils ont appris, s'ils ont des avis corrects ? à la fin tu fais une évaluation ou ce n'est pas l'objectif ?

E2 : Si pour moi pour que je puisse savoir. Don là on a fait...on a refait des plantations pour le potager de l'école. Où là j'avais demandé bah qu'est-ce qu'il fait mettre pour voir si ça avait évolué entre temps. Pour voir quand même...

C : C'était une différence d'une semaine entre la fin du projet et de la plantation pour le jardin de l'école ?

E2 : eh bah on a fait la plantation mercredi dernier et j'avais commencé le projet en mars. Donc tu vois c'est sur un temps long.

C : Quel est ton avis sur le programme officiel de l'école (curriculum)?

E2 : En sciences ?

C : Oui. Par rapport à l'école maternelle.

E2 : Bah oui explorer le monde justement c'est oui c'est le terme est bien choisi et moi je...oui...fin

C : Tu trouves que c'est bien développé ?

E2 : Le programme ?

C : Oui !

E2 : Oui...après est-ce que les enseignants le font ? mais est-ce que c'est un défaut de formation ? est-ce que c'est en elle de savoir comment on pourrait faire ? je ne sais pas ...mais on va beaucoup plus travailler la langue, le français, les mathématiques tous qui est axé à ça et moins les sciences ou les arts ou le sport...et encore maternelle le sport ça va mais les sciences en maternelle c'est quelque chose qui passe après. Alors que ça développe plein de...

C : Tu m'as dit qu'au lycée tu avais un parcours littéraire...

E2 : Au lycée j'ai fait un parcours littéraire, ensuite j'ai fait une année...ce qu'on appelle prépa (...) c'était pas par envie mais c'était une question de financement, ça me permettait de rester dans la ville et mes parents croyaient que ça c'est bien mais moi je ne voulais pas faire ça, du coup je n'étais pas motivée et je voulais faire prof d'espagnol. Donc je suis partie en fac d'espagnol, j'ai eu ma licence d'espagnol(...) je ne valide pas ma licence d'espagnol parce que j'ai fait une licence d'espagnol mais je ne parle pas énormément espagnol, je parle l'espagnol à l'écrit mais à l'oral... parce que je ne vais jamais en Espagne et là j'ai fait une demande Erasmus et donc je suis partie en Espagne (...)et après j'ai préparé le concours ici (espe) (...)

c'était pas un master à ce moment-là, ensuite il y avait le concours et il y avait une deuxième année, l'année de titularisation et après j'ai eu prof des écoles. (...) maintenant c'est ma 8ème année et j'ai fait 3 ans de remplacement où j'ai remplacé donc de la petite section au CM2 en passant par la SEGPA et ensuite j'ai fait 3 ans directrice d'école (...) Et là j'ai eu CP, CP-CE1 et puis CE1-CE2. Et ensuite j'ai demandé d'arrêter j'avais beaucoup de points pour revenir plus près de chez moi et là je suis en GS-CP mais dans l'objectif de plutôt travailler avec des stagiaires. Donc c'est pour ça maintenant j'accueille des stagiaires (...)

Dans ma classe il y a une élève syrienne (...) j'ai un élève qui est portugais (...) (projet autour des langues) j'ai une AVS qui parle la langue des signes (...) elle est avec un élève qui a des troubles et qui reste dans la classe seulement jusqu'à 10h le matin (...)

C : Tu travailles aussi avec le corps à l'école ? par rapport à l'expression corporelle.

E2 : On a travaillé sur les émotions. Pareil mimer, en sport on travaille sur des compétences en particulier après je n'ai pas fait plus que ça par rapport à l'expression corporelle. Avec Canopé ils peuvent prêter du matériel et moi j'ai réservé justement pour après les vacances 3 blue boot pour travailler justement mais c'est ... dans mon école personne n'avait jamais fait ça. Donc justement on va essayer...

C : Qu'est-ce que tu vas leur enseigner avec blue boot ?

E2 : C'est pour apprendre le code, pour apprendre à programmer et puis aussi se repérer dans l'espace, anticiper un déplacement et finalement les lettres quand on apprend à lire code des sons quand on travaille sur les percussions corporelles le rythme est décodé aussi fin... (...) Parce que je trouve beaucoup d'enfants vraiment c'est... ils attendent que...vraiment « j'y arrive pas » « je sais pas » oui mais il faut essayer, chercher, ils ont peur de se tromper, de recommencer...

(... expliquer comment se fait la formation initiale de professeurs des écoles en Grèce)

E2 : Nous la première année on prépare le concours sur l'écrit mais qui...le concours il n'est pas adapté à après...Un petit peu mais pas...et après on a une année, on est formé mais c'est pas suffisant.

C : Donc peut être que l'enseignant en France doit avoir une vocation...

E2 : Et puis ensuite continuer de vouloir se former parce qu'on a très peu de didactique au final. Et c'est ça aussi je pense qui fait que les gens ne rendent pas dans...dedans en fait. On fait avec ceux qu'on se souvient nous en tant qu'enfant aussi...mais on n'a pas autant de formation. C'est avec des collègues, avec voilà des rencontres qu'on fait mais après les rencontres il faut aussi les provoquer moi c'est vraiment quelque chose qui me passionne donc voilà mais on manque de tout ça.

C : Comment tu prépares tes cours ? Quels sont tes sources ?

E2 : Quand je prépare mes séances ? C'est avec des livres que moi je vais acheter ou je vais emprunter à Canopé je vais cibler certains...je cible en fait.

C : Par exemple ? Si tu veux enseigner l'électricité tu vas chercher des livres par rapport à l'électricité ?

E2 : Par rapport aux sciences, didactique des sciences, qui sont adaptés déjà pour l'école. Avec des séquences toute prêtes. Mais je vais après recharger pour les élèves...mais en général je travaille seule. Mais après si je pouvais travailler à plusieurs ça m'intéresserait plus mais c'est pas facile non plus...mes collègues c'est beaucoup...cloisonnés... et même quand on essaie on fait des projets mais c'est des projets les uns à côté...c'est pas...dans mon école en tout cas et dans la plupart des écoles où je suis allée c'est comme ça. Je trouve que c'est dans les écoles REP, là il y a un vrai enfin pour avoir déjà été en école REP on sent que là il y a plus de travail ensemble. Et c'est pas pareil alors que autrement non c'est...on regarde à peine ce que le collègue a fait avant, ce que le collègue va faire après.

C : Vous n'avez pas des projets de sciences ou sur les langues dans l'école ?

E2 : Si, on a cette année par exemple on a un projet « eco école » c'est le collègue de CM1 CM2 qui l'a apporté et qui porte un petit peu tout ça. Donc on raccroche par rapport à ça.

C : Ok, lui il gère ça et tous les enseignants participent avec leur classe...

E2 : Voilà, on fait des actions où on a fait un diagnostic sur l'école...Là cette année c'est sur la biodiversité. Donc on a fait un diagnostic donc c'est les élèves qui ont essayé de voir ceux dont on avait besoin et on a un espace nature dans l'école qu'on aimerait bien bah voilà faire biodiversité et donc on a cherché comment on pourrait faire là on a un animateur d'une association qui nous aide, qui nous a dit ce qu'il fallait qu'on fasse pour voilà et on avait dû faire un...des plantes, des animaux donc nous dans notre niveau on s'est interrogé sur les insectes...chaque classe construit des choses pour cet espace et puis on va travailler sur le potager...

C : C'est une école de combien d'élèves ?

E2 : Entre 120 et 125.

C : Pour toi quelle serait la formation idéale ?

E2 : En sciences ? Et bah vraiment la didactique ! on n'a pas suffisamment eu des cours de didactique mais voilà nous dire voilà comment ...moi les séances où je suis allée c'était parce que je les ai vu quand je les ai préparés ici (espe) ou quand je travaillais avec quelqu'un qui était plus à l'aise mais vraiment voilà...de la formation de la didactique.

C : De la formation de didactique ou sur comment enseigner un certain nombre des thématiques ? Par exemple, le cycle de l'eau...tu aimerais savoir comment enseigner ça en tant que professeur des écoles ou avant ?

E2 : Eh bah même avant mais on n'a pas le temps avant d'être formé là-dessus ! Mais après j'aimerais bien qu'on soit formé peut-être pas sur le cycle de l'eau mais plus sur la démarche d'investigation mais plus poussé. On a un petit peu de formation initiale mais on n'est pas assez dans la classe au début pour se rendre compte...

C : Tu t'appuies sur une programmation générale ?

E2 : Moi je fais ma programmation au début de l'année parce que j'ai une collègue en CP-CE1 et on essaie d'avoir les mêmes pour qu'à la fin tous les CP aient vu les mêmes choses. On essaie de se mettre d'accord là-dessus. Mais après on est assez libres.

C : Est-ce que tu as mis en place une programmation adaptée aux élèves ? Ou sinon tu travailles par rapport aux questions posés par les élèves ? Ou par exemple si un élève te dit hier j'ai rêvé que...

E2 : Non, justement non,(...) c'est la programmation du début de l'année. Mais ça arrive aussi que je change parce que je suis partie sur un autre projet, sur une autre idée. Mais normalement on fait sur l'année on va travailler sur ça ça ça mais c'est pas, on rebondit pas sur...(ce que les élèves raconte tous les jours)

C : Comment tu fais pour évaluer les élèves ?

E2 : En dehors des sciences ou...?

C : En général ou en sciences, c'est comme tu veux.

E2 : Tout le temps. Mais pour savoir où ils sont et pour savoir moi ce que je dois leur apporter mais je n'ai pas des notes ou...je regarde, pour moi c'est un outil enfaite. Je regarde où ils en sont ou...

C : Tu as un cahier où tu notes ça ? Comment tu fais ?

E2 : Oui, j'ai des tableaux où je note avec les noms des élèves et après il n'y a rien et c'est moi qui écris soit en fonction des critères (...) en sciences par exemple je vais prendre les critères sur les plantations. Sur les conditions celui qui va me dire, qui a déjà les bonnes conditions, qui a compris, qui sait ce qu'il va se passer...s'il y a un qui dit autre chose, mais je vais aussi noter est-ce que cet enfant-là a basculé est-ce qu'il a changé ou alors est-ce que c'est resté tel qu'elle, en sport ça peut être très spécifique aussi c'est-à-dire les critères de réussite c'est ça ça est-ce qu'il est déjà là où pas ? (...)

C : Donc c'est toi qui établis les critères. Comment tu as pensé à ce système ?

E2 : En lisant pour les critères je cherche au savoir... au niveau du savoir mais ça c'est quelque chose qui manque beaucoup quand on début. Je vois avec mes stagiaires on est dans l'activité et pas... on ne pense pas au savoir on fait faire mais on ne pense pas au savoir qui est derrière et en sciences c'est beaucoup comme ça aussi. On ne pense pas au savoir qui est derrière...

C : Oui... qu'est-ce qu'on va enseigner, pourquoi on va l'enseigner, qu'est-ce qu'on cherche à...

E2 : Voilà c'est tout ça... Mais ça je me rends compte au fur et à mesure enfaite.

C : Par exemple quand tu vas enseigner l'électricité l'élève que tu as dans ta classe avec de troubles, l'élève qui est au CP et l'élève qui a 5 ans vont faire exactement la même chose ou tu vas avoir une pédagogie adaptée aux différents niveaux ? Comment tu vas...

E2 : En sciences ? (elle rigole) Dans les autres je vais adapter là où ils en sont on va continuer... en sciences je travaille avec tout le monde...ehh ça dépend de ce que je veux...si je veux...ils vont travailler en groupe ou par deux je vais essayer de mettre ensemble deux élèves qui sont différents pour essayer de faire émerger plus des choses mais si j'ai un groupe d'élèves qui ne comprend pas quelque chose qui a besoin, je vais prendre ce groupe là et les autres vont aller plus loin sur autre chose mais ça va être spécifique ça dépend enfaite de ce que je veux et de ce que je veux voir aussi parce qu'on sait pas toujours ce qui va ressortir chez les élèves.

C : C'est toi qui formes les groupes ? Ou tu dis faites des groupes de 4 personnes ?

E2 : C'est toujours moi qui...parce que pour être sûre que...au début je vais faire des groupes pour qu'il ne soit pas conflictuel et puis après ça dépend de ce que je veux. Si je veux justement un qui est plus à l'aise ou si c'est de l'écrit je vais mettre un CP avec un de GS mais des fois ça peut être des GS qui portent les CP fin...

C : Tu as plus des garçons ou plus des filles dans la classe ?

E2 : Egalité.

C : Est-ce que tu notes une différence entre les garçons et les filles par rapport aux sciences ou pas ?

E2 : Comme ça non. A cet âge-là non. (...) (il y a un espace des sciences dans la classe,

Explications et précisions sur le projet et quelle est ma place dans ce groupe.)

C : Est-ce que tu as des questions ?

E2 : Moi ça me paraît claire, très intéressant, moi et justement je trouve que cette formation comme ça c'est très très fin c'est même plus riche qu'un power point parce que dans le power point est-ce qu'on est vraiment impliqué ? que là c'est vraiment ça on essaie on cherche...moi c'est bon !

Fin de l'entretien (1h24)



## Entretien avec l'enseignant E3 et E4

E3 : Donc il y a trois classes. Voilà moi c'est donc E3

C : oui

E3 : Donc on a petit, moyen, grand. Delphine, Florence et Anne, trois maîtresses et donc dans chaque classe on a quatre petites sections, quatre petits, huit moyens et treize ou quatorze grands.

C : ok

E3 : Donc en tout ils sont quarante et un grands sections et en fait le matin donc chacun a ses petits moyens grand et l'après-midi on décroissent, donc les grands sont mélangés ensemble là donc deux classes avec Anne et Florence et moi j'ai les moyens ici, comme les petits dorment. Là c'est juste les grands cet après-midi on mélange pas les classes parce qu'on est allé à la ferme la semaine dernière pour deux jours chacune : deux jours, deux jours et deux jours donc là on reste dans nos classes pour reparler

C : travailler

E3 : oui voilà sur ça, mais pour cet après-midi est-ce que vous restez un peu au début d'après-midi pour rencontrer, pour présenter et puis voilà donc dans ce cas-là il y aura des grands dans chaque classe. Mais on peut aussi si vous voulez ici rencontrer parce qu'il y a une classe disponible avec des maîtres de petits qui est là...

C : Ah il y a aussi...

E3 : Il y a une classe de tout petits petits avec...

C : des bébés

E3 : voilà des plus petits, c'est ça

C : ok

E3 : et donc vous pouvez... oui ! Ah non, et donc vous pouvez prendre peut-être groupe pour présenter et vous le prenez par classe, on peut faire dans une classe à côté et si vous voulez le prendre un quart d'heure chacun, ça peut être bien pour expliquer... est-ce que tu... Florence ? Ah oui ?

E4 : Danae ? Bonjour !

(Elle se prépare)

C : Moi j'aimerais bien demander pourquoi vous avez choisi de mélanger les élèves et pas de faire quelqu'un seulement la grande section quelqu'un seulement la moyenne quelqu'un seulement la petite.

E3 : Alors c'est... alors ça dépend aussi de nos effectifs et on pense que c'est mieux pour nos enfants enfin de faire un multi-âge.

C : ok

E3 : parce que les petits apprennent avec les grands, et les grands sont un peu tuteurs et les grands apprennent aussi à expliquer, ils apprennent des choses avec les plus petits et c'est... pour le climat de classe dans les apprentissages on trouve que c'est mieux.

C : d'accord c'est la première fois que je vois ça c'est pour ça que je demandais 3 ans et 6 ans ça fait une différence quand même.

E3 : et ça fonctionne ça fonctionne vraiment bien

C : c'est juste qu'en Grèce le système c'est complètement différent, d'abord les professeurs des écoles ne peuvent pas faire une année en CP une année en maternelle...

E3 : d'accord c'est...

C : soit spécialisé à l'école maternelle, soit spécialisé en élémentaire...

E3 : Ah d'accord... ils ne mélangent pas...

C : et l'école maternelle pour nous c'est de 5 ans à 6 ans. Et avant c'est la prématernelle et avant ça c'est la crèche. (...) D'abord Je vous explique un peu le projet et... Je suis aussi professeur des écoles spécialisée à la maternelle. Oui, et maintenant je fais mes études ici en France et ce qui m'intéresse c'est la didactique des sciences c'est-à-dire comment on peut apprendre les sciences aux enfants. Parce que je trouve qu'on est plutôt axé vers les langues peut-être parce que c'est plus important pour les élèves le langage... parce que peut-être le programme en France dit qu'il faut travailler plus sur le français... c'est... vous allez me parler de ce programme et donc dans le cadre de mon master j'avais travaillé sur la lumière et les ombres avec un enseignant de l'école primaire et moi je l'avais... je lui avais proposé un enseignement, lui il l'avait fait, mais il avait changé un peu le...

E4 : le dispositif...

C : oui donc après je pensais que pour ma thèse j'aimerais bien travailler avec les enseignants et que les enseignants proposent des choses, pas moi en tant que chercheur... pour voir comment le dispositif va marcher si ce sont que les enseignants qui proposent et pas... parce que vous avez de pratiques vous-même vous avez vos coutumes tout ça... je pensais que ça va être plus riche aussi d'avoir vos idées et l'idée c'est un groupe de 5 enseignants, 6 enseignant qui va travailler à l'ESPE avec aussi un professeur de science qui va nous aider sur le côté modèle savant des science et pour construire une séquence d'enseignement sur la lumière et les ombres. La mettre en place une fois, filmer et après nous le groupe pas moi on va avoir la vidéo, on va analyser, on va voir s'il faut changer quelque chose ou pas donc on va améliorer entre guillemets et l'année prochaine on va avoir le produit final de la séquence et l'idée c'est de pouvoir prendre cette séquence et qu'un enseignant en Grèce ou en France ou ailleurs puisse faire la même chose et avoir le même résultat. Vous travaillez sur les sciences en général ?

E4 : Un petit peu on a essayé de faire des projets de cette année on a fait l'électricité, donc on a commencé et les autres années de fois on a travaillé sur l'eau : flotte-coule par exemple là on a fait les aimants... oui donc voilà mais c'est... on a des phases mais c'est avec des élevages...ou les plantes aussi...

C : et vous faites à chaque fois toutes ensemble ?

E3 : Oui.

C : Vous vous réunissez vous dites la prochaine période on va faire...

E3 : Oui, voilà c'est ça...

C : les animaux ou je ne sais pas, et après vous faites exactement la même séquence...

E3 : Alors si c'est en grande section c'est l'après-midi donc y a 2 groupes avec Florence et la moyenne section c'est avec moi l'après-midi.

C : OK

E3 : mais si on fait des sciences...pas d'électricité cette année mais des fois on fait la même chose entre les moyens et grands sauf qu'on adapte... parce qu'on fait pas le matin quand il y a des petits moyens grands c'est plus compliqué de faire avec tous les niveaux donc on fait l'après-midi

C : donc pendant le matin vous faites...

E3 : alors c'est le matin c'est des autres ateliers mais pas d'expérimentation, pas des sciences vraiment ou on fait par plus petit groupe

C : okay

E4 : ils s'inscrivent, ils choisissent ses ateliers...

C : ah oui

E4 : le matin ils voient dans le tableau ils s'inscrivent là où ils ont envie d'aller

C : d'accord, ils savent que les triangles c'est... dessiner

E4 : Ouais ils savent que...

C : et après vous dites vingt minutes...

E3 : Oui ça dépend des ateliers ça dure à peu près 30 minutes en tout et puis quand ils ont terminé ils vont jouer et ils font... un autre atelier... ça tourne... de fois ils peuvent faire 2 fois le même aussi s'ils ont envie de refaire certains font deux fois deux et voilà ça fonctionne

E4 : Et le fait d'avoir aussi les 3 niveaux bah ça permet d'adapter par exemple il y a des petits qui se débrouillent bien, ils vont faire le travail qui est un peu plus de moyens et des moyens qui vont avoir plus de mal à faire quelque chose ça pouvait être adapté par rapport aux petits en fait le multi-niveaux ça permet en fait aux enfants de travailler avec leur rythme, leur niveau voilà c'est pas un peu en fonction de l'âge qu'ils ont fait ils peuvent parce que certains

E3 : sont plus forts en graphisme ils peuvent très bien se débrouiller et en numération mathématiques c'est moins bien donc on s'adapte ils vont là où ils sont tous... ils sont plus à l'aise on propose... dans chaque atelier il y a un grade en fait il y a plusieurs niveaux de ...

C : Quand vous les laissez seuls vous observez que les petits sont plutôt avec les petits ou quelqu'un de trois ans c'est avec quelqu'un de cinq ans

E4 : non c'est tout mélangé... et c'est ça qui est intéressant parce que les petits et les grands peuvent s'aider un peu et...

E3 : réexpliquer aussi ! ils font pas à la place mais ils redisent là où ils peuvent accompagner

C : c'est un peu dans l'idée de Montessori...

E3 : voilà

C : et par exemple comme... C'était... quelle était la dernière thématique de sciences que vous avez...

E3 : l'électricité

C : vous aviez commencé... quand ?

E4 : euh... en vacances bah aux dernières vacances... après mars...

C : Ok... et... comment vous avez fait pour organiser vos séances ?

E4 : Donc, on avait du matériel donc on a proposé plusieurs petits défis en fait, donc il avait d'abord le premier défi il fallait allumer une lampe près de la pile, ensuite une lampe loin de la pile ensuite on a observé les objets qui permettaient de conduire le courant, voilà conducteur ou pas et à chaque fois on essaie qui dessinent... ils doivent dessiner l'expérience aussi qui...

