UNIVERSITÉ DE LILLE
École doctorale Sciences de l'Homme et de la Société
CIREL-Théodile (ULR 4354)

Contribution à l'étude didactique de l'enseignement et l'apprentissage des sciences dans les classes du cycle primaire dans un contexte bilingue au Liban

Thèse présentée et soutenue publiquement en vue de l'obtention du grade de

Docteur de l'Université de Lille, spécialité : Sciences de l'éducation et de la formation

Par

Fatme MEHDI

Le 4 septembre 2026

Sous la direction de : Abdelkarim ZAID et Catherine BOYER

Jury

Joël BISAULT, Professeur des universités émérite, Université de Picardie Jules Verne, INSPÉ de l'Académie d'Amiens, Examinateur

Catherine BOYER, Maîtresse de conférences, Université de Lille, PSYSEF, Co-encadrante de thèse

Hanaà CHALAK, Maîtresse de conférences - HDR, Université de Nantes, INSPÉ Académie de Nantes, Rapporteure

Albine COURDENT, Professeure des Universités, INSPÉ de l'Académie de Lille, Université de Lille, Présidente

Suzane EL HAGE, Professeure des universités, Université de Reims Champagne-Ardenne, INSPÉ de l'Académie de Reims, Examinatrice

Chiraz KILANI, Maîtresse de conférences - HDR, Université de la Manouba, Rapporteure

Jérôme SANTINI, Maître de conférences - HDR, Université Côte d'Azur, Examinateur

Abdelkarim ZAID, Professeur des universités, Université de Lille, INSPÉ de l'Académie de Lille, Directeur de thèse.

Lille – 2026

Apprendre les sciences, c’est apprendre à parler, argumenter et raisonner scientifiquement. Nous devons commencer à considérer l'enseignement des sciences comme un processus social et à intégrer les élèves, au moins partiellement, dans cette communauté de personnes qui parlent les sciences.

(Lemke, 1990)

Remerciements

Au terme de cinq années particulièrement éprouvantes, je ressens le besoin d'ouvrir cette page avec quelques mots du cœur. Ce parcours doctoral a commencé dans un contexte marqué par la crise économique au Liban, s'est poursuivi au milieu des incertitudes de la pandémie de Covid-19, puis s'est heurté à la dure réalité de la guerre. Entre inquiétude, fatigue et espoir, ces années ont mis ma détermination à l'épreuve. Pourtant, grâce à la volonté de Dieu, et grâce au soutien précieux de tant de personnes, j'ai pu avancer pas à pas, jusqu'à mener à bien cette thèse et obtenir le titre de docteure.

C'est dans cette traversée que je me suis découverte, profondément engagée dans l'univers de la didactique des sciences, trouvant dans cette discipline une source de sens, de curiosité et de résilience. Aujourd'hui, me voilà arrivée à ce moment tant attendu : la soutenance de ma thèse. Il me semble donc essentiel, avant d'entamer les remerciements, de rendre hommage à toutes celles et tous ceux qui ont, de près ou de loin, contribué à ce chemin. Cette réussite porte un peu d'eux, et beaucoup de leur bienveillance.

Je rends grâce, tout d'abord, à Dieu pour m'avoir donné la force, la patience et la persévérance nécessaires pour surmonter toutes les épreuves rencontrées durant ces années. Sans Sa guidance et Sa protection, rien de tout cela n'aurait été possible.

Je tiens également à exprimer ma profonde reconnaissance à mes adorables directeurs de thèse Abdelkarim Zaid et Catherine Boyer. Leur soutien constant, leur bienveillance et leur compréhension de mes circonstances personnelles ont été, pour moi, une véritable source de force. Dans les moments les plus difficiles, notamment durant la période de la guerre du Liban, ils ont été présents comme des membres de ma propre famille, s'assurant de mon bien-être et m'accompagnant avec une profonde humanité. Au-delà de cette humanité, ils m'ont accompagnée avec une générosité exceptionnelle dans le travail scientifique. Ils ont consacré beaucoup de temps à lire attentivement et à discuter cette thèse, à m'orienter et à m'enrichir de leurs remarques précieuses. Leur soutien a été à la fois professionnel et profondément humain, et je leur en suis éternellement reconnaissante.

Je souhaite également adresser mes remerciements les plus sincères aux membres du jury. Le temps qu'ils ont consacré à la lecture attentive de cette thèse, la qualité de leurs remarques et la richesse de leurs échanges témoignent d'un engagement précieux. Leur présence lors de la soutenance constitue pour moi un honneur et un véritable enrichissement scientifique.

J'adresse mes remerciements à Valérie Lantoine, la responsable administrative du laboratoire CIREL, pour sa gentillesse et sa patience.

Je remercie vivement ma responsable au travail, l'inspectrice générale de l'éducation au Liban, Madame Faten Joumaa**,** pour son soutien constant, son encouragement et sa compréhension tout au long de ce parcours. Sa bienveillance m'a offert une stabilité et une motivation essentielles dans cette aventure académique.

J'adresse aussi mes remerciements aux enseignantes, aux enseignants et aux élèves qui m'ont accueillie dans leurs classes pour faire les observations et construire mon corpus des données. Cette recherche n'aurait pas vu le jour sans votre collaboration.

Je voudrais exprimer une gratitude toute particulière à mes parents. C'est grâce à la bénédiction de leurs prières, à leur amour inconditionnel et à leur accompagnement précieux que j'ai pu poursuivre ce chemin exigeant et réaliser ce rêve. Leur présence, même silencieuse, a été une force fondamentale dans les moments de doute et de fatigue.

Mes remerciements vont également à mes frères, mes sœurs et à ma cousine Fatima. Leur affection, leur proximité et leur présence chaleureuse ont été une source de réconfort et de motivation continue. Leur soutien discret mais sincère a accompagné chacun de mes pas. À toutes les personnes qui m'ont portée dans leurs pensées, à tous ceux qui m'ont offert un vœu de réussite ou m'ont mentionnée dans une prière sincère, je tiens à exprimer ma gratitude la plus profonde. Leur bonté m'a touchée et m'a donné de la force, souvent sans qu'ils le sachent.

À mon mari Mohamed, mon soutien indéfectible dans toutes les circonstances, je souhaite adresser des remerciements profondément sincères. Il est mon compagnon de route, le partenaire fidèle de mes joies comme de mes défis, et la force tranquille qui m'accompagne dans chacune de mes réussites. Je n'imagine aucun accomplissement dans ma vie sans sa présence, son appui inconditionnel et son amour qui éclaire mes pas.

Enfin, à mes enfants, Yara, Ali et Julia, je souhaite adresser des mots qui me viennent du cœur. Tout au long de ce parcours, j'ai souvent ressenti une profonde culpabilité, craignant de ne pas être toujours suffisamment présente pour vous. J'avais peur que mes responsabilités et mes absences vous donnent l'impression que je vous avais délaissés. Aujourd'hui, me voilà arrivée au terme de ce chemin difficile, et je veux vous dire que chacun de mes efforts, chaque pas accompli, portaient votre nom. Je suis arrivée et j'espère de tout cœur que vous verrez dans mon accomplissement une source d'inspiration, et que vous suivrez, vous aussi, vos rêves avec détermination, jusqu'à les réaliser comme je viens de réaliser le mien.