C : après

E4 : voilà après, on n'a pas fait de recueil de représentations initiales mais

E3 : quelques fois on peut le faire mais on n'a pas fait là sur l'électricité qu'ils ne connaissaient pas... et le matériel, vous l'aviez trouvé...

E4 : On a acheté une mallette... il n'y avait pas grand-chose... et là on avait acheté une mallette avec des lampes, des piles, de fils, des interrupteurs... voilà

C : d'accord. Et pour construire cette séquence vous avez cherché sur des livres, sur Internet...

E4 : oui sur internet

E3 : Nous avons fait avant avec

E4 : des élémentaires... et puis petit à petit... on fait à notre sauce et le fait de faire aussi à plusieurs et d'avoir plusieurs groupes ça permet d'améliorer, soit en premier groupe donc voilà on tâtonne un peu et puis pendant la semaine on améliore.

C : Et pour l'électricité vous aviez dessiné combien de séances ?

E4 : là on a fait 3, mais là on a fait une pause avec la ferme

E3 : La ferme c'est-ce que je disais quand on est parti deux nuits donc là on est en pause ça va reprendre après les vacances

E4 : et l'idée c'était de fabriquer un petit jeu en fait avec des questions-réponses sur ce qu'on a vu... On s'est pas si on aura le temps... j'espère... ça serait bien...

C : oui... alors je vais voir qu'est-ce que j'avais pensée... alors... Qu'est-ce que vous pensez de l'enseignement des sciences à l'école maternelle ? ça vous paraît un peu... logique ?

E3 : Oui, si, si... c'est bien c'est très bien, c'est une très bonne question

E4 : se questionner

E3 : expérimenter... essayer... sur une situation de recherche

E4 : dessiner ce qu'ils ont fait aussi c'est intéressant, dessiner le réel en fait, c'est pas si simple pour les enfants

C : Vous avez observé une différence entre les filles et les garçons quand vous faites travailler sur...

E3 : Non, on n'a pas forcément pensé... on sait pas quand...

E4 : ils étaient tous, ils sont tous motivés tous très impliqués

E3 : ouais, ça les intéresse bien de manipuler... de...

C : après d'habitude normalement ils sont tous intéressés parce qu'ils sont curieux et après on a la tendance à l'école de tuer cette curiosité après l'école primaire, au collège ça commence à...

E4 : ouais le collège c'est dur, tu proposes un truc au lieu de commencer par : oui ! ils commencent tous par : non ! même si après ça leur plaît, c'est ça... ça m'avait frappé.

C : Et qu'est-ce que vous pensez par rapport au programme scolaire en France et les sciences ?

E3 : C'est pas du tout détaillé, non... il y avait des choses qu'on a travaillé et...il n'y a pas des choses sur l'électricité...on fait quand même parce que c'est important mais...

C : vous trouvez que c'est un peu général, est-ce que dans le programme ils demandent des points précis... ?

E4 : Ils parlent de... par exemple travailler sur le cycle de vie des plantes...

C : Donc ils donnent quelques idées...

E4 : Voilà les besoins des animaux et des végétaux quoi, par exemple...

E3 : ils parlent de découvrir le monde, explorer la matière utilisée, fabriquer, manipuler des objets quand même (*elle lit le programme*)

C : c'est un peu général

E3 : utiliser les outils numériques et après...les attendus à reconnaître les principales étapes du développement d'un animal ou d'un végétal, dans une situation d'observation du réel ou sur les images. Connaître les besoins essentiels de quelques animaux et végétaux. Situer, nommer les différentes parties du corps humain sur soi ou sur une représentation. Connaître et mettre en œuvre quelques règles d'hygiène corporelle, voilà, mais sinon c'est choisir, utiliser, savoir, désigner des outils et des matériaux adaptés à une situation avec des actions techniques : plier, couper, coller, assembler, actionner...c'est pas détaillé... réaliser des constructions, en fonction d'un plan, avec des maquettes...autrement c'est utiliser des objets numériques appareil photo, tablette, ordinateur...

C : et ça c'est pour tous ?

E3 : ça c'est maternelle, c'est les sciences à la maternelle. C'est vraiment...

C : couper tout ça c'est...

E4 : explorer le monde en fait, ils appellent ça...

E3 : c'est explorer le monde du vivant des objets, de la matière mais c'est pas détaillé du tout, quand on a voulu faire justement sur l'électricité on savait pas...dans quelle compétence...

C : Ok, sinon votre parcours de chacune... c'est... vous aviez par exemple... on peut commencer par le baccalauréat.

E3 : oui mais c'est scientifique bac S et j'ai une licence de biologie. Et après, c'est l'IUFM c'est l'ESPE, c'est le concours...

C : donc vous avez fait la licence et après directement sans rien faire par rapport à la biologie

E3 : voilà

C : sans travailler sur autre chose...

E3 : nous directement... IUFM pour préparer le concours

C : et pourquoi vous aviez décidé de faire prof...

E3 : professeur des écoles ? ou la licence de biologie ?

C : non non, professeur des écoles

E3 : bah si mes parents étaient professeurs des écoles et ça me plaisait bien donc je sais pas... c'est... les enfants...

C : pourquoi vous aviez choisi de passer par la biologie pour...

E3 : parce que j'aimais bien...ce que j'avais aimé à l'école, c'est ce que je préférais...SVT des sciences, les math...

C : et dans votre carrière vous aviez fait plutôt primaire ?

E3 : plutôt maternelle

C : ok

E3 : j'ai fait 2 ans en élémentaire et sinon 15 ou 16 ans voilà maternelle.

C : et c'était votre choix ?

E3 : oui oui, c'est un choix la maternelle

C : pourquoi ?

E3 : moi j'aime bien les plus petits, on est assez libre dans ce qu'on fait... on va travailler des compétences mais on a beaucoup de liberté à l'intérieur.

C : à l'élémentaire c'est différent ?

E3 : c'est plus scolaire un peu et on est moins libre quand même... en maternelle on fait jamais la même chose en fait, on peut changer donc on s'ennuie pas quoi...moi j'aime bien voir l'évolution enfin sur les petits... on voit vraiment et moi j'aime bien...

C : et après vous pouvez les rencontrer aussi parce que le primaire est juste à côté

E3 : c'est ça ... c'est la même école et puis les grands viennent parfois le mercredi matin ils viennent faire des ateliers avec nous le CM, faire la cuisine, faire des jeux de société avec nos élèves et on fait un spectacle aussi en mélangeant les classes des grands des petits... C'est une école où tous se mélangent... (...)

E4 : Moi j'ai fait un bac littéraire et après j'ai fait la licence : maîtrise de lettres modernes.

C : OK

E4 : et après j'ai passé un concours et moi aussi c'était dans le but d'être professeur des écoles depuis toujours que je voulais faire ça...

C : vous aussi vous étiez toujours plutôt dans la maternelle ou...

E4 : Oui moi j'ai fait un peu des deux mais principalement quand même maternelle...ça fait longtemps qu'on est en maternelle ici. Ça fait depuis 8 ans qu'on est ensemble...Mais c'est au début je ne savais pas trop ce que j'avais préféré pas contre...c'est après avoir essayé plusieurs classes que j'ai vraiment préféré la maternelle

C : c'est aussi un avantage, après on peut tout faire...

E4 : j'avais fait 3 ans en élémentaire et un moment il m'a dit vous allez en maternelle et là ...je voulais pas changer et en fait ça va ...non après je voulais plus partir en fait

E3 : quand on débute en fait moi j'ai fait pas mal de remplacements ... ça permet de faire plein de niveaux des écoles différentes et puis voir aussi ce qu'on peut faire quoi

C : et vous avez toujours travaillé sur Rennes sur...

E4 : oui... moi j'ai travaillé aussi à Paris 2 ans

C : ok, c'était difficile à Paris ?

E4 : ça va alors moi en fait quand j'ai travaillé à Paris j'étais pas dans une place j'ai travaillé dans des établissements spécialisés en fait, avec des gens handicapés moteur, des gens avec de troubles un peu... depuis la naissance... donc voilà j'ai travaillé avec des ergothérapeutes, des éducateurs en internat .

C : vous avez plus de filles, plus de garçons ou c'est...

E3 : c'est moitié moitié. C'est mixte... en collègue ou un élève ?

C : En élève. En collègue je crois c'est plutôt les femmes

E3 : on a quelques hommes ! on a trois hommes ici à l'école

C : Ah oui c'est rare

E3 : sinon quand on fait des répartitions on essaye de faire moitié fille moitié garçon et c'est toujours un peu près... moi j'ai 25 il y a 13 garçons et 12 filles

E4 : moi j'ai un peu plus de filles... on essaie mais de fois c'est pas facile, en plus nous avec le triple niveau il y a d'autres facteurs qui rentrent en jeu mais on essaie de faire attention.

C : et en général dans toute l'école primaire est-ce qu'il y a des projets qui... ?

E3 : communs à tout le monde ?

C : ou seulement en maternelle ? Pas seulement sciences ça peut être sur les langues avec des autres écoles...

E4 : on a des spectacles de fin d'année, si ! il y a des lectures aussi, il y a de défis on a un programme... ça c'est plutôt au CP CM1 CM2... les grands parfois peuvent venir lire des histoires aussi dans les classes... ouais... des choses comme ça, ça dépend un peu de projet de l'année en fait,

E3 : pour le pommier là c'était tout...la cérémonie c'était toute l'école toute l'école... toute l'école vraiment...

C : mais c'était la maternelle qui avait...

E3 : bah c'était tout le monde enfin on a eu... tous les enfants étaient dans la cour au moment où on a planté le pommier. Sinon il y a le conseil d'élèves qui a 2 délégués par classe et donc on se réunit tous les deux trois mois donc c'est toute l'école sauf les petits.

C : ok

E3 : donc c'est l'après-midi donc nous en maternelle c'est pas toujours les 2 même, ça change parce que les enfants découvrent, autrement en élémentaire c'est tout le temps les 2 mêmes délégués toute l'année. Il y a des élections... et donc ça permet de parler des problèmes, des problèmes de ce qui se passe bien à l'école en fait, qu'est-ce qu'ils veulent améliorer... ce qui est bien... ce qui est moins bien... de proposer des idées... si le médiateur/médiatrice a mis le message clair qui sait comment se passent les projets comme ça sur la citoyenneté qui sont en commun à tous sur le vivre ensemble

C : Ça c'est aussi intéressant parce que c'est important...

E4 : je cherche si on a des projets...mais non...pas en sciences.

E3 : je suis en train de penser pour le spectacle...si on fait lumière et ombres on peut exploiter ça.

E4 : j'ai fait une année avec les ombres un dragon avec les ombres chinoises avec ma classe de maternelle et une classe de CM1 CM2

C : ça c'est aussi intéressant parce qu'ils peuvent s'exprimer avec le corps, pas seulement la langue...

E4 : on avait un grand drap et ils passaient derrière c'était chouette

C : ils peuvent aussi faire des histoires derrière...

E4 : oui c'est ça raconter, oui c'était ça...

C : vous aviez une formation sur les sciences... en générale vous avez des formations de temps en temps ou...

E4 : en science non, c'est rarement proposé ! En maternelle... dans notre formation au départ on a eu quelques TP quoi je me souviens même plus trop aussi mais... pour passer le concours quoi...même après

C : et après vous n'avez eu...

E3 : non...

C : les formations que vous faites de temps en temps sont sur quel sujet d'habitude ?

E4 : le langage...les programmes...

E3 : hier on a eu les mathématiques mais on a fait des choses qu'on avait déjà vu en animation pédagogique...hier on n'a rien appris par exemple

C : ah oui

E3 : c'était à l'ESPE, on a eu 3h et on n'a vraiment rien appris, sur le graphisme aussi on avait eu une année et c'était bien... mais là on n'a pas grand-chose en fait... là on est très mécontentes de nos... on a 27h par an et pour l'instant je crois que c'est la pire année de formation

C : Ah oui...

E3 : à chaque fois qu'on sort... on n'a rien appris on sait pas si on a envie de revenir mais on veut mettre des choses en place dans nos classes mais on a rien, non non... c'est pas satisfaisant franchement...

C : est-ce qu'il y a d'organisation sur la maternelle au niveau politique...où tous les professeurs des écoles de la maternelle peuvent demander des choses, des changements dans le programme... ou non ça c'est tout

E3 : voilà alors nous on est assez libre quand même en maternelle on fait un peu... on nous donne des objectifs et après nous devons choisir... on a 5 feuilles voilà avec des compétences donc ça c'est un...tout c'est plus scientifique. Non non non tout ce qui est un petit peu les arts, on a ... et après à nous de choisir comment y parvient.

C : comment vous s'imaginer la formation idéale pour les professeurs des écoles.

E4 : alors, une immersion.

E3 : Oui déjà on voudrait aller dans les classes voir... Des autres voir... c'est ce qu'on a demandé et moi je pense qu'une formation idéale ce serait quelque chose... on va par exemple quelque part on monte des séquences et puis on rentre tester dans nos classes ! donc qu'on a du temps pour réfléchir à des vraies séquences qu'on va pouvoir mettre en place dans nos classes et qu'on va pouvoir analyser enfin pour moi ça serait une vraie formation quoi en sciences, en mathématique

E4 : Parce que là on fait 2 heures le soir 3 heures et c'est tout

E3 : en plus après l'école souvent on est plus trop vraiment disponible après la journée classe...

C : oui, c'est aussi qu'on est fatiguée...

E3 : voilà il est difficile d'être attentive

C : oui, ça demande plus d'énergie d'être avec...

E3 : moi je pense que... c'est vrai de pouvoir par exemple réfléchir à une séquence sur un truc précis de le mettre en place dans notre classe et de pouvoir après faire des allers-retours ce serait l'idéal en fait.



E4 : mais en fait ils proposent pas de formation sur le long terme et on n'est pas remplacé pour partir deux semaines ou trois semaines... (*discussion sur la mixité sociale*)

### **Annexe n° 3 : Réunion du groupe**

C : L'objectif au début c'était de faire la séquence d'enseignement, maintenant, le mois de mai et la refaire l'année prochaine pour voir quelle était l'évolution, corriger nous-même, etc. et avoir des élèves différents parce que si on fait deux fois la même chose pendant l'année nous allons avoir les mêmes élèves donc on ne peut pas comparer. On est un peu à la dernière minute donc vous allez me dire si c'est

possible pour vous de faire la séquence au moins dans une ou deux classes cette année. Par exemple libérer une semaine et faire que ça. Si c'est possible pour vous par exemple la dernière semaine de juin...je ne sais pas.

E2 : Après le 24.

E3 : Oui après le 24 juin nous ça sera possible.

...

C : Est-ce que vous avez eu le temps de jeter juste un coup d'œil sur (les articles envoyés) ...

E3 : Oui.

E1 : Oui.

C : Parce que nous allons travailler avec un outil qui s'appelle modèle précurseur. En gros c'est un modèle qui est entre les représentations des élèves et le modèle scientifique. Ce qui est important au début c'est de comprendre quel est le modèle scientifique pour la lumière et la formation des ombres et je vais laisser Muriel nous parler par rapport à ça parce que tu aussi une réunion après...

I : Oui moi j'ai une réunion à 16h30.

C : Oui on peut commencer par ça, tu as fait une licence en physique.

I : Oui j'avais fait une licence de physique... maintenant voilà c'est...

C : J'avais dit à tout le monde qu'on va travailler avec la maternelle grande section et Muriel est ici plutôt comme spécialiste en physique.

I : Ressources... éventuellement après moi je n'ai pas préparé quelque chose de... je suis juste retournée regarder un petit peu sur la main à la pâte et sur différents sites en fait les choses sur lesquelles ils attirent l'attention quand on travaille sur ombre et lumière en fait. Mais vous avez sûrement fait vous avez sûrement déjà des bases ou des idées je sais pas ou des questions fin peut être nous pouvons démarrer de ces questions-là.

E2 : Je n'ai jamais fait ombres et lumières en classe.

E4 : Moi non plus.

E3 : Non.

E1 : *Son qui signifie moi non plus.*

...

C : Oui mais de toute façon ce qui nous intéresse maintenant ce n'est pas comment enseigner la lumière mais surtout quand on parle de la lumière nous en tant qu'adultes... c'est quoi la lumière ou qu'est-ce qu'il faut pour former une ombre ?

I : Moi ce que j'ai vu, j'ai pris deux trois notes par rapport aux écueils, aux problèmes que ça peut poser aux élèves et aux idées préalables qu'ils vont avoir et aux écueils à éviter quand on enseigne en fait si tu veux on peut relister ça. En gros, ce qu'il rappelle pour nous les enseignants quand on enseigne les une source de lumière c'est un corps qui va émettre et projeter sa lumière en fait et donc il a les sources primaires tous ceux qui va produire comme le soleil, les flammes, les écrans d'ordinateur, les écrans de téléphone, les vers luisants c'est vraiment et puis on a tous ceux qu'on appelle les objets diffusants comme la lune on voit la lumière mais ce n'est pas un objet qui produit sa propre lumière en fait ça va capter la lumière d'autre chose et ça va la rediffuser en fait donc qui renvoi la lumière. Donc ce qui est important est nous d'avoir ça en tête pour justement repérer s'il y a déjà des idées par rapport à ça, disons

pas donner des fausses idées et utiliser le vocabulaire à côté pour dire par exemple que la lune c'est une source de lumière et des choses comme ça. Après, par rapport à ombre et lumière dans ce que j'ai trouvé aussi pour les enseignants c'est le problème de vocabulaire que ça peut poser quand on va enseigner quand on va travailler autour d'ombre et lumière donc au niveau vocabulaire les enfants ont souvent l'impression que lumière c'est forcément l'éclairage j'allume c'est la lumière lors que c'est plus large que ça puisqu'il y a la lumière partout ce pas juste un moment où on allume on éteint. Deuxième grosse difficulté fin problème qu'on va rencontrer au niveau vocabulaire c'est par rapport au mot « ombre ». L'ombre en fait d'un point de vue scientifique ce qu'on appelle nous dans le langage courant l'ombre en fait c'est plutôt ce qu'on appellera en sciences l'ombre portée c'est à dire que quand on va dessiner son ombre dans la cour de récréation par exemple en fait c'est l'ombre portée en cycle 1 je pense pas qu'on va utiliser ce langage là mais c'est bien savoir qu'au niveau scientifique on fait la différence de l'espace entre l'objet en fait et le sol par exemple c'est l'ombre en fait c'est pas seulement ça l'ombre après voilà avec le cycle 1 on n'a pas cette exigence au niveau vocabulaire mais c'est important pour nous savoir que ce qu'on va construire, c'est ce que les élèves construiront après dans leur parcours voilà on ira vers ça. Au niveau des idées préalables qu'ils vont avoir les enfants en fait ce qui peut poser de problème j'ai listé ce que j'ai trouvé quatre grands problèmes on va dire. C'est qu'ils ont pas d'idée de la propagation de la lumière en fait. Ils pensent que justement voilà il y a la lumière voilà ça s'allume ça s'éteint... le fait que ça se propage ils n'ont pas tellement d'idée. Le cahier pédagogique qu'ils ont envoyé là on retrouve ce problème là quand on met le bâton et on demande aux enfants qu'est-ce qu'il y a entre le bâton et est-ce qu'on peut essayer de faire l'ombre du même côté que la source lumineuse en fait bah comme ils ont pas cette idée de propagation de la lumière en fait ça peut poser une vraie difficulté pour les élèves. Donc ça c'est une première idée et dans les idées préalables des élèves souvent ils ne conçoivent pas qu'un objet peut renvoyer la lumière vers nos yeux en fait. C'est-à-dire que là on est baigné de lumière mais fin tous les objets renvoient la lumière en fait c'est pour ça qu'on les voit.

C : Ça c'est un vrai problème de confondre l'optique, c'est à dire comment nous on voit et la lumière. Il faut faire attention à ça. Comment on va construire l'activité.

I : Pour pas enfermer dans des mauvais modèles en fait, qu'ils vont leur faire obstacle après, sachant qu'on ne va pas rentrer dans ce détail là avec eux mais c'est avoir toute cette attention-là dans ce qu'on va dire faire attention pas leur faire partir sous une fausse idée. C'est vraiment ça en fait. Donc ils pensent qu'il y a juste la lampe, le soleil par exemple mais le fait qu'il y a la lumière partout ça c'est...

C : Ça c'est un obstacle.

I : C'est un vrai obstacle.

E3 : C'est un peu comme l'air.

I : C'est exactement ça.

C : Ça c'est une belle comparaison... de dire que la lumière c'est comme l'air peut être que s'ils comprennent l'air ils peuvent comprendre...

I : Alors une autre difficulté qu'on peut trouver aussi c'est par rapport à la vision des objets et ça même après en fait on va trouver cet obstacle là où souvent on va avoir des schémas dans des livres où on a le rayon lumineux et puis on a l'obstacle et puis on a l'ombre et c'est comme si l'observateur était extérieur en fait on va voir la lumière de côté en fait ? Ça va avec le problème d'avant comme on est baigné dedans l'œil capte la lumière partout et c'est pas juste on n'est pas observateur d'un rayon comme ça en fait. Et ça du coup ça génère des schémas en fait qui après les bloquent.

E2 : Comme le rayon du soleil en fait.

I : C'est rectiligne mais c'est une source qui est tellement grande du coup les rayons sont partout est et ça c'est une difficulté après dans leur construction fin du modèle scientifique en fait. Une dernière difficulté ça je crois que je l'ai vu dans l'article que tu nous as envoyé c'est que souvent ils pensent que

l'ombre elle est propriétaire d'un objet matériel en fait c'est-à-dire qu'ils ne se rendent pas compte du rôle de la lumière pour faire l'ombre ils prennent l'ombre comme un objet pas associé à l'obstacle et la source de lumière en fait...