Résumé

Ce travail de thèse s'inscrit dans le champ de la didactique des sciences et porte sur la médiation didactique des enseignants libanais des sciences dans un contexte bilingue. Il vise à analyser la façon selon laquelle l'enseignant des sciences agit, dans un contexte bilingue, pour aider les élèves à construire le contenu scientifique visé : la respiration humaine. Il est structuré selon trois questions principales : Comment l'enseignant interprète le contenu à enseigner pour planifier son travail ? Comment il met en œuvre cette interprétation ? Quels sont les effets observables de la médiation didactique de l'enseignant sur l'appropriation du contenu par les élèves ? Une méthodologie qualitative est adoptée pour analyser la médiation didactique dans les deux phases de planification et d'interaction avec les élèves. Dans la phase de planification, les fiches de préparations des enseignants sont analysées et dans la phase d'intervention en classe, l'analyse porte sur des observations filmées. Complémentairement, sont également analysés des entretiens semi-directifs avec les enseignants et les évaluations qu'ils ont réalisées auprès des élèves. Les résultats de l'analyse montrent qu'en contexte bilingue, les contraintes linguistiques se superposent aux exigences liées à l'appropriation des contenus scientifiques. Analysée en prenant en compte les performances didactiques des élèves, la médiation didactique de l'enseignant, se manifeste selon plusieurs modalités parmi lesquelles, l'exploitation des fonds de connaissances des élèves, l'utilisation des moyens d'aide didactique et le recours à des pratiques pour atténuer les obstacles liés à la langue d'enseignement. Les pratiques des enseignants manifestent une logique de transmission du contenu au détriment de sa construction selon un travail de modélisation. Au sujet de la langue d'enseignement, notre étude met en évidence que les obstacles langagiers constituent des enjeux didactiques essentiels. Ce qui invite, en termes d'intervention, à adopter des stratégies qui atténueraient la difficulté langagière, dans les classes avec des jeunes élèves bilingues, pour soutenir leur apprentissage et à considérer leurs exigences, tant sur le plan cognitif que sur le plan linguistique.

Mots clés : Didactique des sciences, médiation didactique, contexte bilingue, école primaire, interactions, performances didactiques, fonds de connaissances, translangage.

Abstract

This doctoral thesis is positioned within the field of science education and focuses on the didactic mediation practices of Lebanese science teachers in a bilingual context. It aims to analyze how science teachers, in a bilingual context, help students construct the targeted scientific content: human respiration. The thesis is structured around three main questions: How does the teacher interpret the content to be taught in order to plan his work? How does he implement this interpretation? What are the observable effects of the teacher's didactic mediation on students' appropriation of the content? A qualitative methodology is adopted to analyze didactic mediation in both phases, namely the planning and the interaction with students. In the planning phase, teachers' lesson plans are analyzed, and in the interaction with students phase, the analysis focuses on video recordings. In addition, semi-structured interviews with teachers and students' assessments were analyzed as well. The results of the analysis show that, in a bilingual context, the linguistic constraints intersect with the demands associated with the acquisition of scientific content. When analyzed by considering students' learning performance, the teacher's didactic mediation is manifested through different modalities including the use of students' funds of knowledge, the implementation of didactic support tools, and employing strategies to mitigate obstacles related to the language of instruction. Teachers' practices reveal a focus on transmitting content rather than constructing it through modeling. Regarding the language of instruction, our study highlights that linguistic barriers constitute essential didactic challenges. This suggests, in terms of intervention, adopting strategies that would mitigate language difficulties in classrooms with young bilingual students, to support their learning and to consider their requirements, both cognitively and linguistically.

Keywords: Science education, didactic mediation, bilingual context, primary school, interactions, didactic performance, funds of knowledge, translanguage.