C : Ils pensent que c'est plutôt un objet l'ombre et pas un phénomène physique.

I : Et pas un phénomène physique et ils ne l'associent pas à l'obstacle et à la source de lumière donc le fait par exemple quand on tourne l'ombre vers la source ou quand on bouge l'ombre va pouvoir avoir une forme différente, une taille différente du coup c'est un vrai obstacle puisque comme ils le voient entière séparément fin comme un objet c'est difficile de comprendre justement ce qui agit sur l'ombre pour la faire changer voilà. Donc ça c'est les quatre grands problèmes qu'on peut trouver les idées préalables des élèves et puis j'ai trouvé c'était dans le document 2002 là en enseignement des sciences de deux grands écueils à éviter quand on travaille sur l'ombre donc après on ne va pas en maternelle cycle 2 dans le détail mais ce qu'il faut avoir en tête c'est que souvent on donne comme définition de l'ombre que c'est une zone qui ne reçoit pas de lumière et en fait cette définition-là elle n'est pas assez précise si on regarde parce qu'elle ne tient pas compte de la source lumineuse en fait c'est-à-dire que l'ombre c'est vrai que c'est un endroit qui ne reçoit pas de la lumière mais il manque la référence à la source, c'est la source, l'obstacle et puis l'ombre qui est créé avec ce système-là en fait et souvent on ne prend pas le système en compte. Donc très important quand on parle de l'ombre toujours rapporter à la source.

C : Et toujours commencer par la lumière et pas juste enseigner les ombres. Il faut toujours commencer par la lumière parce qu'il y a des connaissances importantes et « obligatoires » entre guillemets pour pouvoir enseigner les ombres et le fait qu'il y a la source, un objet opaque pour projeter l'ombre.

I : Et donc dans les petits conseils qui donnait c'était d'utiliser d'abord des petites dimensions, après ça va dépendre de ce qu'on va faire pendant la séquence, il conseille plutôt des sources ponctuelles justement pour éviter tout ce qui est alors quand on a vraiment les ombres primaires il y a encore d'autres phénomènes comme il y a des rayons un peu partout on va avoir vraiment la zone d'ombre et puis la zone de pénombre autour ça complique un petit peu donc il conseille de commencer par utiliser des sources ponctuelles donc des lampes de poche, des petites choses, des ampoules voilà mais après en fonction avec les projets et d'ailleurs dans l'article Alain il utilisait des lampes de poche aussi.

C : Moi j'aimerais qu'on parte un peu de ce type d'activités socioconstructivistes avec la lampe poche et les objets et j'aimerais qu'on parte un peu plutôt sur des axes socioculturels et faire des activités qui sont plutôt centrées sur l'expression culturelle et artistique, le corps, faire quelque chose un peu différent.

E3 : Nous on avait fait avec l'ombre dans la journée. Ils traçaient leur... avec le soleil et on voyait que c'était pas la même fin la même trace justement on traçait à la craie entre le matin et l'après-midi. Ce n'est pas dans le même endroit.

C : Oui ça déjà ce n'est pas quelque chose classique.

E3 : C'est bien. Donc pour pouvoir structurer tout ça, il nous faut faire je crois deux séquences d'enseignement. Une séquence sur la lumière avec deux séances ça dépend deux séances, trois séances ça dépend on verra et une séquence sur la formation des ombres. Comme ça, ça va être bien...comme ça on va former nos objectifs, et chaque séance va avoir un objectif.

C : On va faire une fiche de préparation (...dialogue sur la fiche de préparation) pour chaque séance. Tout le monde fait pareil ?

E4 : En fait on fait plus quand on a d'expérience.

E2 : Ou on fait quand on maîtrise moins un sujet.

E4 : Voilà ! là on va le faire ! (Elles rigolent)

C : Une autre chose que j'aimerais faire pour introduire le sujet lumière ombres et ce projet aux élèves c'est de leur donner une motivation, un objectif. Pourquoi on va faire ça ? Par leur dire aujourd'hui on va travailler sur un projet qui s'appelle la lumière et les ombres. De les faire apprendre sans penser qu'ils apprennent. Ça pourrait être un jeu, ça pourrait être...

E3 : Avec un but à la fin en fait.

C : Oui.

E3 : Voilà.

E2 : Un petit théâtre.

E3 : Un petit spectacle.

C : Un petit spectacle d'ombres pour une raison, par exemple : on va filmer ça on va l'envoyer à ... Et on fera aussi une évaluation à la fin. Il faudra voir ça à la fin quand on aura ciblé quels sont nos obstacles et quels sont les objectifs de chaque séance séquence, etc. Faire une évaluation pour voir finalement si... ce n'est pas vraiment pour juger les enfants mais pour voir si ce scénario à bien marché ou pas, pour pouvoir l'améliorer l'année prochaine. Donc je propose de faire un google drive et de dire par exemple on a une semaine pour faire...

E3 : Pour penser.

E4 : Une fiche de préparation.

E2 : Du coup ça va être deux séquences.

E4 : Déjà t'as combien des objectifs par séance.

E3 : Une trame en fait et après...

E2 : Chacun peut partir.

E3 : Une trame et après nous on travaille sur nos fiches de préparation pour chaque séance et on les envoie.

C : Oui mais ça sera plutôt une fiche de préparation pour tous.

I : Oui on va travailler... Chacun rajoute des choses.

E4 : Très bien oui.

C : Comme ça peut être on pourra filmer la dernière semaine de juin. Les élèves seront un peu...

E4 : C'est possible.

E2 : C'est possible.

E3 : Tout est possible en fin d'année (Ils rigolent)

(...parler pour la fête de fin d'année)

E3 : Il faudrait qu'on définisse en fait la séquence quoi.

E4 : Les différentes séances.

E1 : On fait combien de séances déjà ?

C : Donc on va voir combien d'obstacle il y a...

E4 : Oui on leur demande et on écrit tous ce qui disent.

C : Dans la bibliographie on a déjà une idée de leurs problèmes.

E2 : Après pour la représentation initiale ce n'est pas... pour la plantation j'ai déjà une séance enfin sur la plantation ça va mais comment amener la question ou alors on leur montre une expérience et on leur demande...

C : Par rapport à la lumière ?

E2 : Oui pour avoir leurs représentations.

E4 : Qu'est-ce que c'est la lumière en fait on peut leur dire lumière et ombre, décrire avec des mots leur dire lumière qu'est-ce enfin voilà. Qu'est-ce que c'est pour vous la lumière ?

I : Et peut être qu'ils vont pas répondre aussi.

E4 : Les laisser dire et noter leur...

E3 : Après est-ce que c'est tôt fin ou est-ce qu'on leur montre le petit théâtre d'ombres ? Qu'est-ce qu'on leur demande d'abord ce que ça évoque pour eux la lumière, le mot lumière ?

E4 : Moi je pense qu'il faut faire ça en fait.

E3 : Moi j'aimerais bien leur montrer... moi j'ai des livres, j'ai théâtre d'ombres aussi ou on projette et donc peut être leur dire on pourrait faire la même chose mais nous avec notre corps. Je ne sais pas mais ça peut aussi leur donner beaucoup d'information dès le départ.

C : Oui et de toute façon on a dit qu'on ne va pas mélanger les ombres avec la lumière.

E2 : Oui là on part sur la lumière et quand on part sur les ombres faire le petit théâtre d'ombres.

C : Oui on voit plutôt pour la lumière on sait déjà qu'ils confondent la source lumineuse avec la lumière donc ça pourrait être une séance par rapport à ce sujet.

E3 : Nous on a fabriqué des... ils ont fabriqué des jeux en électricité là justement peut être partir de là et leur demander qu'est-ce qu'on a d'autre fin des sources lumineuses fin on peut chercher, c'est difficile comme ça de partir...

C : Après si on demande quelles sont les sources lumineuses c'est à dire qu'il faut qu'ils sachent le mot source lumineuse.

E3 : Non non non on dira pas forcément le mot mais dans le jeu je ne sais pas comment... mais...

C : Si on leur demande ça on les amène forcément penser que la source lumineuse c'est la lumière.

I : On veut pas ça.

C : Nous on veut éviter ça, c'est ça en fait le problème, le fait qu'ils pensent que la lumière c'est la source.

E2 : Je pense qu'on ne peut pas partir de ça, éteindre la lumière.

E3 : Oui mais même si on éteint on voit quand même, on n'est pas dans le noir. Il y a une autre source lumineuse que celle qu'on voit là, je ne sais pas comment expliquer.

C : Après quand on est dans le noir on ne voit rien. Là c'est l'absence de la lumière.

E3 : Moi je me dis qu'il faut quelque chose quand même un peu de concrète... on va faire une séance sur... (ils parlent tous ensemble)

I : Je ne sais pas peut-être partir de deux photos d'un même paysage, ou une photo contrariée sur l'ordinateur pour enlever la lumière justement. Parce qu'on est du coup sur la lumière naturelle et comparer ces photos et qu'est-ce qui change.

E3 : Ou se mettre dans le noir fin. On peut fermer les volets.

E4 : On peut laisser voilà sans lumière, juste la lumière de l'extérieure, fermer les volets, éteindre la lumière fin voilà différents... dans leur environnement qui connaissent bien essayer de...

I : Il faut aussi sortir aller dehors.

C : Ça sera une expérience donc là ce n'est pas une question sur les représentations initiales, là on les fait vivre quelque chose.

E4 : Je pense qu'au départ il faut leur dire pour vous qu'est-ce que c'est la lumière, tout simplement et noter toutes leurs idées et peut-être qu'ils vont nous parler de la lumière de l'extérieur, du soleil, des objets fin voilà on sait pas trop en fait je pense que là ça va nous donner des...

E3 : Et mais après il faut quand-même que pendant la séance là, la première séance ils y aient des choses à faire fin je sais pas.

C : Oui ça sera 5 minutes...

E3 : Ou alors démarrer avec un dessin et ensuite ils font leur dessin comme ça.

E4 : Mais ça peut être compliqué quand même je pense que quand même le fait d'avoir échangé avant ça va leur donner des idées parce qu'il y en a quelques-uns ils ont aucune idée.

C : Mais ça... il n'y a pas de problème, c'est les représentations initiales s'ils n'ont pas d'idée il n'y a pas de problème.

E3 : Mais ils vont en avoir en groupe c'est certain.

E2 : On leur faire d'abord dessiner quelque chose voilà on leur demande de dessiner la lumière d'abord et ensuite on récupère tous les dessins et là on leur demande là ça va faire un peu.

I : Oui mais par de l'oral eh...

E3 : Moi je pense qu'il va avoir une certaine difficulté fin... ils ne vont pas savoir je pense que si on leur dit de dessiner en gros la lumière et il y en a... ils ne vont pas savoir quoi dessiner on a travaillé l'électricité alors là...

E2 : Ils vont dessiner une ampoule.

I : Oui ce n'est pas un objet ils vont dessiner... Ou alors ils vont se rabattre sur des objets et peut être que notre question va influencer le fait que bah si on veut que je dessine la lumière je vais dessiner la lampe parce que c'est la seule chose que... je sais pas c'est la première chose avec que je pense.

E4 : Après peut être qu'il faut aller dans l'école je sais pas peut être dans des endroits où il y a de la lumière.

E1 : Dans la salle de motricité on baisse les volets qu'est-ce qu'il passe ? bah c'est le noir comment on peut faire la lumière, comment on peut se voir maintenant bah ils vont dire on allume la lumière on ouvre les volets, qu'ils sentent un peu aussi peut être que...

I : Qu'ils vivent le truc quoi.

E2 : Il n'y a pas qu'une seule solution, il n'y a pas que la lumière il y a aussi là on ouvre les volets comment ça se fait qu'est-ce qui fait que... la première fois on allume la lumière on va voir qu'il y a la lampe.

E3 : Il faudra leur demander de venir la nuit (ils rigolent)

I : Il faut avoir envie de revenir à l'école.

E3 : Surtout au mois de juin là.

### **27min46 I quitte la salle**

E1 : Ou alors chercher des objets dans une caisse noir. Comment on peut faire pour les trouver ?

E3 : Dans la salle de motricité.

E1 : La salle de motricité voilà où il n'y a pas d'obstacle, et qu'est-ce qu'on peut faire. Est-ce qu'on peut... Nous on a des volets on peut aussi jouer avec la lumière électrique.

E3 : Tu laisses juste un peu de pénombre.

E1 : Tu vois on peut commencer comme ça et puis l'électricité ne marche pas comment on peut faire pour comment on va faire et peut être quelqu'un va avoir l'idée bah tiens on ouvre les volets électriques mais la lampe ne marche pas en haut peut être que les mettre en action quand même plus.

E2 : Eh bah là on voit la lumière fin...

E1 : Bah il y a la lumière naturelle, la lumière artificielle qu'est-ce qu'il peut avoir d'autre...

E4 : Après une fois qu'on a fait ça on peut proposer des images avec plein d'objets peut être d'objets qui d'après eux ils émettent de la lumière et des objets qui n'émettent pas de la lumière je ne sais pas si...

E3 : Ça on peut leur montrer carrément des photos avec beaucoup de lumière et d'autres...

E4 : Oui un tri un peu de...

C : Mais est-ce que comme ça on va réussir à déstabiliser leur pensée sur le fait que la lumière ce n'est pas la source lumineuse ? Parce qu'on dit que ça c'est notre premier objectif.

E2 : Déjà est-ce qu'ils vont penser... à quoi ils vont penser...

E4 : En fait je trouve que ce qu'il est pas évident, c'est que tant qu'on a pas leurs représentations initiales c'est difficile.

E2 : De dire dessus. Comment on peut anticiper sur ce qui...

C : Oui dans la bibliographie on voit que par exemple le problème le plus courant c'est confondre la lumière avec la source lumineuse. Donc quand on fait les représentations initiales même s'ils ne savent rien il n'y a pas de problème on n'est pas obligés d'avoir une réponse c'est peut-être mieux de voir qu'ils ne comprennent rien au début et après à l'évaluation voir une progression. Donc il n'y a pas de problème s'ils ne savent pas quoi dessiner ou s'ils ne savent pas quoi répondre parce que ça sera 5-10 minutes au début pour voir...quelqu'un sait quelqu'un ne sait pas ?

E2 : Après c'est déjà un concept qui n'est pas évident... Moi je suis très contente qu'on fait...

E3 : Et après on a intérêt d'avoir le bon vocabulaire les bons termes on a déjà le problème sur la lampe et ampoule, la lampe et l'ampoule... il faut qu'on ait vraiment le bon vocabulaire.

E4 : Et on peut leur apprendre même source lumineuse, on peut leur apprendre ce vocabulaire.

E2 : Qu'est-ce qu'on veut leur faire comprendre la première chose c'est que...

E3 : La lumière.



N'est pas la source lumineuse (répètent tous ensemble)

E3 : On a de la lumière partout de nous mais la source... elle est loin voilà dire qu'il y a plusieurs endroits où on peut avoir la source mais la lumière... C'est ça ?

C : Oui par exemple là il y a de la lumière et là et partout, là il y a une source, là il y a une source, il y a aussi le soleil mais on ne voit pas le soleil maintenant.

E3 : Déjà moi je trouve...

E2 : Déjà ça ! Moi je trouve ça...

E3 : Oui déjà comprendre qu'il y a des sources c'est important savoir qu'il y a la source lumineuse.

C : C'est juste que quand on dit lumière d'habitude ils vont dire que c'est la source lumineuse.

E2 : Déjà s'ils commencent à comprendre ça...

E4 : Donc on peut commencer dans la classe avec la lumière éteinte et leur dire...

E3 : Avec la source lumineuse

E4 : Alors que les lampes ne sont pas allumées.

C : Oui quand il y a de la lumière indirecte dans une salle si là on a les volets fermés et on a seulement la lumière électrique quand on va éteindre la lumière et on demande elle est où la lumière ils vont dire il n'y a plus de la lumière donc c'est ça la lumière.

E2 : Donc est-ce qu'il y a une autre solution...

C : Mais s'il y a la lumière indirecte et on a aussi la lumière électrique quand on va éteindre la lumière et on leur demande par exemple.

E4 : Est-ce qu'il y a encore de la lumière ?

C : Oui.

E4 : Il y en a certains qui diront non.

C : Oui peut-être parce qu'ils vont penser à la source lumineuse et nous on veut leur faire comprendre que oui il y a de la lumière, parce que la lumière... voilà là il y a de la lumière (exemple dans la salle où nous sommes réunis).

E3 : Mais il faut vraiment comprendre le noir, la pénombre fin c'est le contraste.

E2 : Fin moi je trouvais ça vraiment les mettre dans le noir et puis comment on peut faire pour mettre de la lumière super ah mince ça marche pas ouvrir les rideaux ouvrir les volets fin comment ça se fait il y a pas de...

E3 : Il faut pas qu'on dise allumer la lumière du coup.

C : Allumer la source lumineuse.

E3 : La source lumineuse c'est ça qu'il faut dire. Je pense que c'est important et on a de la lumière.

E2 : Et comment ça se fait on a pas appuyé sur le bouton.

E3 : Voilà.

E2 : Il y a quand même de la lumière comment ça se fait.

E3 : Moi je pense qu'il faut quand même pour comprendre qu'il y a de la lumière autour de nous moi je pense qu'il faut comprendre qu'il y a des sources lumineuses différentes, et que ces sources lumineuses qu'elles soient électriques ou artificielles il faut quand même identifier d'où est la source pour comprendre après la lumière fin... je pense quand même et comprendre que tout ça c'est la lumière mais que ça vient des sources non ?

E4 : Moi je pense que oui aussi.

E3 : Pour comprendre le concept pour moi c'est sinon c'est totalement abstrait fin.

E4 : Moi je pense qu'on peut faire l'expérience avec les volets machant et peut être lister qu'est-ce qu'il peut permettre de donner de la lumière en fait. Ils vont dire les ampoules par exemple et leur dire il y a surement d'autre chose donc on cherche on a peut-être leurs idées et après leur proposer je sais pas des images ? Et trier des images qu'est-ce qu'il...

E2 : Lumière pas lumière ?

E4 : Voilà qu'est-ce qu'il permet déjà de nous donner de la lumière et qu'est-ce qu'il voilà.

E3 : Et après on peut peut-être partir d'images mais un tri entre la source lumineuse et la lumière du coup arriver à comprendre.

E4 : Des images obscures en gros et des images.

E3 : Bah la pénombre le des choses comme ça prendre des photos d'été quoi des photos un peu dans la pénombre là on a vraiment une notion de lumière... des choses comme ça mais je pense quand même qu'il faut faire le parallèle avec la source.

E4 : Moi je pense parce que sinon ça va être trop ça va être trop abstrait.

E3 : Moi je trouve que déjà s'ils comprennent ça en fait...

E2 : De construire le mot lumière déjà ça fin c'est déjà...

E3 : Voilà.

C : C'est ça notre objectif en fait.

E3 : Donc un, on peut faire les représentations initiales donc un ils dessinent et deux, mise en commun et on...

C : Représentations initiales on ne dit rien.

E2 : Rien... très rapidement fin.

C : On veut juste savoir ce qu'ils pensent.

E3 : La lumière ça vous fait penser à quoi voilà tout simplement.

E1 : Ils vont dire des lampes voilà.

E3 : Et puis on leur dit est-ce qu'il y a d'autre chose qui...

E3 : Qu'est-ce que la lumière est-ce que tu peux dessiner.

C : Oui.

E3 : Qu'est-ce que la lumière ? Essaie de dessiner la lumière ?

E1 : Ils vont mettre du jaune peut-être.

E2 : On va voir parce qu'au moins chacun va confronter quand on va passer à la mise en commun il y en a qui vont parler.

E3 : Ils peuvent quand même essayer.

E2 : Ils vont rester bloqués aussi.

C : Quand j'avais fait quelque chose comme ça avec les CM2 ils avaient dessiner avec du jaune.

E3 : Oui c'est ça.

E4 : En fait ils vont dessiner des objets.

E3 : Donc après on fait une mise en commun, voilà on écrit ce qu'ils disent quoi... Mais par contre on ne leur montre pas.

C : Non on veut juste voir ce qu'ils pensent.

E3 : On récupère et après on dit alors qu'est-ce que ça évoque pour vous voilà.

C : Nous on n'est pas là pour leur donner la réponse eux même ils doivent...

E3 : Non non juste... comme on fait.

E4 : Ça vous fait penser à quoi et on écrit des mots qu'ils disent. Ça c'est bien... après moi je pense qu'il faut passer dans l'action fin.

E2 : Les mettre dans le noir.

E3 : Moi j'aimais bien l'idée de la petite chasse.

E4 : La petite chasse c'est pas mal ça parce que ça donne un petit côté ludique. Il faut trouver une solution pour réussir à trouver les objets. C'est-à-dire il faut se mettre dans une pièce voilà après il y a une coupure d'électricité j'en sait rien et donc il faut essayer.

E3 : Non moi je pense qu'il faut essayer, on dit rien du tout.

E2 : Non on dit juste voilà chasse au trésor.

E4 : Maintenant voilà je vous propose quelque chose nous allons aller dans la salle et l'objectif c'est de trouver dix objets ou dix doudous cachées... on peut cacher des doudous ou des choses comme ça.

E3 : Et là ils vont dire on ne voit rien.

E4 : Dans le noir voilà dans une pièce.

E3 : Mais on ne dit rien on les laisse rentrer et voilà. Je vous demande de retrouver les dix doudous, ça peut être ça sans rien dire, on va leur demander quels sont les objets quel était le problème.

E4 : Pourquoi vous n'avez pas pu trouver les doudous ?

E3 : Ils vont les trouver je pense.

E4 : Pourquoi vous ne les avez pas tous trouvés ?