ملخّص البحث

تندرج هذه الدراسة ضمن مجال ديداكتيك العلوم، وتركز على ممارسات الوساطة التعليمية التي يستخدمها معلّمو العلوم اللبنانيّون في سياق ثنائي اللغة. وتهدف إلى تحليل الطريقة التي يعتمدها مدرس العلوم، في سياق ثنائي اللغة، لمساعدة المتعلمين على بناء المحتوى العلمي: التنفّس عند الإنسان. يتمحور عملنا حول ثلاثة أسئلة رئيسية: كيف يفسّر المعلم المحتوى المراد تدريسه أثناء تخطيط عمله خلال مرحلة تحضير الدّرس؟ كيف يطبّق هذا التفسير؟ ما هي الآثار الملحوظة للوساطة التعليمية المعتمدة على استيعاب المتعلمين للمحتوى؟ تمّ اعتماد منهجية نوعية لتحليل الوساطة التعليمية في كل من مرحلتي التخطيط والتدخل الصفي. في مرحلة التّخطيط، قمنا بتحليل تحضير الدرس من قبل المعلمين، وفي مرحلة التدخل الصفي، ركّزنا على المشاهدات الصّفّيّة المسجّلة. بالإضافة إلى ذلك، قمنا بتحليل إجابات المعلمين على أسئلة المقابلات شبه الموجّهة، إضافة إلى التقييمات التي أجريت للمتعلمين بهدف تقييم فعالية الوساطة التعليمية المُطبّقة. تُظهر نتائج التحليل أنه، في سياق ثنائي اللغة، تتقاطع القيود اللغوية مع قيود اكتساب المحتوى العلمي. وعند تحليل دور المعلم في الوساطة التعليمية مع أخذ أداء الطلاب التعليمي بعين الإعتبار، تبيّن أنّ هذه الوساطة تتجلى بعدة طرق، منها الإستفادة من الرّصيد المعرفي للمتعلمين، واستخدام الوسائل التعليمية، وتوظيف استراتيجيات لتذليل العقبات المتعلقة بلغة التدريس. وتُظهر ممارسات المعلمين منطقًا يقوم على نقل مباشر للمحتوى، وذلك على حساب بناء المعرفة من خلال النّمذجة. وفيما يتعلق بلغة التّدريس، تُسلّط دراستنا الضوء على العوائق اللغوية كتحديات تعليمية جوهريّة. وهذا يستدعي ضرورة تبنّي استراتيجيات تربويّة تُخفف من صعوبة اللغة المعتمدة لتدريس العلوم، بخاصّة في الصفوف التي تضم متعلمين صغارًا ثنائيي اللغة، بهدف دعم تعلمهم، ومراعاة احتياجاتهم المعرفية واللغوية.

الكلمات المفاتيح: تعليم العلوم، الوساطة التعليمية، سياق ثنائي اللغة، المدرسة الابتدائيّة، التفاعلات، أداء المتعلمين، الرّصيد المعرفي، العبور اللّغوي.

Table des matières

Introduction générale 1

1. La question de la langue dans l'enseignement des sciences 2

2. Le système éducatif libanais en chiffres 2

3. Un enseignement bilingue au Liban 4

4. L'enseignement des sciences dans le contexte bilingue libanais 5

5. Une problématique d'étude didactique de l'enseignement et l'apprentissage des sciences dans un contexte bilingue 6

5.1. Objet de recherche 7

5.2. Questions de recherche 7

5.3. Organisation du manuscrit 9

Partie 1 : Appuis théoriques de la recherche 11

Introduction 12

Chapitre 1 : Tendances des recherches sur les interactions langagières en sciences 13

Introduction 13

1.1. Un aperçu sur la recherche des interactions langagières en sciences à travers les revues de littérature antérieures 13

1.2. Choix méthodologiques de cette revue systématique de littérature 16

1.2.1. Constituer le corpus des revues et d'articles à analyser 16

1.2.2. Sélection des articles 17

1.2.3. Analyser les articles retenus 19

1.3. Un aperçu sur la recherche sur les interactions langagières en sciences à travers les recherches antérieures 20

1.3.1. Des objets et questions de recherche multiples 20

1.3.2. Principales tendances en termes de cadres conceptuels mobilisés 29

1.3.3. Principales tendances en termes de méthodes mobilisées 37

Conclusion 38

Chapitre 2 : Interroger les interactions langagières en sciences selon une perspective socioculturelle 39