E3 : On les cache bien...

E2 : Très rapidement ils vont dire eh du coup là...

E3 : Qu'est-ce qu'on pourrait faire ?

E3 : Ça peut être bien ça !

C : Après s'ils disent on peut allumer « la lumière » qu'est-ce qu'il passe là ? Donc là ils pensent que « la lumière » c'est la source.

E1 : Là il ne marche pas, on va appuyer sur le bouton.

C : Ah ok là il ne marche pas.

E4 : Oui on enlève le fusible.

E1 : Oui c'est facile on enlève du tableau.

E4 : Voilà eh donc bah il faut trouver une autre solution, ça les fait aussi réfléchir.

E2 : Ça déconstruit fin ça déporte le ça allégit leur représentation.

E1 : Oui pour éclairer la pièce parce que là ça va donner pour... pour voir qu'est-ce qu'il faut ?

E3 : Pour trouver les doudous pour voir les doudous.

E1 : Comment on peut voir les doudous si on a un peu de lumière.

E4 : Oui moi je pense que ça c'est pas...

E1 : On n'a pas de lumière (rire parce qu'il emploie le mot lumière)

E3 : On ne voit pas.

E1 : On ne voit rien comment on peut faire pour voir.

E4 : On doit préciser ça dans notre question en fait peut-être le noter dans la fiche de préparation.

E3 : Il faut qu'on note.

E2 : Tous et que...

E3 : On peut pas commencer à rédiger la...

E4 : C'est vrai...

E3 : On peut taper commencer de... faire la trame.

E4 : C'est dommage j'aurais pu ramener moi j'ai rien je pourrais ramener une trame de fiche de préparation.

E4 : Oui... alors souvent il y a titre il y a la date il y a par exemple séance 1 dans la séquence 1.

C : Moi je peux noter et après quand je ferai le Google Drive tu peux passer...

E4 : Oui j'en ai.

E3 : Je crois qu'on a pas mal peut être si tu regardes électricité.

E1 : Sur internet tu tapes.

E4 : Oui voilà.

E1 : Trame de fiche de préparation.

C : Oui c'est juste que là maintenant je n'ai pas internet.

E2 : Moi j'avais des stagiaires j'étais presque obligée de faire de fiches de préparation.

C : Ah oui donc tu en as.

E2 : Après il y a juste à y glisser dedans.

E4 : Oui voilà c'est ça ouais il faut qu'on a une de base et après...

E2 : On peut faire la trame et après au fur et à mesure on affine les questions... fin voilà.

E4 : Oui voilà... les consignes.

E2 : Allume la lumière (dit en rigolant à E1 qui a allumé la lumière)

C : Donc on a la question après on a le jeu dans la salle de motricité.

E1 : Après il y a les livres... les fameux livres où on met la... le livre à loupe je ne sais pas si ça existe encore.

E3 : Ah oui !

E4 : Ça c'est sur.

E2 : Quoi ?

E1 : Tu as des livres qui sont noir et tu promènes une sorte de loupe qui permet d'éclairer... la source lumineuse c'est en fait...

E4 : D'ailleurs on peut en fabriquer parce que je me rappelle j'en avais fabriqué.

E3 : Alors c'est noir par exemple...

E4 : C'est noir et après il y a un calque avec un dessin et donc les enfants ils glissent ça... se fabrique une petite loupe en papier blanc qui la passe là et d'un coup ils voient.

E3 : Just un papier blanc fin.

E4 : Un canson blanc.

E2 : Comme ça je crois il me semble j'en ai... il y a tout un stock que j'avais.

E4 : Et ça peut se fabriquer aussi moi je me souviens j'en avais fabriqué une bah quand j'étais...

E3 : Ça peut se fabriquer c'est sympa.

E4 : Ça peut être intéressant.

E1 : Là il n'y a pas la source lumineuse.

E3 : Oui c'est un papier.

E1 : C'est ni la lumière ni le... qui fait...

E4 : C'est le blanc qui fait apparaître.

E1 : Bon c'est peut-être un peu plus compliqué physiquement mais au moins on voit bien que pour voir les détails il faut que...

E3 : Là c'est la nuance c'est du noir sur le noir fin voilà la transparence donc si on a entre les deux un papier.

E4 : Blanc.

E3 : Ça fait apparaître...

C : Donc ça il ne faut pas l'acheter ?

E1 : Ah non, il y a plein partout fin dans les classes moi je vois à l'école encore si on retrouve la loupe.

E3 : Ou alors il faut la fabriquer.

E4 : Avec un papier blanc et puis voilà c'est facile à...

E2 : Juste un bout de papier ? Que tu...

E4 : Bah en fait un rond blanc quoi et puis...

E2 : Juste un rond blanc.

E4 : Voilà t'as ton canson blanc et t'as les transparences et un canson noir comme ça donc en fait d'un coup ça apparait.

E3 : ça fait lumineux quoi ça fait la lum... fin.

E1 : Avec l'éclairage.

E3 : Voilà de la loupe.

E4 : C'est ça !

C : Donc là on a trois activités ? Pour une journée est-ce que c'est bon ou pas ? Je ne sais pas combien de temps vous...

E3 : Moi je pense que faire le dessin, représentations initiales, la recherche des doudous et en gros la mise en commun de moi je pense que c'est déjà bien.

E2 : Moi je pense que c'est déjà une.

E1 : Oui voilà faire le jeu.

E3 : Comment on a fait pour trouver les doudous, est-ce qu'on aurait d'autres moyens peut-être voilà faire un bilan moi je pense que c'est déjà bien... je pense que pour la première...

E1 : Donc on leur demande dessin de la lumière.

E4 : Oui ensuite représentations initiales.

E1 : Représentations initiales et après la chasse aux doudous c'est pour...

E3 : Et ensuite la recherche des doudous.

E1 : Qu'est-ce qu'on peut faire pour fabriquer de la lumière pour aller chercher...

E2 : De toute façon on va les laisser faire la chasse au trésor et c'est eux qui vont dire bah.

E4 : On voit rien.

E3 : Et donc là qu'est-ce qu'on peut faire pour voilà.

E4 : Peut-être il y en a qui vont dire on peut aller chercher une lampe de poche fin tu vois il y en a peut-être qui vont...

E1 : Oui voilà ça peut être en première une lampe si on n'a pas de lampe.

E4 : Oui et si on a pas de lampe on a d'autres propositions... on note.

E3 : Peut-être qu'on essaie de rapporter fin...

E1 : Est-ce qu'on peut supprimer déjà directement la lampe en haut.

E4 : Oui.

E3 : Oui.

E1 : Bah aujourd'hui ils sont en train de réparer dans l'école. Comment on va faire ? Alors la lampe de poche ça viendra, les lampes de poche... mais si on n'a pas les lampes de poche est-ce qu'on pourra faire autrement ?

E4 : Oui voilà.

E3 : Oui je pense comment on pourrait faire après là on n'a pas de lumière artificielle.

C : Plutôt la lumière.

E3 : Naturelle

E2 : Moi je pense que dans l'école je ne suis pas sûre d'avoir un endroit avec...

C : Ah oui c'est vrai que là-bas il n'y a pas...

E1 : Un endroit complètement sombre ?

C : Oui parce que leur salle de motricité est ouverte.

E1 : Une grande salle au milieu là ?

E3 : Oui nous aussi mais on banalise une de nos classes.

E2 : Oui parce que même dans... il y a un endroit où il n'y a même pas des volets.

E1 : Parce qu'après si t'as juste une fenêtre tu peux faire un cache tu vas enlever, t'enlève un peu de lumière.

E4 : Je pense que la séance 2 il faut apporter peut-être fin ou trier des images et trier des images peut être qu'est-ce qui peut être source de lumière et...

E3 : Où est-ce qu'on voit de la lumière.

E1 : Bah l'idée du même paysage qu'on voit sur des différents... qu'est-ce que s'est passé bah...

E2 : Il fait nuit.

E1 : Il fait nuit ça c'est facile, il fait jour là on est entre les deux qu'est-ce qui se passe ? Pourquoi ?

E4 : Parce que la première séance c'est la lumière n'est pas la lumière.

E2 : Déconstruire l'idée.

E4 : Donc la deuxième séance.

E3 : Fin c'est pas que ça.

E2 : C'est pas que ça.

E3 : Il y a plusieurs sources lumineuses c'est un peu ça.

C : Oui ça c'est une source lumineuse mais c'est pas la lumière.

E3 : Voilà.

E2 : Dire que c'est pas que ça.

E4 : Pour avoir de la lumière il n'y a pas que ça.

E2 : Il n'y a pas que des lampes.

E3 : Parce que là si on fait ça l'objectif c'est plutôt on a plusieurs sources lumineuses.

C : Si on fait le...

E3 : Même la chasse aux doudous. C'est un peu ça non ?

E2 : Oui.

E3 : Mais en faisant ça on comprend aussi qu'il y a de la lumière.

E4 : Oui parce qu'on comprend que si on allume pas ça on peut quand même voir.

E3 : On n'a pas de lumière. On n'a pas de lumière. La notion lumière et pas de lumière mais pour faire venir cette lumière il y a plusieurs solutions.

C : Mais si par exemple ils disent ramener une lampe torche.

E3 : Oui. Mais c'est de la lumière quand même.

C : Oui mais c'est la source lumineuse.

E3 : Oui ça fait de la lumière.

E4 : En fait, nous la solution c'est qu'ils ouvrent les volets en fait. Ce qu'on veut pour la première séance c'est qu'ils ouvrent les volets en disant bah...

E3 : Comme ça il y aura de la lumière.

E4 : ...Il y a de la lumière mais c'est pas voilà. Ils vont voir qu'il y a de la lumière.

E1 : Naturelle.

E4 : Naturelle en fait. Le but sera de comprendre...

E2 : Que la lumière c'est pas que ça, qu'il y a de la lumière dehors.

C : Que ça c'est pas de la lumière (montre l'écran de l'ordi)

E4 : Oui voilà oui.

C : Que ça c'est la source.

E3 : Le but ça va être quand même de comprendre, avec la chasse aux doudous ils vont être dans le noir on voit qu'ils sont dans le noir il y a de la lumière pas de lumière donc que la source lumineuse comme on n'a pas de source artificielle, fin cette source artificielle on prend la source naturelle mais comprendre que ça fabrique de la lumière mais comme ça aussi fin.

E4 : Peut-être que la deuxième séance ça sera intéressant de trouver les différentes sources de lumière donc je pense qu'un tri... pour moi un tri d'image ça peut être quand même intéressant. Donc l'objectif ça serait quels peuvent être les sources lumineuses. Qu'est-ce qu'il n'est pas une source lumineuse qu'est-ce qu'il est une ?

E3 : Et la source lumineuse primaire comment on dit fin la source primaire.

E4 : Donc ils vont peut-être se rendre compte qu'il y a des artificielles que les hommes des sources un peu et des sources naturelles comme le soleil comme le solaire bah la lumière est là quoi c'est pas nous qui...

E3 : Mais j'aimais bien aussi l'idée d'objet diffusant en fait.



E2 : La lune par exemple.

E3 : Oui même un objet qui diffuse fin qui réfléchit en fait, un miroir.

E2 : Un miroir.

E1 : Un miroir.

E3 : Un miroir par exemple. Qu'on ait à la fois la source lumineuse et l'objet qui peut diffuser.

C : Je pense que ça peut être un peu compliqué parce que si on part de la lumière et de miroir ça fait la réflexion... je ne sais pas comment on appelle ça en français.

E1 : Réfraction je pense.

E3 : C'est très compliqué ah...

C : Ça fait autre chose.

E4 : Je pense que dans un premier temps déjà peut être trier les sources.

E1 : Mais à partir de ce qu'ils ont vu...

E4 : Et peut être rajouter quand même des choses... un peu de pièges ou...

E1 : Ça dépend si tu veux qu'ils si tu veux voir leur réponse ou si tu veux.

E4 : Ou alors on leur demande de dessiner... Fin c'est peut-être compliqué mais... des objets qui produisent de la lumière mais si on dit le mot objet ils penseront jamais à la lune par exemple.

E1 : Voilà c'est ça ! Est-ce qu'on les met la lune pour monter ou est-ce qu'on...

E4 : Oui elle elle...elle renvoie la lune en fait elle...

E1 : Voilà. Mais cet objet là ils y penseront.

E3 : Ça fait de la lumière.

E2 : C'est une source secondaire.

E3 : Oui mais ça fait de la lumière... des nuits en pleine lune ça fait de la lumière.

C : Oui parce qu'elle reprend la lumière. Elle-même ne fait pas de la lumière.

E4 : Elle renvoie comme le miroir un peu.

E3 : Oui mais il y a de la lumière.

E4 : C'est comme le miroir la lune non ? Ça renvoie non ? C'est pas vraiment comme un miroir ?

C : Je ne pourrai pas répondre je ne sais pas mais je ne crois pas que c'est comme un miroir quand même. Parce que le miroir prend tout le... reflète vraiment tous le...

E4 : Oui exactement pareil.

E3 : Oui c'est le faisceau.

E4 : Oui ça diffuse oui oui alors on leur demande de la séance suivante on leur dit vous allez dessiner des sources lumineuses quoi mais moi à mon avis ils vont rester autour de la... le problème c'est qu'ils vont rester autour de lampe de la lumière.

E1 : Oui le soleil.

E4 : Peut-être le soleil ils y pensent mais...

E2 : Ils y penseront peut-être si on a ouvert les rideaux faire quelque chose pour la chasse aux doudous.

E1 : Où il vient toute la lumière oui.

C : Donc l'objectif c'est d'apprendre...

E4 : D'apprendre qu'il y a des différentes sources lumineuses.

C : D'accord.

E4 : Moi je pense... et peut être qu'on peut trier les sources naturelles et les sources...

E3 : Il y en a quelques un qui ont des veilleuses mais autrement la nuit t'es jamais dans le noir il y a des appareils électriques il y a des choses qui émettent de la lumière j'en sais rien moi... oui mais c'est horrible comprend que...

E4 : Moi je pense que voilà la deuxième séance sera voilà comprendre qu'il y a différentes sources de lumière.

E3 : Mais il ne faut pas oublier l'objectif c'est de savoir c'est quoi la lumière.

E2 : La lumière est partout.

C : Et il faut aussi avoir le côté artistique et corporel.

E1 : Sans les ombres ça va être...

E2 : C'est plus avec des ombres que...

C : Oui dans le côté des ombres c'est sûr que c'est beaucoup plus facile.

E4 : Une fois arrivés sur les ombres ça va être beaucoup plus facile oui.

E2 : En fait faire comprendre que la lumière est partout.

E1 : Oui les étoiles des éclairages ou des choses qui sortent dans le côté...

E4 : Et Van Gogh a fait les...

E1 : Les étoiles oui... et tu peux avoir un qui dit mais comment on fait pour voir les étoiles sur le tableau tu peux avoir cette question-là alors là... Parce que la nuit on voit des étoiles... Pourquoi la nuit on voit des étoiles ?... Là c'est...

C : Est-ce que c'est un sujet d'optique ? Le fonctionnement des yeux ? Si on demande comment on voit c'est très subtil...

E1 : Oui.

E4 : Oui.

E3 : Je vais chercher je vais mettre des paysages en différentes lumières après t'as mais ce n'est pas au même moment de l'année mais ça peut être ça si c'est artistique on peut faire les nymphéas... Avec la lumière qui est à différentes moments de la journée en fait

E4 : Oui voilà il a dessiné son jardin jusqu'à la fin de sa vie quoi.

E3 : Il a dessiné son jardin mais pas avec la même lumi... différents moments de la journée à différents moments de l'année et des différents moments de sa vie à lui et en plus à la fin de sa vie il avait une espèce de cataracte ce qui fait qu'il ne voyait pas la lumière.

E4 : De plus en plus sombre.

E3 : Et ça a fait des...mais ce qui donne pour le même tableau en fait il y a des lumières différentes en fait... c'est la même fin... il faut le voir...

C : Ah c'est ça qu'on appelle les nymphéas.

E3 : C'est ça voilà.

E4 : Et en fait ça pourrait être intéressant peut-être.

E2 : Que ça soit à chaque fois c'est la même image entre guillemets mais comment ça se fait qu'est-ce qu'il change là sur...

C : Après moi je ne suis pas ici pour vous dire si c'est bon ou pas vous pouvez proposer...

E3 : Mais après justement on pourrait par cette lumière... en fonction de la lumière on voit pas les choses de la même façon... et ça permet de...

E2 : En fonction de comment est la lumière...

C : Après t'as dit dans la deuxième séance l'objectif c'est quels peuvent être les différentes sources lumineuses c'est parce que tu crois qu'ils auront un problème à comprendre quelles sont les sources lumineuses ? Pourquoi tu proposes ça ? Ou parce que tu crois que c'est intéressant pour toi ?

E4 : Bah je me dis que ça va les aider aussi à comprendre qu'il n'y a pas que cette lumière-là quoi... ça peut je pense les aider à comprendre...

C : Qu'il y a plusieurs sources lumineuses mais est-ce qu'ils vont comprendre que la lumière est une entité autonome dans l'espace ? Parce qu'en fait on a deux obstacles majeurs : considérer la lumière comme une entité autonome dans l'espace et comprendre la propagation rectiligne de la lumière. Et on doit faire une séance pour chacun ? Deux séances pour chacun ? Mais ce sont les deux grands problèmes et tout ce qu'on va faire.

E4 : Doit aller vers là quoi.

C : Oui et ça doit nous donner la solution à ça.

*Pause personne parle pour 12 seconds*

E3 : C'est difficile...

E4 : C'est pas évident oui...

C : Oui en plus c'est difficile dire maintenant on va trouver l'idée c'est pour ça que j'ai proposé le Google Drive.

E4 : Oui je pense que ça va nourrir.

E3 : Oui mais de fois c'est bien réfléchir à plusieurs.

C : Oui ça c'est comme un brainstorming.

E4 : Oui c'est ça.

E2 : On va quand même lister quand on... pour... par rapport à la chasse aux doudous on va quand même revenir sur ce qu'ils ont dit.

E4 : Les propositions quoi pour pouvoir voir les doudous pour pouvoir les trouver.

E2 : Déjà ils vont avoir quelques idées.

C : Donc on a des sources lumineuses là.

E4 : Ils vont donner quelques-unes quoi.

E2 : Moi je trouve ça bien.

E1 : Ils vont donner les différentes sources.

E2 : Fin parce que là on a quand même la même image et pourtant il y a une source tout est pareil entre guillemets sauf une chose. La seule chose qui change c'est la lumière. Ça moi je trouvais ça intéressant du coup de...

E1 : Des peintures.

E4 : Moi je pense qu'il faudrait ou essayer justement d'observer.

E3 : S'ils peuvent dessiner quelque chose avec des différentes lumières en fait.

E4 : Oui c'est ça je pense qu'il faut essayer.

E1 : Oui un le matin.

E2 : Le manière de faire de prendre un objet et le dessiner plusieurs fois dans la journée plusieurs fois un ou deux jours en espérant que la météo ça va...

E1 : Même le matin quand t'arrive ça fait la nuit un peu.

E4 : On va le prendre en photo on observe on écrit... On va prendre une photo et on revient à la fin de matinée au début d'après-midi.

E2 : Et il sera le mois de juin là ça limite et si on le refait on va le faire peut-être en hiver. On verra plus ça sera plus nuancé.

E3 : Et après peut-être on joue parce que à l'extérieur ça va être effectivement compliqué.

E4 : Sinon à l'intérieur et puis on...

E3 : À l'intérieur et puis on...

E2 : Mais comment on va faire comprendre.

E3 : Mais tu baisses les volets petit à petit en fait.

E4 : Ils doivent dessiner ce qu'ils voient mais tu crois qu'eux ils vont avoir la finesse de dessiner quelque chose qui sera différent à chaque fois ?

E2 : Je préférerais qu'ils prennent des photos ?

E3 : Oui mais c'est toi qui prends les photos. Ça ne sera pas la même chose.

E2 : Oui mais je dis par rapport à un dessin c'est plus facile de voir une photo que...

E4 : Ah oui.

E3 : Ah oui. Oui mais même eux ils vont se rendre compte que c'est quand même compliqué avec une lumière ou sans lumière et on n'a pas la même notion on ne voit pas bien. Parce que si on descend les volets ils vont regarder le dessin du voisin et sinon il n'y a plus du tout... avec la lumière c'est plus facile et puis on ne voit pas les choses de la même façon... Parce que là les nymphéas ce qui est compliqué c'est que nous on va leur dire que c'était un différent moment ils ne vont pas le vivre.

E4 : Oui.

E1 : Mais les photos c'était... oui

C : Et si on ne leur dit pas que c'était un différent moment ?

E2 : Et si on leur demande qu'est-ce qu'il se passe qu'est-ce que... fin si on observe la même chose mais qu'est-ce qu'il change ? Après s'ils vont réussir à dire je pense que...

E3 : Après la difficulté je trouve que... nous on va avoir des photos internet déjà en fonction comment ils sont pris ce n'est pas les mêmes couleurs il faut aller à Paris dans la grand salle-là qui est...

C : Oui à l'orangerie.

E3 : Oui et là on les voit mais on ne va pas y aller (rire)

C : Et on n'a pas quelque chose pareil dans les musées ici.

E1 : Non.

E2 : Il n'y a pas par hasard quelqu'un qui est artiste et qui pourrait faire ça ? (rire)

E3 : Ça serait intéressant d'aller au musée des beaux-arts et de voir la lumière dans les tableaux il y a des tableaux très sombres.

E1 : Oui ça va t'as l'éclairage là sur Le Caravage où sur les côtés avec... là... pour comment ça se fait qu'on voit le début ou les côtés du tableau mais il y en a plein comme il y a sur les côtés et à votre avis c'est quoi ? Et là tu peux avoir plein des réponses... et puis dans cette époque-là ils avaient pas de lumière ils avaient pas d'électricité.

E4 : Ça serait intéressant aussi de voir des œuvres d'art qui évoque la lumière.

E1 : Mais là ils vont parler des sources lumineuses quoi ça peut être une bougie ça peut être ça c'est intéressant aussi quoi.

E4 : Mais oui de fois on a la lumière mais on ne voit pas d'où elle vient fin on voit d'où elle vient mais on sait pas quelle est la source lumineuse.

E3 : Mais trouver des tableaux qui évoque la lumière ça serait sympa.

E1 : Ah bah ça il y en a plein sur... des couleurs s'il y a des couleurs différentes un tableau de Rouen qui était je sais pas combien de fois là je sais pas... peut être la façade tu l'as différente et tu vois des différentes choses je sais plus mais tu vois les couleurs là.

E2 : Je suis en train de penser là nous on a un artiste-là qui intervient pendant toute l'année à l'école et il me semble qu'il a fait des photos par... il y a une série des photos avec des petites cueilleurs qui restait sur la plage il les a pris dans des différents moments et on voit l'ombre c'est l'ombre et on voit que l'ombre bouge et...

E1 : Bah là tu viens sur les ombres.

C : Ça pourrait être une bonne idée mais pour l'autre séquence.

E3 : Oui après...

E2 : Donc en deuxième séance on part sur...

E3 : On a marqué fin je sais pas tri d'images, les tableaux, les nymphéas.

E1 : Ce qu'on peut faire aussi je pense à l'écran si t'éteints la lumière et que l'écran éclaire derrière comment ça se fait qu'on se voit... moi j'ai un ordinateur dans la classe où il y a l'écran qui va projeter de la lumière fin... Ce leur faire découvrir d'autre chose aussi... bah il y a les bougies.

E3 : Mais on verra justement les couleurs sont différentes en fait si on se met dans la pénombre peut-être on peut avoir un objet référent je ne sais pas... notre mascotte fin on n'a pas l'impression qu'il le donne les mêmes couleurs dans la pénombre ou avec la lumière.

E4 : Parce que quand même je pense qu'avec les enfants de la maternelle il faut quand même qu'il y ait de l'action, il faut qu'il y a la manip quoi.

E1 : Si tu veux formaliser un peu derrière je pense il faut qu'il y ait un peu de tout quoi.

E4 : Oui voilà parce que si on parle des choses trop abstraites juste observer juste regarder c'est... il faut qu'ils soient dans l'action quand même.

E2 : Donc on part sur le tri d'images.

E1 : Tri d'images ouais ça peut être ça.

E3 : Je pense qu'il faut faire quelque chose.

E1 : Pas dur.

E4 : Dessiner... moi j'aimais bien l'idée d'un objet simple.

E3 : Pour faire quelque chose vraiment dans le noir total, dans la pénombre et avec la lumière artificielle la lumière.

C : Mais là on revient dans la première séance non ? Parce que c'est un peu comme...

E4 : Oui c'est ça oui.

E3 : Parce qu'avec la pénombre il y a quand même de la lumière nous on arrive à voir la lumière est là quand même c'est plus ou moins intense en fait c'est l'intensité qu'on va avoir, qu'on va mesurer.

C : Qu'est-ce que sera l'objectif de cette activité.

E3 : Bah comprendre qu'il y a de fin que c'est la lumière, la lumière quand même présente autour même s'il y a pas forcément la source lumineuse fin définir ou justement on a lumière artificielle dans la pénombre il y a quand même de la lumière plus ou moins et ça permet de la matérialiser... non ?

C : Donc ça sera comme une prolongation de la première séance.

E3 : Oui je sais pas... si on veut vraiment comprendre ce qui est la lumière...sauf que là on varie à l'intensité de la lumière.

E2 : Oui c'est leur faire comprendre... c'est pas tout est tout vert ou tout est... il y a différent.

E3 : La lumière est toujours là sauf s'il y a noir totale et quand elle est là elle a des intensités plus ou moins fortes et on reste vraiment sur la notion de lumière... non ? Je ne sais pas peut-être que...

E4 : Oui je trouve que ça peut être intéressant ça. Et du coup de leur faire dessiner.

E3 : Oui c'est ça ou faire quelque chose soit dessiner ou je sais pas.

E4 : S'ils dessinent il faut que ça soit un objet simple mais ils vont peut-être avoir tendance à dessiner toujours la même chose.

E2 : Ah oui je pense.

E4 : Ou alors il faut d'abord démarrer dans l'obscurité et leur faire dessiner un objet qui ne voit pas trop et petit à petit.

C : On a un peu plus de lumière.

E4 : Voilà et qu'ils se rendent compte.

E3 : Ou faire quelque chose d'abord, avoir une activité je sais pas moi ou leur filer des perles ou des choses ça va être beaucoup plus facile avec l'avantage de lumière je sais pas faire quelque chose.

E2 : Moi je trouvais ça pas mal de dessiner et faire le parallèle du coup après avec...

E3 : Voir ce qu'on a fait avant.

E2 : Et voir qu'on a eu du mal à voilà et pourquoi on a eu du mal parce qu'il n'y a pas de lumière fin il n'y a pas du tout de lumière et puis là regarder... leur montrer que quelqu'un d'autre n'avait pas voilà et que là lui il ne va pas dans le noir mais qui n'a pas des différents moments... et que bah on a l'histoire de l'intensité mais on a aussi l'histoire de lumière qui n'est pas toujours... est toujours est toujours là et c'est différent aussi... non ? Je sais pas...

E3 : Un ça peut être dessiner un objet ils dessinent l'objet ou le voisin mais en lumière ils dessinent normalement, deux on a des feuilles on leurs redonne une autre feuille tu fermes tout ! Dans le noir. Recommencez !

E4 : Moi j'aurais fait l'inverse. Je ferai... J'aurais fait tu vois... justement pas tout à fait dans le noir tu mets un objet tu ne leur dis pas qu'est-ce que c'est et tu leurs demande de le dessiner et ensuite petit à petit tu ouvres. Parce que sinon je pense que si on leur remet l'objet en pleine lumière ils vont dessiner la même chose sans comprendre...

E3 : Oui mais comment tu les installes là ? Si on demeure un moment donné tu vas les installer et tu enlèves la lumière.

E2 : Eh bah on les fait aller.

E4 : Peut-être qu'une fois qu'on est arrivé et donc au début il n'y avait vraiment pas beaucoup mais petit à petit on peut dessiner petit à petit et après donc et d'un coup t'enlèves tout.

E3 : Un moment donné il faudra enlever toute la lumière.

E4 : Bah puis tu leurs dit dessiner l'objet.

E2 : Et moi j'ai peur que là dessiner l'objet ils vont dessiner de mémoire.

E4 : De mémoire oui.

E2 : Ou alors on les fait venir mais ça revient alors on les fait venir dans une pièce dessine ce que tu vois là ils ne vont rien voir et puis petit à petit on... ou première fois dans la pénombre et puis après à chaque fois plus on demande de dessiner et on va avoir... mais pour moi il faut commencer dans le noir.

E3 : Au niveau matériel il faut quand même qu'ils les aient... fin qui sont installer... qu'ils aient tout sur place fin.

E2 : Bah on cache ou alors c'est un objet qui est caché au départ on les met tous dans le noir on l'enlève et puis là ils voient rien.

E3 : De toute façon il faut réussir...

E4 : C'est sur le même objet qu'ils dessinent on est d'accord... oui voilà c'est ça.

E2 : Si tu veux pour les installer toi tu penses plus aux conditions matérielles.

E4 : Bah je sais pas sur une table non ? Et il fait nuit dans la pièce.

E3 : Mais c'était dans le noir.

E2 : Où alors ils arrivent dans... éclairée on a l'objet caché parce que du coup on...

E4 : Oui voilà oui c'est ça.

E2 : Et après on l'enlève et comme...

E4 : Oui je pense oui.

E2 : Ils sont déjà assis fin.

C : Donc pour la séquence de la lumière on fait trois séances, deux séances ?

E3 : Non on va faire deux.

E4 : Je pense que deux ça serait bien déjà.

E1 : Deux oui deux.

C : D'accord. Donc une séance où on parle de la lumière comme une entité autonome.

E4 : Le dessin, les doudous.

E2 : Voilà.

C : Et l'autre séance sera la propagation rectiligne de la lumière... on avait dit tout à l'heure qu'il faut comprendre... donc dans cette première séance où on va parler de la lumière comme une entité autonome, il faut faire un choix si on va faire seulement une séance pour cet objectif. Parce qu'on peut pas faire sept activités.

E3 : Non.

C : Normalement vous fait une séance pendant 40 minutes ?

E3 : Oui.

E1 : Oui.

E4 : 45 minutes max.

C : Donc pour 45 minutes à mon avis c'est maximum 4 activités non ?

E3 : Ah oui.

E1 : Ah oui.

E4 : Ah oui oui oui.

C : Donc on commence, la question c'est pas vraiment une activité, donc on fait le jeu dans la salle de motricité, dessiner l'objet...

E3 : Un on des... non !

E4 : Ça ça sera une autre séance.

C : D'accord.

E3 : Non un la première séance.

E1 : La première séance ça serait que la chasse aux doudous.

E3 : Dans la première séquence c'est : Un qu'est-ce que c'est la lumière et essaie de dessiner la lumière, deux la dicté des mots en fait.



E4 : La lumière c'est quoi et on écrit.

E3 : Un ils la dessinent et deux on se réunissent juste et ils donnent juste les mots... Qu'est-ce qu'est c'est la lumière et on écrit des mots et trois on leur propose la chasse aux doudous... On va dans l'autre salle on part on fait la chasse aux doudous.

C : On a toujours l'objectif la lumière comme entité autonome et pas comme source lumineuse.

E3 : Oui voilà.

C : Ok donc c'est ça l'objectif.

E3 : C'est ça oui.

E1 : Après on peut raconter une histoire pour aller à la chasse aux doudous maintenant qu'on a expliqué ce que c'est la lumière on va aller chercher nos mascottes qui sont enfermés dans une pièce sombre ou noire et là ils auront un peu de rapport bah tient qu'est-ce que je peux utiliser comme lumière on leur donne... on les laisse voir.

E4 : Ils ont du coup la deuxième séance l'objectif c'est de comprendre qu'il y a différentes intensités quoi... les lumières peuvent.

E3 : Le but c'est propagation rectiligne de la lumière c'est ça.

E2 : Bah non là on était encore dans le...

C : Donc là ça c'est autre c'est-à-dire...

E1 : Toi t'as fait une autre séance là.

C : Donc ça sera une troisième séance pour la propagation rectiligne de la lumière, la deuxième séance c'est comprendre l'intensité de...

E3 : Oui voilà.

C : De la lumière.

E4 : Qu'on ne voit pas bah oui mais...

C : Est-ce que ça c'est comme un sous-objectif sur l'objectif la lumière comme entité autonome ou pas ?

E3 : Oui.

E4 : Oui moi je pense oui.

C : Parce que ça c'est important de ne pas ...

E4 : Oui oui et de pas se disperser.

E3 : On commence par un tri d'images non ? En collectif ?

E4 : Moi je pense que ce serait bien, de faire le tri d'images... avec qu'est-ce qui est en gros source de lumière et que...

E3 : Pas forcément.

E4 : Qu'est-ce qui vous fait.

E2 : Pourquoi ça vous fait penser à la lumière.

E4 : Donc là il faut bien choisir les images.

E3 : C'est ça.

E4 : Il faut choisir des objets qui peuvent être des sources de lumière mais il faut aussi choisir par exemple des...

E3 : Non mais des paysages.

E4 : Des paysages.

C : Où il y a de la lumière.

E4 : Où il y a de la lumière.

E3 : Quelque chose très lumineux.

E4 : Il peut y avoir des tableaux, il peut y avoir des photos.

E3 : Ça peut être sympa...

E4 : Là il faut vraiment sélectionner je sais pas combien d'images il faut peut-être avoir une quinzaine.

E3 : Pas trop... une dizaine

E4 : Un peu plus quoi douze peut-être.

E3 : Trois quatre qu'ils n'évoquent pas la lumière les autres qui évoque la lumière.

E4 : Comme ça après ça leurs donne des pistes aussi on explique pourquoi il y a de différence entre ces images-là.

E3 : Ça peut être aussi une photo de nuit avec des lampadaires où ça va évoquer quand même la lumière puisque à la fois il n'y a pas de lumière donc on met une source lumineuse pour...

E4 : Pour obtenir de la lumière.

E3 : Pour avoir un peu de lumière.

E2 : Mais c'est l'image où il y a de la lumière.

E3 : C'est ça mais ça va permettre en gros de construire aussi et comprendre ce que c'est la lumière mais on insiste bien sur la source lumineuse et la lumière.

E4 : Deux choses différentes.

E3 : C'est ça.

C : Parce que sinon c'est comme si on disait que la lumière c'est le lampadaire.

E3 : Non non on insiste bien sur ça.

E4 : C'est ce qui permet d'obtenir de la lumière.

C : Est-ce qu'ils comprennent bien le mot source ?

E4 : Oui je pense, c'est d'où vient la lumière enfin.

E3 : On va leur apporter ce vocabulaire là on va leur apporter oui oui...

E4 : Dans la fiche de préparation on note aussi le vocabulaire qui est important qu'ils acquièrent ça ce moment-là quoi.

E3 : Donc un tri d'images, tri ou alors juste même montrer des images et leur faire parler sur...

E4 : Bah trier quoi et en même moment faire parler.

E3 : Eh bah ça ne va pas être facile de trouver.

C : Donc on fait ça avec tous les élèves ?

E2 : Oui en collectif pour les images et par contre on fait.

C : C'est-à-dire lever la main pour dire moi je trie cette image-là.

E3 : Moi je propose qu'ils viennent chercher une image et...

E4 : Pourquoi toi tu proposes de la mettre là et...

E3 : Et puis chacun a son idée... donc ça d'abord.

E4 : Oui et ensuite dessin.

E3 : Dessin dans la pénombre et puis on augmente l'intensité.

E4 : Il faut quoi qu'il y ait trois quatre dessins maximums.

E2 : Bah quatre c'est le maximum eh ?

E4 : Donc obscurité, un tout petit peu de lumière.

E1 : Trois oui déjà c'est pas mal.

E4 : Et pleine lumière quoi... Je pense que quatre quand même ça peut être pas mal, il y a des choses qu'on...

E3 : Et donc à la fin avec ça faire émerger que c'est compliqué de faire quand on n'a pas de lumière ou peu de lumière et de comprendre et on insistera sur où est la lumière.

C : Vous croyez qu'ils vont dire par exemple là là là (montre dans la salle) il y a de la lumière parce qu'en vérité là dans cette espace ici il y a partout de la lumière... s'ils arrivent à dire que partout dans cette chambre il y a de la lumière et pas seulement là par exemple parce que c'est plus lumineux.

E3 : Ça serait sympa d'aller dans la salle de motricité et voir qu'il y a de la lumière un peu partout. Parce que là on varie sur l'intensité... bah ça peut être plutôt à la séance d'après à la propagation rectiligne de la lumière voir que forcément là quand ça arrive il y a des endroits plus ou moins éclairés puisque la lumière arrive et c'est là où on verra peut-être retourner dans ce moment-là je sais pas dans la salle de motricité et voir qu'il y a des endroits où la lumière arrive... c'est compliqué eh... ?

E2 : Bah nous on se rend pas compte c'est compliqué eh...

E1 : On ne peut pas la matérialiser de tout façon... l'air tu peux matérialiser à la limite.

E2 : Oui j'essaie de réfléchir par rapport à l'air et les propriétés...

E4 : Le sac vide.

E1 : Bah le sac vide qui se remplit il y a quelque chose dedans.

E4 : Il y a quelque chose dedans.

E1 : Après la lumière ça reste une onde... une onde c'est quand même...

E2 : Après je suis pas sûre même s'ils dessinent moi je le dis ils vont peut-être comprendre que l'extérieur, le soleil il y a de la lumière mais ils vont voir ça un peu comme un.

E1 : On sait pas du tout qu'est-ce que ça peut donner oui.

E2 : Comme bah il y a plus de boutons ça va être pour moi l'idée il y a de la lumière partout que nous entoure je ne suis pas sûre que ça... pour moi ils vont juste transposer la lumière du plafond.

E3 : Je vois plus ou moins bien en fonction de...

E1 : Moi je serai embêté de la dessiner si on me pose la question comme ça.

E3 : Ah oui ?!

E4 : Moi je pense qu'avec l'ombre en fait quand on va travailler l'ombre peut être qu'ils vont plus comprendre.

E3 : La propagation.

E4 : La propagation de la lumière.

E2 : Mais c'est ça il faut le faire avant pour après si on arrive pas à qu'ils comprennent qu'on soit sûr qu'ils ont compris déjà on les aura faire bouger leurs représentations déjà.

E1 : Bah qu'ils se poseront des questions autour de la lumière.

E2 : Oui déjà et je pense qu'après plus tard quand ils vont grandir tout ça fin je pense qu'on aura quand même commencé à mettre en place les choses c'est un peu aussi il faut pas qu'il soit... on peut commencer comme ça après les ombres on voit comment ça va et puis de tout façon on va pouvoir le refaire fin la séquence on la refera et on verra ce qui... donc on peut essayer comme ça deuxième on fait tri d'images et ils dessinent on fait les quatre dessins voilà op et après on passe sur la propagation et on passe sur... et on va voir ce qui les ressort.

E1 : La propagation sera un peu plus avec les ombres non ?

E3 : Oui moi je pense que c'est ça.

E4 : Moi je pense que la propagation c'est les ombres qui... va...

E1 : C'est les ombres qui... va dire tient on va...

E4 : Oui moi je pense aussi ce qui va les aider à comprendre.

E1 : Je pense le mieux ce leur dire il y a des sources lumineuses.

E3 : Il y a de la lumière.

E1 : Voilà on peut faire il y en a partout déjà si t'as ça...

E2 : Déjà faire bouger leurs représentations la lumière c'est pas que...

E1 : C'est pas que... oui c'est pas que ça.

E4 : Comprendre que même si je suis sur la table il y a de la lumière quand même... la lumière elle est partout dans les différents coins.

E2 : C'est déjà pas mal.

E3 : Oui s'ils arrivent à ça c'est déjà bien...

E4 : Oui moi je pense.

E2 : Si nous on n'y arrive déjà pas à plusieurs.

E4 : Je peux allumer la source lumineuse au plafond ? (E3 et E4 rigolent)

E3 : Il y a un coup de retour là (tous rigolent)

E4 : La source lumineuse artificielle (tous rigolent)

E2 : Pour moi c'est déjà énorme si on arrive à bouger là-dessous.

E4 : Oui je pense.

E3 : Je pense qu'il ne faut pas faire une troisième parce qu'en plus ils vont se lâcher comme c'est un peu abstrait il faut qu'on passe à...

E1 : Avec les ombres moi je pense qu'une fois... Après il y a des questions qui vont venir et là on pourra alimenter parce que là...

E2 : Même nous c'est compliqué.

E3 : On va un peu ramer (ils rigolent)

E4 : Mais moi j'ai déjà compris plein de trucs là depuis que je suis là (ils rigolent) moi Il y a déjà des choses qui vont changer dans ma tête (ils rigolent)

E2 : Déjà c'est...

C : Donc pendant la première séquence...

E3 : Par contre E4. Il est 17h 28 il faut que tu ailles.

E4 : Je vais y aller là désolée

E2 : Donc pendant la première séquence on a les deux séances on sait un peu près où on va.

E3 : De toute façon on n'a pas le choix dans le timing.

E1 : Bah si on veut le faire pendant une semaine...

E2 : La dernière semaine de juin.

E3 : Nous on a des groupes de 21, on en aurait 21 chacune.

E2 : Je pense que je ferai avec les CP aussi.

C : Oui mais nous on va observer seulement la maternelle.

E2 : Après j'ai que 6 CP eh...

E3 : Ah ils ne sont pas nombreux du coup les CP.

E2 : Non non non 2 /3, 1/3 là cette année j'ai pas beaucoup de...

E3 : Ah bah ça va alors.

E4 quitte la salle

E2 : Donc première séquence c'est bon et deuxième séquence on part sur les...

C : Ombres.

E2 : Et on part avec des petits projets sur soit le théâtre d'ombres soit les ombres portées au sol avec fin...

E1 : L'idéal serait de faire des petits ateliers où ils tournent et puis après... mais alors on n'a pas trop de matière on a juste le tri d'images et le dessin sur différents.

E3 : C'est compliqué.

E1 : Eh bah à mettre en œuvre.

E3 : Et puis là... en peu de temps là.

C : Et par rapport aux ombres le problème c'est qu'ils ne comprennent comment on crée une ombre et ils pensent qu'elle est un objet. C'est ce qu'il faut déstabiliser. Ils pensent que c'est un objet et comment on crée une ombre... d'arriver à comprendre que c'est un phénomène l'ombre et pas une chose.

E2 : C'est l'absence de lumière.

E3 : Non mais peut-être avec le théâtre d'ombres justement on va réussir à ça.

C : Comment ?

E3 : Bah justement en fonction de la lumière ou pas, l'intensité de la lumière, on aura des ombres en plus qu'ils vont varier ils vont comprendre ça dépend de la source lumineuse. C'est ça qu'il faut comprendre. Ce que l'ombre...

C : C'est un phénomène.

E3 : Oui c'est un phénomène qui dépend de la source lumineuse, qui je pense qu'il faut qu'on fasse des expériences avec des sources lumineuses différentes.