Introduction 39

2.1. La perspective socioculturelle 40

2.2. L'activité langagière : d'une sphère savante à la classe de sciences 41

2.3. Observer la classe de sciences comme une communauté discursive 43
Conclusion 44
Chapitre 3 : La médiation didactique de l'enseignant 45
Introduction 45
3.1. La médiation comme action sur le processus d'objectivation élève-contenu 46
3.2. Les performances didactiques des élèves comme moteur de la médiation didactique ... 49
3.2.1. Plusieurs définitions des performances didactiques 50
3.2.2. Les types de performances didactiques 51
3.3. Les fonds de connaissances des élèves : des connaissances quotidiennes au contenu scientifique 53
3.4. Une médiation didactique basée sur l'utilisation des moyens d'aide didactique 56
3.4.1. Les moyens d'aide didactique 56
3.4.2. Les fonctions d'aide didactique 57
3.5. Le translangage et/ou la traduction pour surmonter l'obstacle de la langue étrangère .. 59
Conclusion 61
Chapitre 4 : L'appareil respiratoire de l'Homme : un contenu d'enseignement et d'apprentissage 63
Introduction 63
4.1. Le statut et l'organisation du contenu « la respiration et l'appareil respiratoire de l'Homme » dans le curriculum libanais 64
4.2. La respiration et l'appareil respiratoire dans des travaux didactiques antérieurs 66
4.3. Un modèle didactique pour l'analyse d'une activité d'enseignement de la respiration : la modélisation 68
4.3.1. Les modèles 69
4.3.2. La modélisation : un cadre d'analyse didactique 70
Conclusion 72
Partie 2 : Méthodologie de la recherche et domaine d'étude 73
Introduction 74
1. Une méthodologie basée sur l'étude des séquences « ordinaires » en classe de sciences dans un contexte bilingue 74
2. Echantillon choisi 76
3. Population concernée 77
4. Outils méthodologiques de recueil des données 78
4.1. Les fiches de préparation écrites 78

4.2. Observations filmées des séances « ordinaires » 79
4.3. Les entretiens semi-directifs avec les enseignants 80
4.4. Le recueil des évaluations effectuées 84
5. Démarche d'analyse 86
5.1. Indicateurs d'analyse pour chaque élément du cadre conceptuel 87
5.1.1. La caractérisation de la médiation didactique de l'enseignant 88
5.1.2. La caractérisation des performances didactiques des élèves 88
5.1.3. Catégorisation des fonds de connaissances des élèves 89
5.1.4. Catégorisation des moyens d'aide didactique 90
5.1.5. Des catégories concernant la dimension langagière dans un contexte bilingue .. 91
5.2. La méthode d'analyse des données collectées 92
5.2.1. Analyse de la médiation didactique de l'enseignant lors de la planification 93
5.2.2. Analyse de la médiation didactique de l'enseignant au cours de l'action en classe 95
Conclusion 100
Partie 3 : Etude de la médiation didactique de l'enseignant des sciences au cycle primaire dans un contexte bilingue 101
Introduction 102
Présentation des séquences d'enseignement dans les trois classes observées 104
Chapitre 1 : La médiation didactique de l'enseignant lors de la phase de planification (avant l'intervention en classe) 109
Introduction 109
1.1. Une médiation didactique comme planifiée dans les préparations des enseignants. 109
1.1.1. Présentation générale des préparations des trois enseignants observés 111
1.1.2. Les performances didactiques des élèves prévues dans les préparations des trois enseignants 117
1.1.3. L'exploitation des fonds de connaissances des élèves dans les préparations des enseignants 123
1.1.4. L'utilisation des moyens d'aide didactique dans les préparations des enseignants 128
1.1.5. La dimension langagière dans les préparations des enseignants 134
1.1.6. La modélisation dans les préparations des trois enseignants 136
Conclusion : La médiation didactique de l'enseignant manifestée dans sa préparation .. 142
1.2. Une médiation didactique comme planifiée dans les déclarations des enseignants . 145
1.2.1. Interpréter le contenu à enseigner 148

1.2.2. L'exploitation des fonds de connaissances des élèves dans les discours des enseignants 153
1.2.3. Proposer des moyens d'aide didactique lors de la phase de planification comme déclarés par les enseignants interviewés 159
1.2.4. La langue dans l'enseignement des sciences dans les déclarations des enseignants 170
1.3. Synthèse du chapitre 1 : La médiation didactique de l'enseignant lors de la phase de planification 180
Chapitre 2 : la médiation didactique de l'enseignant lors de la phase d'intervention en classe 185
Introduction 185
2.1. La médiation didactique de l'enseignant observée en situation de classes ordinaires 187
2.2. Evolution de l'action de l'enseignant et performances didactiques des élèves 190
2.3. Une médiation didactique suscitée par les performances des élèves selon trois modalités 191
2.3.1. Une médiation didactique mobilisant des fonds de connaissances des élèves .. 193
2.3.2. Une médiation mobilisant des moyens d'aide didactique en réponse à des performances didactiques des élèves 220
2.3.3. Une médiation didactique basée sur des pratiques pour dépasser l'obstacle langagier dans un contexte bilingue 260
2.4. Des moments particuliers présentant des situations de modélisation 284
2.4.1. Des situations de modélisation mobilisant des fonds de connaissances des élèves 285
2.4.2. Des situations de modélisation mobilisant des moyens d'aide didactique 291
2.4.3. Des situations de modélisation mobilisant des moyens pour dépasser l'obstacle langagier 298
Conclusion 300
Chapitre 3 : Analyse de l'efficacité de la médiation didactique adoptée par l'enseignant 303
Introduction 303
3.1. La médiation didactique de l'enseignant lors de son intervention en classe comme déclarée lors des entretiens semi-directifs 304
3.1.1. Une évaluation basée sur la mobilisation des fonds de connaissances des élèves 304
3.1.2. Les moyens d'aide didactique dans l'évaluation dans les discours des enseignants 308

3.1.3. Mélanger les fonds de connaissances avec les moyens d'aide didactique 310
3.1.4. Impact de la langue sur l'enseignement et sur l'évaluation sommative 311
3.1.5. La motivation comme élément principal pour dépasser l'obstacle langagier ... 315
3.1.6. La modélisation dans les discours des enseignants 320
Conclusion 320
3.2. Des intentions aux acquis : l'évaluation sommative et sa relation à la médiation didactique 323
3.2.1. Cas de la classe de l'école publique 325
3.2.2. Cas de la classe de l'école privée subventionnée 338
3.2.3. Cas de la classe de l'école privée 346
Partie 4 : Discussion et conclusion 357
Introduction 358
1. Cohérence entre la phase de planification et la phase d'intervention en classe 359
1.1. L'interprétation du contenu à enseigner : entre la planification et l'application en classe 361
1.2. La place des fonds de connaissances des élèves entre les déclarations des enseignants et leurs pratiques effectives en classe 363
1.3. Les moyens d'aide didactique entre la planification et l'intervention en classe 365
1.4. Positionner la langue dans l'enseignement des sciences dans le contexte bilingue libanais : entre les déclarations des enseignants et leurs pratiques effectives 368
2. Impact de la médiation didactique sur les apprentissages des élèves 371
3. Observer la médiation didactique des enseignants sous le prisme de la modélisation 376
4. Limites liées à la discussion des résultats 377
Conclusion générale 379
Apports de notre recherche 383
Limites de notre recherche 385
Perspectives de recherche 387
Bibliographie 389
Liste des figures 409
Liste des tableaux 417
Liste des annexes 419