C : Donc si j'ai bien compris l'objectif final c'est un théâtre d'ombres. Non ? C'est la dernière expérience.

E3 : Moi je serai partie dans un... on a des albums nous, des albums qu'on projette et... donc là je suis dans le noir total et j'ai une lampe torche et donc ça projette les ombres. Donc ça peut faire un petit spectacle et leur dire on va faire la même chose mais avec vous essayer de raconter une histoire mais avec votre corps avec un bras.

E2 : Et comment peut-on faire ?

E3 : Voilà ! Et donc qu'il faut qu'on trouve comment on peut faire. Ça serait sympa parce que là c'est avec des marottes on fait un théâtre d'ombres soit avec des marottes soit avec un livre raconter une histoire et là de leur demander de faire la même chose essaie de raconter... il y a des histoires qu'ils connaissent.

E2 : Et comment peut-on faire.

C : Donc tu préfères qu'on commence comme ça ? Avec l'album ?

E2 : Bah qu'on commence avec quelque chose déjà construit, quelque chose fin soit un théâtre d'ombres soit et leur dire maintenant on va faire la même chose problème bah comment faire ? Comment faire pour faire pareil ? De quoi a-t-on besoin ? Et on va arriver sur les ombres bah oui ça vient d'où comment... c'est l'élément déclencheur finalement.

C : Et la propagation de la lumière ?

E3 : Et peut être en disant, comme là on sait que la lumière on peut repartir de là on sait que la lumière elle est autour de nous quand il y a une source lumineuse elle est autour de nous là je propose quelque chose, j'ai une source lumineuse et avec cette source lumineuse je vais faire de la lumière mais il va y avoir d'autre chose aussi il faut comprendre qu'il y aura effectivement la lumière.

E2 : Des obstacles.

E3 : La lumière, des obstacles il aura quelque chose qui va apparaître.

E2 : Moi je pense non, plus partir sur...

E3 : On fait pas l'évaluation lumière et ombres à la fin ? Tout à la fin ?

C : Qu'est-ce que vous proposez ?

E3 : Mais évaluer ça va être compliqué ah ?

E1 : Plutôt tout à la fin ah ? Voir un petit peu qu'est-ce qu'ils ont tenu.

E3 : Surtout que là en gros on a quatre jours-là. Quatre journées ça veut dire une séance par jour différente.

E2 : Ça va pas trop décompter aussi.

E3 : Oui ça va être... ça va enchaîner eh ?

C : Vous n'avez pas fait beaucoup de sciences pendant toute l'année allez maintenant on va faire une semaine tous les jours (ils rigolent)

E2 : Moi je compte plus partir oui d'un problème entre guillemets comme quand tu fais une séquence sur l'électricité.

E3 : Oui c'est ça.

E2 : Où t'apportes un objet.

E3 : Oui voilà.

E2 : On va essayer de comprendre qu'est-ce qu'il se passe derrière, pour moi c'est pareil on part d'un théâtre d'ombres ou d'un livre et bah maintenant comment ça marche comment on va faire bah ils vont dire on a besoin de marottes d'accord on a de marottes bah no en plein lumière bah non on n'a pas d'ombre on n'a pas... ça va fin... il faut partir aussi de comment...

C : Et l'objectif est toujours comprendre que l'ombre n'est pas un objet.

E2 : Donc peu importe l'objet que je prends il va quand même fin.

E3 : Est-ce que l'ombre justement elle va dépendre de l'objet que tu mettes devant la source. C'est ça aussi qu'il va différer. Elle est au même endroit sur le mûr et en fonction de ce que je vais mettre elle est différente donc c'est que ça vient de l'objet que je place par rapport à la source lumineuse, mais l'ombre n'est pas l'objet. Elle dépend à la fois de la source lumineuse et...

C : Tu parles de la forme de l'ombre maintenant.

E3 : Et de l'objet, ah bah oui il y aura la forme la trace.

C : Qui sera différente mais comment ça les fait penser que c'est un phénomène ?

E3 : Et si je place un autre derrière la source lumineuse. C'est ça il faut essayer de trouver où placer l'objet.

C : Donc ça c'est comment créer l'ombre.

E3 : Voilà.

C : Mais pas que l'ombre ce n'est pas un objet.

E3 : Et déjà c'est bien comment créer une ombre.

E1 : Ils ont déjà une petite idée, ils aiment bien jouer... nous quand on est avec le vidéoprojecteur ça ils voient bien quand ils enlèvent la main il n'y a plus rien quoi. Ça je pense qu'il ne posera pas de...

C : Ce qui pose plutôt problème c'est quand on fait des activités où on donne une feuille avec des ombres déjà dessinées donc là ils pensent que ça c'est un objet mais quand on fait des activités plutôt avec les mains et tout ça...

E3 : Ah oui la silhouette, c'est ça la silhouette l'ombre silhouette une fiche c'est ça ? Même la silhouette c'est pas vraiment l'ombre... c'est pas projetée...

E1 : Là avec toutes les activités de cours ils verront bien fin... ils voient bien que c'est eux qui créent bah leur ombre... ça n'existe pas quoi.

E3 : Moi je pense que quand même l'autre jour on fait ça. En espérant qu'il fasse beau... on peut le matin.

E2 : Voir l'évolution dans la journée et tracer.

E3 : Tracer l'ombre à 9 h du matin et à 13h30-14h.

E2 : Pour moi c'est plus un objet puisque on va se placer notre corps il va être différent donc c'est...c'est... ça veut dire que...

E1 : Nous on n'a pas changé mais il y a quelque chose qui s'est passé. Qu'est-ce qui se passe ? pourquoi l'ombre elle est comme ça quoi ?

E3 : Ce jour-là on peut faire ça, le troisième jour.

E2 : S'il fait beau ! (rigole)

E1 : Oui il fera beau.

E3 : Il fera beau... L'ombre de... c'est intéressant c'est leurs corps. Je pense que c'est bien...

E3 : Moi je pense déjà oui leur proposer le matin.

C : Donc on ne va pas parler de...

E3 : On peut faire représentations initiales voir qu'est-ce qu'il manque ? On peut faire qu'est-ce que...

C : Oui j'imagine que ça ne va pas prendre beaucoup de temps. Ce n'est pas... 5-10 minutes ? Pour voir qu'est-ce qu'ils en pensent.

E3 : À l'oral. Donc un, représentations à l'oral.

C : Mais la propagation rectiligne de la lumière, c'est quelque chose qu'on ne va pas toucher ?

E3 : Si bah je pense justement. Quand on va essayer de faire de l'ombre. On va bien voir qu'en fonction de là où on met la source lumineuse, en fonction d'où on se place on voit bien qu'il y a une propagation. Je pense qu'on travaillera au même temps que l'ombre.

C : Ok, on va voir comment ça va marcher.

E3 : On teste.

C : C'est juste pour avoir les objectifs clairs. Parce qu'on a dit dans les deux premières séances on s'intéresse à la lumière comme entité autonome, donc là dans cette séance quel est notre objectif ?

E3 : Bah la propagation rectiligne de la lumière.

C : Ok donc ça c'est l'objectif de la séance, et chaque activité peut avoir un autre objectif qui...

E3 : Oui oui... pour la trois, ce jour-là c'est pareil.

C : Donc là ils vont comprendre que la lumière se propage.



E3 : Voilà de manière rectiligne.

E1 : Donc il faut une ombre à 9h, une ombre à 14h c'est ça ?

E3 : Oui c'est ça.

C : S'il y a du soleil.

E1 : Ils choisissent un endroit ils dessinent.

C : Et s'il n'y a pas ? Peut-être qu'il faut avoir un plan B parce qu'on est en Bretagne.

E1 : Bah s'il y a pas de soleil là ça devient...

E3 : On fera le lendemain, on va faire un jour où, en fonction de la météo... il faut un moment donné on ne va pas... faire ça cette semaine ah ? (Le temps était mauvais la semaine de notre réunion)

C : Mais si on dit qu'on va faire ça la semaine après le 24, c'est-à-dire lundi 25 jusqu'au vendredi 29.

E2 : Il n'y a pas beaucoup de marge.

C : Oui et on ne peut pas dire... parce qu'en fait lundi il faut faire la première séance, mardi la deuxième, mercredi il n'y a pas, jeudi on va faire la première pour les ombres et vendredi la deuxième pour les ombres et l'évaluation et c'est tout. On peut pas dire ah lundi il fait beau on va faire...

E3 : Oui c'est ça on peut pas changer bah on essaie de le faire voilà et sinon bah tant pis.

E1 : Sinon l'ombre.

E3 : Sinon voilà ou avec un projecteur en fonction de comment on incline aussi voir que l'ombre n'est pas la même si on déplace. Si on peut ça c'est une option.

E2 : Option un, option deux.

E3 : Voilà et si on arrive pas c'est un petit plus de comprendre avec son corps mais sinon c'est faire essayer de... est-ce qu'on essaie avec le même objet... on leur demande de déjà faire bouger l'ombre et qu'elle devienne avec des tailles différentes ça peut être ça aussi...

C : Ça peut être un autre objectif.

E2 : Comment faire des ombres différentes avec le même objet.

E1 : Tu donnes quand même la réponse. Ça veut dire que c'est possible.

E2 : On a vu que c'était possible... (rigole) peut-on faire ?

E1 : Si tu... il faut qu'ils voient quand ils dépassent l'objet que l'ombre peut varier. Je pense que c'est plus comme ça que je le verrai. Si tu leur dis trouver différentes positions bah t'as un peu suggéré la réponse ils vont... Ils vont tâtonner et puis... mais est-ce qu'ils s'en doutaient ou pas et ils ont rien découvert... parce qu'aussi s'aperçoivent que l'ombre elle a grandi d'un coup ah tient qu'est-ce que s'est passé ? Après ça dépend des questions qui vont te poser derrière et là tu pourras agrandir plus facilement, et là ça vient d'eux, ça vient d'eux ça vient pas de...

E3 : Est-ce qu'on leur montre le petit théâtre d'ombres ?

E1 : Mais c'est peut-être le plan B ça oui.

C : Est-ce que vous avez tous des vidéoprojecteurs dans vos classes ?

E1 : Bah moi d'ici là j'aurai oui.

E3 : Mais soit avec des petits marionnettes soit...

E1 : Moi j'ai ce qu'il faut j'ai des marottes donc j'ai...

C : Et toi ?

E2 : Oui oui oui c'est pas...

E3 : Moi aussi j'ai ce qu'il faut.

C : Ok donc ça c'est pour la propagation rectiligne de la lumière ou comment créer une ombre ?

E1 : Bah tu peux faire les deux hein...

C : C'est quel objectif ?

E3 : Là ça va être créer une ombre déjà pour eux mais c'est un peu.

C : Donc est-ce que on leur montre comment faire ou...

E3 : Moi je pense créer une ombre la séquence trois et séance quatre c'est pourquoi ça fonctionne et c'est la propagation rectiligne de la lumière.

E2 : Ça serait déclencher en fait créer une ombre déclenche le...

E3 : Le processus-là.

E2 : Voilà on déclenche tout et après on essaie le bah comment ça fonctionne.

E3 : Comment... pourquoi... parce que là on va déjà représentation orale qu'est-ce que l'ombre on va avoir quelques mots ils font l'ombre avec leurs corps le matin ou on travaille le théâtre d'ombres et de toute façon c'est un petit plus le corps sinon on leur présente la petite... le petit livre la petite mise en scène le théâtre d'ombres et là on leur propose à eux d'imaginer une histoire ou faire quelque chose raconter soit avec leur corps soit avec des objets et à ce moment-là s'ils nous demandent du matériel on peut avoir du matériel il y a aussi... s'il fait beau on peut être dehors j'en sait rien imaginer les ombres et autrement on a des lampes torches un projecteur on a des choses qui peuvent aider à avoir des...

E1 : Après ça serait bien qu'on ait tous les mêmes objets fin... un peu près les mêmes options les mêmes objets pour pouvoir comparer genre un pantin je pensais un truc oui qui soit un peu... on peut dire un Playmobil on a souvent dans l'école mais qu'on puisse après nous voir.

E3 : Comparer oui c'est vrai.

E1 : Je pense qu'il faut ça mais ça peut se faire ah ? Ils aiment bien avec le Playmobil.

E3 : On peut faire avec...

E1 : Tu peux inventer une petite scène avec un Playmobil des lego fin.

E3 : Oui ça peut être bien.

E1 : Lego fin.

E3 : Playmobil oui. Donc nous on leur raconte l'histoire avec le théâtre d'ombres, et après on leur donne des Playmobil.

E1 : Oui Playmobil ou lego tu vois je pense les lego si tu veux faire le petit chaperon rouge c'est un truc qu'on peut f... et on voit bien là comme c'est des trucs rectangulaires tu peux avoir des ombres.

E3 : Nets.

E1 : Et puis on tous le matériel sûr la main, ou des Playmobil ah ça a pas de...

E3 : Moi j'ai le théâtre d'ombres justement du petit chaperon rouge.

E1 : Et puis ça ne les pose pas de problème à créer ils savent on fait...

C : Là on parle de ce qu'on va leur monter ou de ce qu'ils vont faire après ?

E3 : De ce qu'ils vont faire.

E1 : De ce qu'ils vont faire.

C : Donc là ça ne sera pas avec le corps ?

E1 : Bah si on n'a pas le corps si on n'a pas de soleil cette semaine-là, il faut trouver une solution.

E3 : Mais ça peut être fin nous on l'a fait avec le corps fin on a un drap et...

C : Oui s'il y a un drap.

E1 : Ah oui on peut faire.

E3 : Dans la salle de motricité on peut faire.

E2 : On a le vidéoprojecteur là et ils se mettent entre le vidéoprojecteur et le drap et les autres élèves ils sont là ils voient.

E3 : C'est à eux de trouver comment. Ou ils peuvent se mettre par groupe et créer des histoires et après faire ça comme un théâtre et montrer aux autres.

E2 : Pour qu'ils puissent faire ça ils vont devoir se poser des questions sur comment on fabrique nanana et après il faut bien qu'on arrive à leur dire bah voilà comment on arrive vers le savoir scientifique.

E3 : Moi j'ai ça comme livre par exemple, c'est ça le théâtre d'ombres...

E1 : D'accord.

E3 : C'est un livre.

E1 : Ah d'accord c'est là-dessus je savais pas.

E3 : Et en fait t'as des différents décors et donc.

E1 : C'est éclairé par... avec une source lumineuse derrière. D'accord.

E3 : Et en fait ça projette en fon... comment tu l'orientes ça projette sur le mur.

C : Quand t'as dit vidéoprojecteur j'imaginai l'autre comme pour les slides.

E1 : Le diapos oui mais c'est ça. Avec le drap c'est ça oui.

E3 : Mais ça c'est pour leur raconter une histoire et dire comment ça fonctionne fin voilà.

E1 : Oui bah si on veut des ombres il faut un lecteur de diapo sinon il n'y a pas assez de puissance.

E3 : Nous on a un projecteur à lumière aussi qui chauffe un peu mais on a... ça chauffe.

E2 : Un rétroprojecteur ?

E1 : Non ! Un projecteur de diapo ça c'est, peut être t'est trop jeune pour connaître ça.

E2 : Si si si je me souviens de ça moi quand je...

E1 : À l'école ! Quand t'étais à l'école voilà.

E2 : Non non j'ai un ancien je crois dans le grenier je vais voir.

E1 : Oui voilà ça traîne encore dans le grenier d'écoles, et c'est ça oui si tu veux avoir vraiment de la...

E2 : Après on en a soit d'autres collègues soit d'autres écoles.

E1 : Voilà il y en a toujours un qui traîne un projecteur de diapo, le drap ça c'est pas un problème mais ça, ça peut être ça aussi. Alors...

E2 : Mais il faut animer un truc oui très simple pour que... au niveau d'histoire.

E3 : Bah surtout qu'on a pas le temps là.

E2 : Bah en fait si.

E1 : Bah c'est pour ça que le petit chaperon rouge c'est... ou les trois petits cochons des trucs qui ils ont pas à réfléchir ils connaissent l'histoire.

C : Oui l'histoire c'est beaucoup plus facile.

E3 : Oui c'est ça.

E1 : Quasiment par cœur et c'est plus facile à mettre à scène.

E3 : Bah c'est long de mettre en scène quand même... à raconter.

E1 : Oui mais on racontera pas tout. Voilà on fait je sais pas... il frappe ou il va avoir le loup auprès du lit la grand-mère qui a les grands dents.

E3 : Oui mais du coup c'est vraiment de comprendre comment on fabrique les ombres, voilà c'est ça.

E2 : Ils vont tester ils vont essayer ils vont se rendre compte qu'il faut se mettre devant derrière.

E1 : Voilà c'est ça devant derrière.

E2 : Et à formaliser... après c'est-à-dire voilà moi je fabrique les ombres il faut qu'il y ait une source lumineuse.

E1 : Voilà le mettre pas n'importe où... déjà ça ils ont...

E2 : Déjà comprendre ça.

E1 : Il faut juste entre les deux et après si je veux agrandir par exemple si je pense au loup si tu veux faire un loup qui est tout petit et puis il se lève d'un coup pour manger comment faire pour que le loup il ait vraiment méchant qu'ils soient grand et bah comment je fais avec mes ombres.

C : Donc là c'est l'idée rétrécir et agrandir une ombre.

E1 : Bah voir comment on joue sur l'ombre avec la lumière pour avoir.

C : Pour changer la taille de l'ombre il faut bouger la source lumineuse.

E1 : Voilà il faut se placer différemment.

C : Ou lui-même si la source lumineuse.

E1 : Oui voilà il y a forcément une distance il y a une notion de distance.

C : Est-ce que c'est peut-être un autre objectif ?

E3 : Mais voir aussi qu'en fonction... fin il faut bien placer l'objet fin si je place là.

C : Oui c'est pour ça il faut prendre les choses par... parce que si je comprends bien le théâtre d'ombres et c'est une idée dans le cadre d'expression artistique et culturelle.

E2 : Pourquoi on cherche pas un petit loup un grand loup et voilà rien que les faire comprendre.

E1 : Un petit loup voilà il y en a qui fait le petit chaperon rouge qui est petit, il y a le loup qui est à côté et puis il y a voilà il vient toute suite remonter comme on voit dans les livres ou c'est lui qui occupe vraiment toute la page et...

E3 : Oui et puis il faut qu'ils comprennent...

E1 : Et bah ça si tu peux le faire dehors c'est l'idéal, si on est dehors bah ils verront bien entre 9 h et 14h.

E2 : Où se trouve le soleil où se trouve le corps et où se trouve l'ombre, et ils peuvent prendre des photos.

E3 : Oui on prendra des photos.

E2 : On part juste sur l'histoire du loup en fait.

E3 : Mais il faudra pour moi la séance du jeudi et du vendredi.

E1 : Oui il faut deux séances.

E3 : Et on va terminer là.

C : Oui... après il faut laisser un peu pour l'évaluation.

E2 : Le théâtre d'ombres tout ça on ou les ombres dans la cour, ça c'est la séance 3 et séance 4 c'est comment... vous allez fabriquer c'est ça.

E3 : Moi je pense que 3, la première séance sur l'ombre déjà on leur parle du mot ombre qu'est-ce que ça évoque pour vous, représentations initiales, on n'a pas de dessin, deux on essaie de faire l'ombre avec leur corps à 9h et à 14h.

E2 : Et en plus on fait de toute façon.

E3 : On leur fait le petit théâtre d'ombres, déjà ça va prendre du temps ça.

E2 : Pour moi ça c'était séance 3.

E3 : Voilà et à la séance 4 le lendemain on fait le... c'est à eux de créer leur théâtre d'ombres.

C : Donc après avoir montré le théâtre d'ombres.

E3 : Si on a le temps on commence à réfléchir dans le groupe.

C : Mais si on montre juste ça qu'est-ce qu'on a réussi comme activité ? De leur monter quelque chose et leur demander de faire la même chose ? Ou après ça on fait un questionnaire qu'est-ce que vous avez observé pourquoi...

E2 : Moi je partirai pas sur la technique je partirai plus sur... maintenant vous allez essayer faire pareil et qu'ils essaie de chercher comment faire de quoi on a besoin.

E3 : Parce qu'en trois quart d'heure l'ombre de leur corps ça on aura juste peut-être un quart d'heure où on leur demande commencez à chercher en fait, à manipuler et comme ça le lendemain.

E1 : Ils mettent en pratique et puis...

E2 : Ils testent ils essaient, ah tiens regarde ah tu vois regarde et nous on est là pour t'as vu ça change pourquoi qu'est-ce que t'as changé ?

E3 : Et puis il faut essayer avec des petits lampes torches qui éclairent peu qui éclairent un tout petit peu ou peut être essayer avec la lumière naturelle voir comment ça fonctionne.

E1 : Donc il y aurait une première séance où ils testent fin une première séance où on expérimente différentes choses autours les ombres et la deuxième ils testent on essaie de synthétiser à la fin... Parce qu'on a vu le temps qu'on a on arrivera pas faire mieux on peut mais on sache un peu comme ça l'année prochaine si on veut un peu prolonger on aura quand même une base de départ.

E2 : Bah c'est surtout comprendre voilà où est la source lumineuse où est... pour moi c'est déjà.

E1 : La source lumineuse c'est pas un objet il est déjà pas mal.

E3 : Bah si l'objet fin.

C : C'est que l'ombre n'est pas un objet.

E1 : L'ombre n'est pas un objet et après selon où je me place par rapport à la source lumineuse ça c'est déjà pas mal eh ?

E3 : Comprendre que l'ombre.

C : Oui mais ça c'est le côté c'est ce qu'il faut comprendre.