Introduction générale

Une motivation première de ce travail de thèse sur le thème de l'enseignement des sciences à l'école primaire dans un contexte bilingue s'ancre dans mes préoccupations professionnelles en tant qu'inspectrice pédagogique à l'inspection centrale libanaise. Pendant ma vie professionnelle, et lors de mes observations en classes dans des écoles libanaises, j'ai constaté une orientation grandissante dans la majorité des écoles vers le remplacement de la langue maternelle arabe[1] par la langue « internationale » (française ou anglaise) dans l'enseignement des sciences et des mathématiques dès les classes du cycle primaire. Paradoxalement, mon expérience professionnelle précédente en tant qu'enseignante et coordinatrice de chimie au cycle secondaire, où la langue étrangère est *de facto* utilisée pour enseigner les sciences et les mathématiques, témoigne des difficultés liées aux interactions en classe ainsi qu'à l'engagement des lycéens dans l'apprentissage, alors même qu'ils ont suivi plusieurs années d'enseignement dans la langue étrangère retenue comme langue d'instruction et qu'ils sont supposés en maîtriser les usages. Ces difficultés pourraient être dues à plusieurs facteurs dont le plus important est leur faible maîtrise de la langue étrangère d'enseignement. Si c'est le cas pour les lycéens, que dire des élèves du cycle primaire qui n'ont pas une grande expérience de la langue étrangère ? Ce questionnement m'a incitée à approfondir le sujet des interactions langagières en classe de sciences et à me focaliser sur la manière dont les enseignants des sciences au cycle primaire agissent pour aider les élèves à construire le contenu scientifique dans un contexte bilingue comme le cas du Liban. Le choix de ce niveau scolaire réside dans le fait qu'il constitue un moment essentiel dans la construction des apprentissages fondamentaux, mais aussi au regard de la richesse et de la variété des expériences vécues pendant cette période contribuant au développement de la curiosité, de la créativité, et de l'esprit critique des élèves (Shora, 2015). L'école primaire est également une étape fondamentale de l'acquisition des concepts et des termes scientifiques avant même que la matière « sciences » ne se « disciplinarise » en chimie, physique et biologie (Zaid, Boyer, Cohen et Egginger, 2012). Ce travail de thèse vise donc à poser la question langagière, du point de vue de la didactique des sciences, dans un contexte bilingue (le Liban). Il se focalise sur les pratiques

[1] En ce qui concerne la langue maternelle arabe, elle se présente sous la forme de deux dialectes : la langue arabe officielle écrite et la langue arabe parlée (l'arabe libanais). Dans toutes les séances observées, lorsque nous disons que les enseignants utilisent la langue maternelle arabe, nous parlons de l'arabe parlé donc du dialecte libanais.

d'enseignement à l'œuvre et sur ce que les élèves construisent, en conséquence, dans les classes du cycle primaire au Liban.

1. La question de la langue dans l'enseignement des sciences

L'enseignement des sciences, essentiel aujourd'hui plus que jamais pour former le futur citoyen, nécessite de prendre en considération tous les facteurs intervenant dans le processus didactique, plus particulièrement la langue adoptée dans l'enseignement des sciences. En effet, la langue est un facteur déterminant de la construction de la culture scientifique en société (Yore, Bisanz, & Hand, 2003). Selon cette perspective, la langue ne consiste pas en un simple moyen de communication ou un véhicule des contenus scientifiques ; il s'agit plutôt d'une manière de penser et de réfléchir. En ce sens, une tâche essentielle de l'éducation scientifique est d'aider les élèves à construire les ressources linguistiques nécessaires pour participer au discours scientifique. Ceci dit, si l'enseignement des connaissances scientifiques utilise le même vecteur langagier, que ça soit en langue maternelle ou étrangère, le langage scientifique n'utilise pas les mêmes registres que le langage usuel (Tiberghien, 2002). Apprendre les sciences consiste à apprendre à « *parler science* » (Lemke, 1990).

Notre étude s'effectue dans le contexte bilingue libanais, c'est pourquoi nous introduisons d'abord, de manière très brève voire schématique, le système éducatif libanais, puis nous abordons la situation de la langue au Liban, ensuite nous positionnons l'enseignement des sciences dans le contexte bilingue libanais arrivant à proposer une première formulation de la problématique qui structure ce travail de thèse.