E3 : Ah bah ça c'est compliqué ça.

E2 : Moi je vais devoir y aller.

E1 : Moi j'ai aussi un RDV à 18h.

E3 : Il faut comprendre que ce n'est pas que la trace.

C : Oui que l'ombre c'est ici ce n'est pas ici (montre un exemple sur place en utilisant sa main)

E3 : Oui mais l'ombre est là, elle est entre là et là.

C : Oui, ça commence par là.

E3 : Oui ça va partout, elle est partout là.

C : Oui elle est là justement parce que la lumière se propage d'une manière rectiligne on va l'avoir seulement ici parce qu'ici la lumière passe, ici il y a juste un objet opaque.

E3 : Un obstacle et du coup.

C : Donc ici ça va former.

E3 : Une trace.

C : Une ombre.

E3 : Bah si on arrive à ça déjà.

E1 : Déjà c'est pas mal eh ?

E2 : Déjà faire ça et voir ça je pense qu'on aura des choses après quand on va refaire la séquence on va avoir d'autre chose raconter d'autres problèmes comment.

E1 : Bah là c'est peut-être oui première expérience pour voir.

E2 : Pour se rendre compte de... vu que nous on a du mal (rigole) on pourra que l'améliorer après.

E1 : Voilà.

C : Oui bien sûr.

E2 : Et on aura des choses à dire.

## Annexe n° 4 : Le scénario pédagogique 1- Fiches de préparation

Séquence	La lumière
Domaine(s)	Explorer le monde
Séance	Séance 1

Ce que les élèves doivent apprendre	
Compétence visée de fin de cycle	<b>Utiliser, fabriquer, manipuler des objets :</b> <ul style="list-style-type: none"><li>● Constaté des régularités et des manifestations de phénomènes physiques (lumière)</li><li>● Utilisations multiples d'instruments et d'objets ou de phénomènes naturels (soleil) pour réaliser des phénomènes physiques (lumière et ombres).</li></ul>
Objectif	Comprendre que la lumière est une entité autonome Différencier « lumière » et « source lumineuse »
Pré-requis	

Ce que je vais demander aux élèves pour qu'ils parviennent à apprendre
--

Modalités	Matériel	Déroulement
Collectif Ecrit 5'	1 feuille par élève	Etape 1 : représentations initiales  Demander aux élèves : « Pour vous, qu'est-ce que la lumière ? Chacun va essayer de dessiner la lumière sur sa feuille. »  Laisser les élèves dessiner.
Collectif Oral 5'	Affiche pour noter les propositions des élèves	Etape 2 : mise en commun  L'enseignant note toutes les propositions sur une affiche collective.
Collectif Oral 20'	« Doudous » préalablement cachés dans une salle (obscurité totale)	Etape 3 : chasse au trésor (« les doudous »)  Expliquer aux élèves qu'ils vont participer à une chasse au trésor. Ils vont devoir retrouver tous les doudous qui se sont cachés dans la salle.  Laisser les élèves chercher les doudous.  <b>Peut-on laisser des élèves aller en exploration dans la salle plongée dans l'obscurité ? La peur du noir limitera les candidats mais peut être un bon point de départ pour constater l'échec de la recherche et la nécessité de trouver une solution.</b>  Obstacles possibles : <ul style="list-style-type: none"> <li>- un élève demande « d'allumer la lumière » = l'interrupteur ne fonctionne pas</li> <li>- un élève souhaite utiliser une lampe =</li> <li>- un élève souhaite ouvrir les volets =</li> </ul> La chasse au trésor se termine lorsque tous les doudous ont été retrouvés.
Collectif Oral 10'	Affiche pour noter les remarques des élèves	Faire un retour sur le problème : « les doudous étaient dans le noir »  « Comment avons-nous fait pour voir les doudous ? » : rappeler les solutions envisagées et les noter (=critères de réalisation).  Faire émerger la différence entre la « lumière » (« allumer la lumière ») et la source lumineuse (lexique).

Comment je sais qu'ils savent	
Critères de réalisation :  Définis en fonction de ce que les élèves vont proposer pour répondre à la question : comment avons-nous fait pour voir les doudous ?	Critères de réussite :  Trier sans erreur des images (présence ou non de lumière) lors de la séance 2



Séquence	La lumière
Domaine(s)	Explorer le monde
Séance	Séance 2

Ce que les élèves doivent apprendre	
Compétence visée de fin de cycle	<p>Utiliser, fabriquer, manipuler des objets :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Constaté des régularités et des manifestations de phénomènes physiques (lumière)</li> <li>• Utilisations multiples d'instruments et d'objets ou de phénomènes naturels (soleil) pour réaliser des phénomènes physiques (lumière et ombres).</li> </ul>
Objectif	Comprendre que la lumière est une entité autonome Différencier « lumière » et « source lumineuse »
Pré-requis	

Ce que je vais demander aux élèves pour qu'ils parviennent à apprendre		
Modalités	Matériel	Déroulement
Collectif Oral 15'	Images de Tableaux plastifiées  Tableau de la classe Aimants	<p>Etape 1</p> <p>Montrer aux élèves des images d'œuvres d'art une par une en leur demandant à quoi elles font penser. Essayer d'arriver à la notion de lumière ou bien l'annoncer. Puis demander aux élèves de trier les œuvres collectivement : celles qui évoquent la lumière et les autres non.</p> <p>(montrer des images des tableaux de Monet, les nymphéas. Observer les différentes lumières. , Expliquer qu'ils ont été peints à différents moments de la journée ou de l'année, lorsque l'intensité de la lumière est différente. Expliquer aussi que Monet souffrait d'une maladie des yeux et qu'il ne voyait plus de la même façon à la fin de sa vie)</p>
Par équipes de 2 ou 3 15	Images et boîtes de tri	<p>Etape 2 : manipulation par groupes de 2-3</p> <p>Par équipes de 2-3 élèves, demander aux élèves de trier d'autres images qui évoquent la lumière ou qui ne l'évoquent pas.</p>
Collectif Oral 5'	Affiche pour noter les remarques des élèves	<p>Etape 3 : chasse au trésor (« les doudous »)</p> <p>Faire un retour sur ce qu'est la lumière. Observer dans la classe où se trouve la lumière. (partout et non pas la source lumineuse)</p> <p>Noter les définitions des enfants comme trace collective en collant une ou deux images qui illustrent bien la lumière.</p>

Comment je sais qu'ils savent	
Critères de réalisation : Trier des images qui évoquent ou pas la lumière ?	Critères de réussite : Trier sans erreur des images (présence ou non de lumière) lors de la séance 2

Séquence	L'ombre
Domaine(s)	Explorer le monde
Séance	Séance 3

Ce que les élèves doivent apprendre	
Compétence visée de fin de cycle	<p>Utiliser, fabriquer, manipuler des objets :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Constater des régularités et des manifestations de phénomènes physiques (l'ombre par rapport à une source lumineuse)</li> <li>• Utilisations multiples d'instruments et d'objets ou de phénomènes naturels (soleil) pour réaliser des phénomènes physiques (lumière et ombres).</li> </ul>
Objectif	<p>Comprendre la propagation rectiligne de la lumière qui explique le phénomène de l'ombre. Toujours associer l'ombre à sa source lumineuse.</p> <p>Comprendre que l'ombre n'est pas que la trace au sol ou au mur. (notion d'ombre portée).</p>
Pré-requis	avoir compris que la lumière est une entité autonome.

Ce que je vais demander aux élèves pour qu'ils parviennent à apprendre		
Modalités	Matériel	Déroulement
Collectif Oral 10'	Affiche pour noter les propositions des élèves	<p>Etape 1 : représentations initiales</p> <p>Demander aux élèves : « Pour vous, qu'est-ce que l'ombre ? »</p> <p>Noter les remarques au tableau sur l'affiche</p>
Par équipes de 2 2 fois 10'	Craies Cour de l'école	<p>Etape 2 : tracer l'ombre de son corps par équipe de 2 (un enfant trace le contour de l'ombre de son camarade sur le sol et inversement)</p> <p>A deux moments distincts de la journée, tracer le contour de l'ombre de son corps par rapport au soleil. Ecrire son prénom dans sa silhouette. Utiliser 2 couleurs de craies différentes pour les deux moments (une à 9h et une à 14h par exemple). Observer et décrire le résultat obtenu. Expliquer pourquoi.</p>
Collectif Oral 5'	Affiche pour noter les	<p>Etape 3 :</p> <p>Faire un retour sur ce qu'est l'ombre. Insister sur la notion d'ombre par rapport à une source lumineuse.</p>

	remarques des élèves	
--	----------------------	--

Comment je sais qu'ils savent	
Critères de réalisation : Tracer le contour de la trace de son ombre au sol. Réussir à faire des ombres avec des objets avec des sources lumineuses différentes	Critères de réussite : Comprendre que l'ombre n'est pas un objet et qu'elle varie en fonction de la source lumineuse

Séquence	L'ombre
Domaine(s)	Explorer le monde
Séance	Séance 4

Ce que les élèves doivent apprendre	
Compétence visée de fin de cycle	<b>Utiliser, fabriquer, manipuler des objets :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Constater des régularités et des manifestations de phénomènes physiques (l'ombre par rapport à une source lumineuse)</li> <li>• Utilisations multiples d'instruments et d'objets ou de phénomènes naturels (soleil) pour réaliser des phénomènes physiques (lumière et ombres).</li> </ul>
Objectif	Comprendre la propagation rectiligne de la lumière qui explique le phénomène de l'ombre. Toujours associer l'ombre à sa source lumineuse. Comprendre que l'ombre n'est pas que la trace au sol ou au mur. (notion d'ombre portée).
Pré-requis	avoir compris que la lumière est une entité autonome.

Ce que je vais demander aux élèves pour qu'ils parviennent à apprendre		
Modalités	Matériel	Déroulement
Collectif Oral 10'	Théâtre d'ombre Classe dans l'obscurité Source lumineuse (projecteur)	Etape 1 : théâtre d'ombres Raconter une histoire aux enfants avec un théâtre d'ombres. Leur demander à la fin de l'histoire comment l'enseignant-e a fait pour raconter l'histoire. Est-ce que c'est comme d'habitude ? arriver à la notion d'ombre d'un objet par rapport au projecteur.
par petits groupes 20'	Playmobils Drap blanc ou mur blanc	Etape 2 : invente une histoire en utilisant les ombres de jouets par rapport à un projecteur

	Source lumineuse	Par équipes de 3-4, inventez une petite histoire que vous raconterez avec les ombres des personnages qui vous sont proposés.
Collectif Oral 5'	Affiche pour noter les remarques des élèves	Etape 3 : Compléter la fiche sur les ombres. Insister sur le fait que l'ombre n'est pas un objet et que c'est ce qui se trouve entre l'objet et sa trace sur un support.

Comment je sais qu'ils savent	
<p>Critères de réalisation :</p> <p>Tracer le contour de la trace de son ombre au sol.</p> <p>Réussir à faire des ombres avec des objets avec des sources lumineuses différentes</p>	<p>Critères de réussite :</p> <p>Comprendre que l'ombre n'est pas un objet et qu'elle varie en fonction de la source lumineuse</p>

## Annexe n° 5 : Photos des caméras utilisées



Figure 1-La caméra K1





Figure 2-La caméra K2

Figure 3-La caméra K3

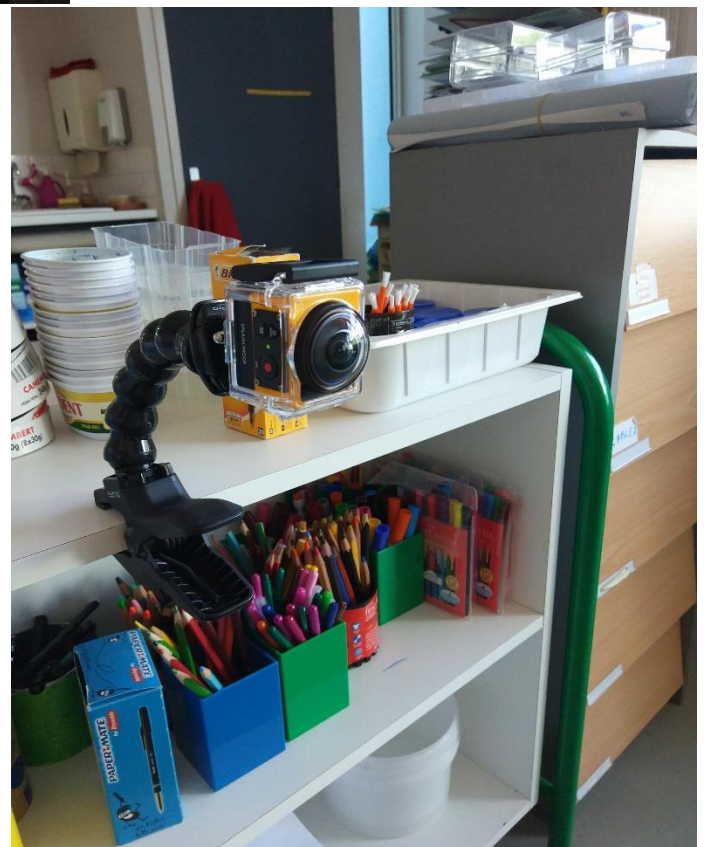


Figure 4-La caméra 360°degrés

## Annexe n° 6 : Guide d'analyse pour les séances d'enseignement

### « Guide » d'analyse pour les séances d'enseignement

Afin de procéder à l'analyse des vidéos de classe, nous faisons un rappel de l'objectif du projet. Nous voulons proposer un enseignement sur la lumière et les ombres basé sur un modèle précurseur (article envoyé avant la première rencontre et expliqué au début de notre réunion). Un modèle précurseur se situe entre les connaissances préalables des élèves et le modèle savant concernant le phénomène étudié.

Dans notre cas, selon Ravanis, un modèle précurseur chez les enfants de 5 à 7 ans pour la construction des phénomènes optiques élémentaires comporte deux notions :

- (a) La lumière conçue comme une entité distincte et autonome dans l'espace qui se déplace et peut interagir avec les objets. Il convient aussi de distinguer la lumière elle-même et les sources lumineuses.
- (b) La formation des ombres conçue comme le produit d'un mécanisme d'obstruction de la lumière par les objets opaques.

La grille d'analyse que nous proposons est divisée en deux parties. D'un côté nous souhaitons analyser les tâches proposées pour la séquence d'enseignement par rapport aux objectifs du modèle précurseur. D'un autre côté nous analysons les activités qui sont réalisées dans la classe par rapport aux tâches proposées dans la fiche de préparation. Donc pour chacune de 4 séances nous analysons avec l'aide de la grille suivante :

#### Première séance

Tableau 1. Modèle précurseur-fiche de préparation

Axes d'observation	Points d'appui	Points qui interrogent
Objectifs du modèle précurseur	Comprendre que la lumière est une entité autonome Différencier lumière et source lumineuse	La lumière est une notion complexe pour l'enseignant (connaissances à mettre à jour)
Objectifs de la 1 <sup>ère</sup> tâche	Représentation initiale	Le mot lumière est trop générique et éloigné de la représentation des enfants
Objectifs de la 2 <sup>ème</sup> tâche	Affiche des représentations initiales	Que vont faire les enfants ?
Objectifs de la 3 <sup>ème</sup> tâche	Chasse aux doudous Suggestion de sources lumineuses pour résoudre la tâche	

Commentaires personnels	Représentation lumière	Proposer une expérience (laquelle?) sur la lumière afin que les enfants visualisent le phénomène physique
-------------------------	------------------------	---

Tableau 2. Fiche de préparation-séance dans la classe

Axes d'observation	Points d'appui	Points qui interrogent
Objectifs des tâches proposées	Comprendre que le lumière est une entité autonome Différencier lumière et source lumineuse	
Objectifs réalisés en classe de la 1 <sup>ère</sup> activité	Représentation initiale « qu'est-ce que la lumière ? » <ul style="list-style-type: none"> <li>• mot clé <b>soleil</b></li> </ul> <p>Le soleil est intéressant car il est plus adapté pour faire émerger l'idée d'entité autonome. Il faudrait pouvoir orienter le débat sans pour autant induire des réponses des enfants. On pourrait ainsi voir ce que les enfants associent avec le mot soleil.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les mots clés sont <b>ampoule, électricité</b></li> </ul> <p>Les enfants associent la lumière à l'électricité et l'ampoule laissant supposer que le phénomène électrique crée la lumière. Le mot lumière est trop générique et éloigné de la représentation des enfants</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Faiblesse des dessins . Représentation de la lumière ?</li> </ul>
Objectifs réalisés en classe de la 2 <sup>ème</sup> activité	Affiche des propositions	Support non utilisé par l'enseignant . Ce n'est pas un document synthétique qui permet de visualiser clairement les représentations initiales
Objectifs réalisés en classe de la 3 <sup>ème</sup> activité	Chasse aux doudous <p>Les enfants proposent d'utiliser une source lumineuse pour casser le noir. Ils suggèrent naturellement différentes sources (porte ouverte, volet lampe torche).</p> <p>Ceci est un point d'appui futur pour caractériser la lumière en tant qu'unité autonome.</p> <p>La manipulation reste une force de l'expérimentation et permet au plus grand nombre de participer à(sources d'interrogations du vécu)</p>	<p>Source lumineuse (lumière extérieure) pourrait être approfondie sous la problématique que se passe-t-il lorsque la porte s'ouvre ?</p> <p>NB (dispositif expérimental) Les enfants privilégient le tâtonnement (trop facile). Attention à cacher les doudous à différentes hauteur pour rendre la chasse complexe.</p>
Commentaires personnels		<i>La séance 1 n'a pas atteint les objectifs. Préparation de la séance mal comprise par l'enseignant : les objectifs définis en réunion collective n'ont pas assez été repris au cours de la séance. La reconduire avec un autre groupe pourrait s'avérer judicieux.</i>

Dans le cas où il n'y aurait pas de correspondance entre les objectifs je forme une hypothèse pour expliquer la raison.

**Deuxième séance** (Pour la deuxième séance deux fiches de préparation ont été déposées sur Google Drive. Il faut compléter en fonction de la fiche de préparation consultée pour préparer la séance)

Tableau 3. Modèle précurseur-fiche de préparation

Axes d'observation	Points d'appui	Points qui interrogent
Objectifs du modèle précurseur	Comprendre que le lumière est une entité autonome Différencier lumière et source lumineuse	Les enfants ont une perception du sujet d'étude : la lumière. Il faut désormais réussir à se rapprocher du modèle précurseur
Objectifs de 1 <sup>ère</sup> tâche	Montrer des images des nymphéas de Monet et observer les différences de luminosité	
Objectifs de la 2 <sup>ème</sup> tâche	Tri d'images évoquant la lumière	Pertinence des critères de tri ?
Objectifs de la 3 <sup>ème</sup> tâche	Chasse aux doudous	? rappel de la séance pour faire émerger la notion de source lumineuse
Commentaires personnels		

Tableau 4. Fiche de préparation-séance dans la classe

Axes d'observation	Points d'appui	Points qui interrogent
Objectifs des tâches proposées	Comprendre que le lumière est une entité autonome Différencier lumière et source lumineuse	
Objectifs réalisés en classe de la 1 <sup>ère</sup> activité	Observer les différences de lumière entre les tableaux des nymphéas de Monet	Les enfants perçoivent la différence de luminosité. Ils évoquent des couleurs. Les mots jour/nuit sont prononcés. Est-ce à dire qu'ils perçoivent la notion de source lumineuse.
Objectifs réalisés en classe de la 2 <sup>ème</sup> activité	Tri d'images évoquant la lumière	Critères de tri
Objectifs réalisés en classe de la 3 <sup>ème</sup> activité		



Commentaires personnels		
-------------------------	--	--

### Troisième séance : les ombres

Tableau 5. Modèle précurseur-fiche de préparation

Axes d'observation	Points d'appui	Points qui interrogent
Objectifs du modèle précurseur	La formation des ombres conçue comme le produit d'un mécanisme d'obstruction de la lumière par les objets opaques.	Prérequis notion de source lumineuse est à confirmer
Objectifs de 1 <sup>ère</sup> tâche	Représentations initiales	
Objectifs de la 2 <sup>ème</sup> tâche	Tracé des ombres à 2 moments différents de la journée	
Objectifs de la 3 <sup>ème</sup> tâche	Définition de l'ombre	
Commentaires personnels		

Axes d'observation	Points d'appui	Points qui interrogent
Objectifs des tâches proposées	Comprendre que la lumière est une entité autonome Différencier lumière et source lumineuse	
Objectifs réalisés en classe de la 1 <sup>ère</sup> activité	Représentation initiale « qu'est-ce que la lumière ? »  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mot clé <b>soleil</b></li> </ul> Le soleil est intéressant car il est plus adapté pour faire émerger l'idée d'entité autonome. Il faudrait pouvoir orienter le débat sans pour autant induire des réponses des enfants. On pourrait ainsi voir ce que les enfants associent avec le mot soleil.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les mots clés sont <b>ampoule, électricité</b></li> </ul> Les enfants associent la lumière à l'électricité et l'ampoule laissant supposer que le phénomène électrique crée la lumière. Le mot lumière est trop générique et éloigné de la représentation des enfants <ul style="list-style-type: none"> <li>• Faiblesse des dessins. Représentation de la lumière ?</li> </ul>
Objectifs réalisés en classe de la 2 <sup>ème</sup> activité	Affiche des propositions	Support non utilisé par l'enseignant.

		Ce n'est pas un document synthétique qui permet de visualiser clairement les représentations initiales
Objectifs réalisés en classe de la 3 <sup>ème</sup> activité	<p>Chasse aux doudous</p> <p>Les enfants proposent d'utiliser une source lumineuse pour casser le noir.</p> <p>Ils suggèrent naturellement différentes sources (porte ouverte, volet, lampe torche).</p> <p>Ceci est un point d'appui futur pour caractériser la lumière en tant qu'unité autonome.</p> <p>La manipulation reste une force de l'expérimentation et permet au plus grand nombre de participer à l'expérience (sources d'interrogations du vécu)</p>	<p>Source lumineuse (lumière extérieure) pourrait être approfondie sous la problématique que se passe-t-il lorsque la porte s'ouvre ?</p> <p>NB (dispositif expérimental) Les enfants privilégient le tâtonnement (trop facile). Attention à cacher les doudous à différentes hauteurs pour rendre la chasse complexe.</p>
Commentaires personnels		<p><i>La séance 1 n'a pas atteint les objectifs. Préparation de la séance mal comprise par l'enseignant : les objectifs définis en réunion collective n'ont pas assez été repris au cours de la séance.</i></p> <p><i>La reconduire avec un autre groupe pourrait s'avérer judicieux.</i></p>

Tableau 6. Fiche de préparation-séance dans la classe

Dans le cas où il n'y aurait pas de correspondance entre les objectifs je forme une hypothèse pour expliquer la raison.

#### Quatrième séance les ombres - théâtre d'ombres

Tableau 7. Modèle précurseur-fiche de préparation

Axes d'observation	Points d'appui	Points qui interrogent
Objectifs du modèle précurseur	La formation des ombres conçue comme le produit d'un mécanisme d'obstruction de la lumière par les objets opaques. : l'ombre n'est pas un objet	
Objectifs de 1 <sup>ère</sup> tâche	Théâtre d'ombres par le maître	
Objectifs de la 2 <sup>ème</sup> tâche	Théâtre d'ombres par les enfants	

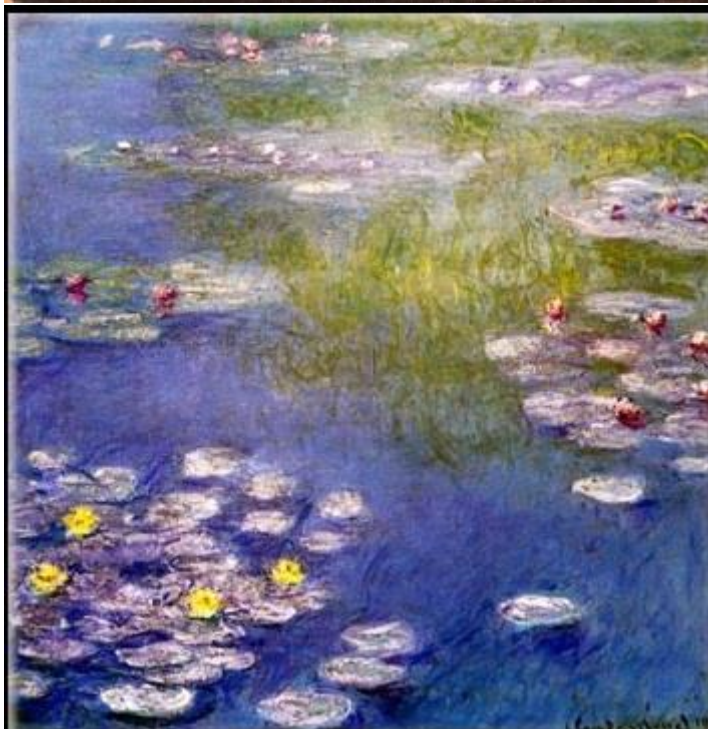
Objectifs de la 3 <sup>ème</sup> tâche	Fiche ombres : l'ombre n'est pas un objet	
Commentaires personnels		

Axes d'observation	Points d'appui	Points qui interrogent
Objectifs des tâches proposées	Comprendre la propagation rectiligne de la lumière qui explique le phénomène de l'ombre. Toujours associer l'ombre à sa source lumineuse.  Comprendre que l'ombre n'est pas que la trace au sol ou au mur. (notion d'ombre portée).	
Objectifs réalisés en classe de la 1 <sup>ère</sup> activité	Théâtre d'ombres par le maître	Lien avec la séance précédente à formuler avec les enfants : créer des ombres sans le soleil avec une autre source lumineuse. Dispositif déjà en place. Certains enfants n'ont pas vu la source lumineuse (projecteur). La mettre en évidence Les « marionnettes » silhouettes noires sont à bannir (papier blanc, couleur) afin de ne pas introduire de confusion dans l'esprit des enfants (noir ombre)
Objectifs réalisés en classe de la 2 <sup>ème</sup> activité	Théâtre d'ombres par les enfants	La création d'histoires, les Playmobil, le projecteur trop haut, le TNI parasite la réflexion des enfants.  Le dispositif ne permet pas aux enfants de procéder par essais/erreurs.
Objectifs réalisés en classe de la 3 <sup>ème</sup> activité	Fiche ombres : l'ombre n'est pas un objet	Formalisation nécessaire mais les étapes précédentes doivent permettre de mieux mettre en évidence le phénomène physique.
Commentaires personnels	Préparer l'histoire  Le dispositif du théâtre d'ombres doit être accessible aux enfants	Source lumineuse à mettre en évidence au début de la séance allumer le projecteur. Projeter sur un drap blanc Playmobil à monter sur supports plastiques

Tableau 8. Fiche de préparation-séance dans la classe

Dans le cas où il n'y aurait pas de correspondance entre les objectifs vous formez une hypothèse pour expliquer la raison.

Annexe n° 7 : Œuvres d'art proposées sur Google Drive

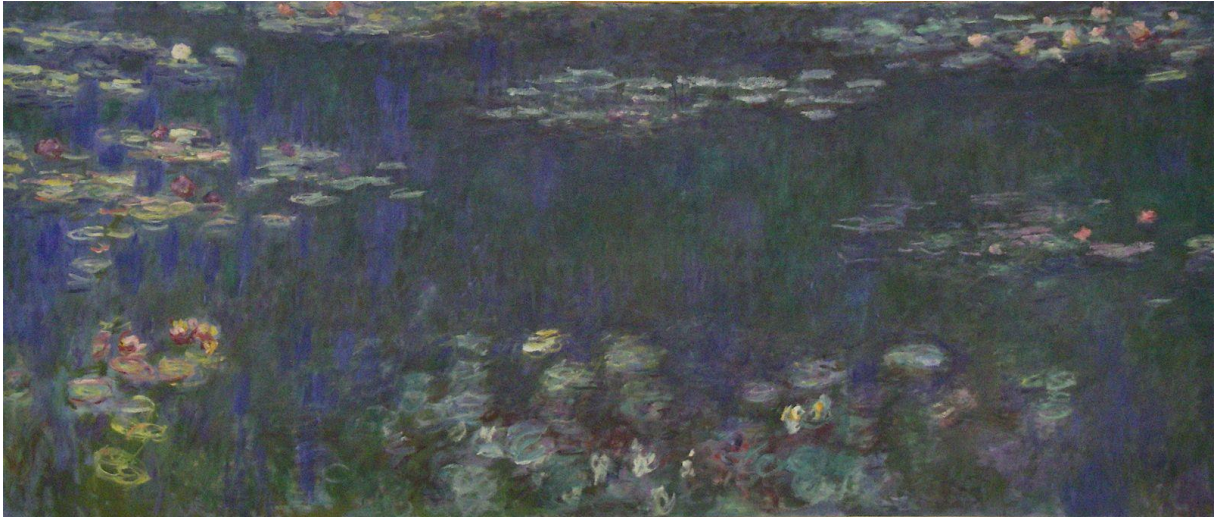
















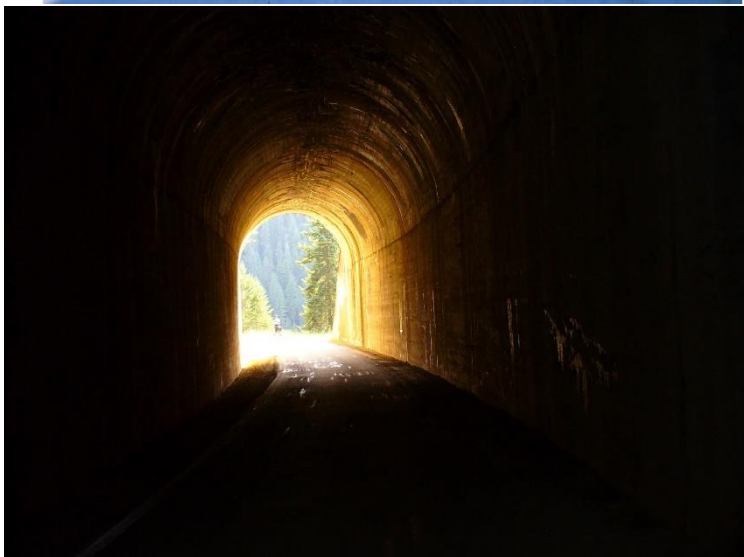








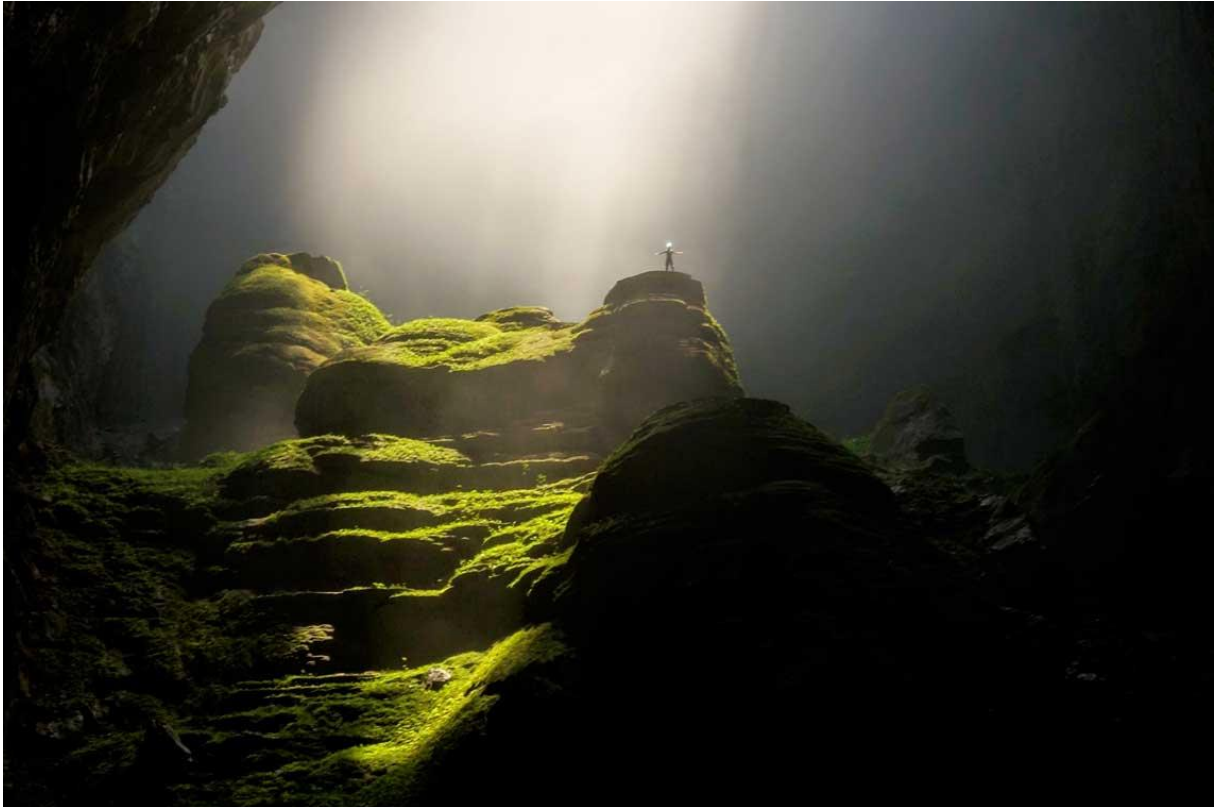
**Annexe n° 8 : Photos utilisées lors de la deuxième séance  
(T3'E1)**















## Annexe n° 9 : Nouveau scénario pour le concept de lumière comme proposé par E1

### Première séance

Ce que je vais demander aux enfants		
modalités	matériel	Déroulement
Collectif écrit (5 min)	Affiche pour noter les représentations des élèves	<b>Etape 1</b> : représentations initiales Représentation initiale « Si je dis lumière, à quoi pensez-vous ?
Collectif oral (5 min)		<b>Etape 2</b> : mise en commun l'enseignant note les propositions des élèves
Collectif oral (15 min)		<b>Etape2 bis</b> : faire préciser aux enfants leurs représentations. Amener des éléments de réflexion sur les représentations
Collectif oral (15 min)		<b>Etape 3 : chasse aux doudous</b> <b>En cas d'échec , les enfants proposent des solutions</b>
Collectif oral (10 min)	Affiche	Etape 4 <b>Les doudous étaient dans le noir. Comment a-t-on fait pour les voir ?</b> Rappel de solutions envisagées. Faire émerger la différence entre source lumineuse et lumière.

Tableau 1. Modèle précurseur-fiche de préparation

Axes d'observation	Points d'appui	
Objectifs du modèle précurseur	Comprendre que le lumière est une entité autonome Différencier lumière et source lumineuse	
Objectifs de 1 <sup>ère</sup> tâche	Représentation initiale	<b>Les mots attendus sont ampoule, électricité, soleil, étoiles, bougie, feu.</b>

		<b>A priori, les enfants associent source lumineuse et lumière</b>
Objectifs de la 2 <sup>ème</sup> tâche	Affiche des représentations initiales	<p>Affiche des propositions puis étude des mots.</p> <p>Confronter pensée représentative des enfants et connaissances scientifiques. Rôle de médiateur pour l'enseignant</p> <p><b>Ampoule, électricité.</b> Les enfants s'expriment sur la notion de lumière et ampoule. La réponse attendue est « la lumière est dans l'ampoule ». montrer une ampoule et demander « pourquoi il n'y pas de lumière ? 3 <u>réponse attendue</u> il faut de l'électricité.</p> <p>Montrer un appareil électrique (sèche- cheveux par ex.) puis le mettre en marche et faire constater que l'appareil ne produit pas de lumière avec de l'électricité. (énergie électrique transformée en énergie lumineuse)</p> <p>L'enseignant éteint la lumière, puis interroge « <b>Est ce qu'il y a encore de la lumière dans la classe ? D'où vient la lumière ?</b> »</p> <p>La <u>réponse attendue</u> est du dehors de l'extérieur.</p> <p>Possibilité de vérification en fermant les volets de la classe pour plonger la salle dans l'obscurité.</p> <p><b>Soleil, étoiles</b> Le soleil est intéressant car il est plus adapté pour faire émerger l'idée d'entité autonome.</p>
Objectifs de la 3 <sup>ème</sup> tâche	Chasse aux doudous Suggestion de sources lumineuses pour résoudre la tâche	Répondre à la question je m'habitue dans le noir et je vois . Oui car le noir c'est de la lumière
Objectifs de la 4 <sup>ème</sup> tâche	Synthèse chasse aux doudous	Formulation des enfants
Objectifs des tâches + Description de tâche		
Commentaires personnels		

## Deuxième séance

Ce que je vais demander aux enfants		
modalités	matériel	Déroulement
Collectif oral (5 min)	Affiche	Retour sur séance précédente Synthèse source lumineuse /lumière <b>Qu'est-ce que la lumière ?</b>
Par équipes de 2 ou 3 (15 min)		Expériences sur la lumière La lumière est partout Diffusion de la lumière. (taches sur le mur)
Collectif oral (15 min)		Tableau les nymphéas de Monet présenter les différents tableaux et observer les différentes lumières. Préciser également la maladie de Monet Compléter par une vidéo montrant le lever de soleil vue depuis une station orbitale. Lumière de plus en plus importante.
Par équipes de 2 ou 3 (15 min)	Appareil photo sur pied	Prolongements <i>possibilité 1</i> : prendre des photos d'un même lieu (mare par exemple) pour voir comme Monet et mettre en évidence la luminosité  (la possibilité présente l'avantage d'une discussion possible avec les enfants devant le phénomène constaté.)  <i>possibilité 2</i> : observer des photos d'un même lieu à différents moments de la journée

Tableau 2. Modèle précurseur-fiche de préparation

Axes d'observation	Points d'appui	Points qui interrogent
Objectifs du modèle précurseur	Comprendre que le lumière est une entité autonome Différencier lumière et source lumineuse	



Objectifs de 1 <sup>ère</sup> tâche		
Objectifs de la 2 <sup>ème</sup> tâche		Choix des images luminosité et lumière
Objectifs de la 3 <sup>ème</sup> tâche		
Objectifs de la 4 <sup>ème</sup> tâche		
Cohérence entre l'objectif de chaque tâche + La description de la tâche		
Commentaires personnels		

## Annexe n° 10 : Autorisation de filmer en classe



Mme Danaï Arnantonaki  
Responsable du projet de recherche

À  
M. Sylvain Duchemin  
Professeur des écoles

Objet : autorisation de filmer en classe

Monsieur le professeur,

Dans le cadre de votre participation à la recherche portant sur l'utilisation des modèles précurseurs à l'enseignement des sciences en Grande Section de l'école maternelle, je sollicite votre autorisation pour vous filmer lors de la mise en œuvre de séances de classe.

Les enregistrements seront analysés dans un but exclusif de recherche.

Je vous informe que vous disposez d'un droit d'accès, de modification, de rectification et de suppression des données vous concernant (loi "Informatique et Libertés" du 6 janvier 1978). Pour exercer ce droit, adressez-vous à Mme Danaï Arnantonaki (danaearnadonaki@gmail.com).

Les enregistrements vidéo auront lieu le 25 au 27 juin 2018.

Veuillez agréer par avance, Monsieur, l'expression de mes plus vifs remerciements pour votre coopération.

Vu et bon pour accord

La Responsable du projet

L'enseignant

Danaï Arnantonaki

Veuillez compléter le coupon ci-dessous

Je soussigné(e) :

.....Sylvain DUCHEMIN.....

Professeur des écoles à

.....École Haut Cread EA 3875.....

accepte que mes enseignements soient filmés pour l'usage exclusif du chercheur Mme Danaï Arnantonaki.

accepte que ces films soient utilisés par d'autres chercheurs mais toujours à des fins exclusives de recherche.

accepte que ces films apparaissent sur des médias (type web) dédiés à la recherche et à la formation.

Date et signature

25/06/2018

**Titre :** Etude de l'appropriation de modèles précurseurs par des enseignants pour une éducation scientifique en grande section d'école maternelle. Le cas de la lumière et de l'ombre.

**Mots clés :** Modèle précurseur, Théorie Anthropologique du Didactique, école maternelle, lumière-ombre praxéologies, enseignant

**Résumé :** Cette thèse s'intéresse à la manière dont des enseignants de l'école maternelle en France s'approprient des dispositifs didactiques visant la construction d'un modèle précurseur sur les notions de lumière et d'ombre sous le prisme de l'optique géométrique. Disposant d'un tel modèle précurseur construit par des études antérieures, nous mettons en place une méthodologie spécifique pour observer et analyser dans quelle mesure des enseignants peuvent se l'approprier pour mener une éducation scientifique avec leurs élèves. Pour ce faire, nous avons constitué un groupe de quatre enseignants volontaires afin de mettre en place cette étude. Le groupe propose un scénario pédagogique, répondant à certaines contraintes en lien avec le modèle précurseur, qu'un membre met en œuvre dans sa classe. Après avoir effectué une analyse critique sur sa pratique, cet enseignant propose un nouveau scénario.

Basés sur la Théorie Anthropologique du Didactique de Chevallard, nous construisons une praxéologie de référence inspirée par le modèle précurseur, et des praxéologies didactiques du groupe et de l'enseignant. Nous effectuons une série d'actions afin de repérer des éléments de *praxis* et de *logos*, et nous identifions si les praxéologies des enseignants contiennent les éléments du modèle précurseur. L'analyse des données montre qu'une éventuelle appropriation du modèle est possible sous certaines conditions. Le groupe propose un scénario qui s'aligne avec le contenu du modèle précurseur mais la mise en œuvre semble s'éloigner des principes du modèle en question. Cependant, notre méthodologie amène l'enseignant à prendre du recul sur sa pratique et à proposer un scénario respectant les contraintes du modèle précurseur.

**Title:** Study of the appropriation of precursor models by teachers to teach science in kindergarten. The case of light and shadow.

**Keywords:** Precursor model, Anthropological Theory of the Didactic, kindergarten, light-shadow, praxeologies, teacher

**Abstract:** This thesis focuses on the way kindergarten teachers in France appropriate educational tools aiming at the construction of a precursor model of light and shadow under the prism of geometrical optics. We use an already conceived precursor model from previous studies and we wish to observe and analyze at which point teachers can appropriate this model to teach in class. A group of four volunteer teachers participating in this study, proposes a pedagogical scenario, meeting certain constraints related to the precursor model, that one member implements in his classroom. After analyzing his own practice, this teacher proposes a new scenario. Based on Chevallard's Anthropological Theory of Didactics, we construct a reference praxeology

inspired by the precursor model, and the didactic praxeologies of the group and the teacher. We carry out a series of actions in order to identify elements of *praxis* and *logos*, and we identify if the teachers' praxeologies contain the elements of the precursor model. The analysis of the data shows that an appropriation of the model is possible under certain conditions. The group proposes a scenario that aligns with the content of the precursor model but the implementation in the classroom seems to disaccord with the principles of this model. However, our methodology leads the teacher to take a step back from his practice and to propose a scenario following the principles of the precursor model.