2. Le système éducatif libanais en chiffres

Au Liban, le nombre total des établissements scolaires est de 2728 écoles[2]. Celles- ci sont classées en quatre catégories[3] : les écoles publiques qui sont sous la dépendance directe du Ministère de

[2] Ces données chiffrées sont pour l'année scolaire 2021-2022 (Centre National de Recherches et de Développement en Éducation, Al- Nahsra al ihsauya, (Bulletin Statistique), Beyrouth, 2021-2022)

[3] Cette classification ne repose ni sur l'appartenance institutionnelle des établissements (écoles homologuées ou écoles liées à des missions étrangères), ni sur leur profil linguistique, mais en fonction de la source principale de leur financement : écoles publiques, écoles privées et écoles privées subventionnées.

l'Éducation et de l'Enseignement supérieur (44,28%), les écoles privées subventionnées[4] (11,97%) et les écoles privées payantes (41,41%), en plus de l'enseignement privé dans les écoles d'UNRWA[5] (2,34%).

Quant à la distribution des élèves, en général, pendant l'année 2021-2022 : 31,34% fréquentent des écoles publiques, 12,15% des élèves sont dans des écoles privées subventionnées, 52,93% dans des écoles privées payantes et 3,57% dans les écoles de l'UNRWA. Normalement, les écoles de l'UNRWA enseignent uniquement aux élèves palestiniens. Puisque nous avons choisi d'étudier le cas des élèves bilingues libanais, notre étude se limite aux trois premières catégories des écoles qui sont fréquentées par les élèves libanais. Dans ce contexte, malgré le coût d'éducation élevé dans les écoles privées payantes (rapport PASEC[6], 2012), presque la moitié des élèves du primaire y sont scolarisés (Salloum et BouJaoude, 2019). Ces écoles attirent davantage des élèves du fait qu'elles utilisent des méthodes modernes d'enseignement et qu'elles présentent, dans les évaluations nationales concernant la plupart des disciplines scolaires et particulièrement en langues étrangères (française ou anglaise), des résultats plus importants que ceux des écoles privées subventionnées ou des écoles publiques.

A ce sujet, deux problèmes majeurs sont à mentionner : 1) le coût de la scolarité élevé dans les écoles privées payantes fait reproduire, et même accentue, les inégalités scolaires et sociales, puisque ce sont généralement les élèves les plus favorisés de point de vue socioéconomique qui y ont accès et qui auront donc un enseignement censé être plus efficace (rapport PASEC, 2012). 2) Les écoles publiques souffrent d'un faible effectif des enseignants formés et, pour combler le vide, des diplômés sans formation spécifique sont recrutés dans le cadre de contrats renouvelés annuellement. Cette situation affaiblit l'enseignement publique (Wehbe, 2017) et accentue le « gap » en termes d'inégalités de chances éducatives entre les élèves libanais.

[4] Environ un quart des écoles privées reçoivent des subventions de l'État, ce qui leur permet d'être semi-gratuites : les parents payent une partie des frais d'inscription et achètent les livres (si ces livres ne sont pas assurés par des organisations et des associations humanitaires). Le reste des écoles privées sont payantes : les dépenses de l'éducation sont à l'unique charge des parents (rapport PASEC, Liban, 2012, p.17)

[5] United Nation Relief and Works Agency of Palestinian Refugees.

[6] Programme d'analyse des systèmes éducatifs de la Confemen (Conférence des ministres de l'Éducation des États et gouvernements de la francophonie)

3. Un enseignement bilingue au Liban

La localisation géographique du Liban à la croisée des mondes arabes et à la jonction de l'Europe, de l'Asie et de l'Afrique, en plus de la migration énorme de sa population, enrichissent sa culture (Olleik, 2009) et se reflètent dans le discours des libanais. Le bilinguisme figure comme un trait de caractère en ce sens que les libanais sont bilingues et même trilingues (Munoz, 2014). Ceci dit, un bilinguisme franco-libanais ou anglo-libanais est observé quotidiennement, et un langage particulier qui permet de passer « allégrement » de l'arabe au français ou à l'anglais dans la même phrase est actuellement très répandu (Makki,2007).

Sur le plan pédagogique, le bilinguisme est inscrit dans les décrets et l'enseignement d'une langue étrangère est imposé par l'État Libanais, ceci se manifeste dans les objectifs généraux du curriculum libanais qui incluent :

> « *la formation d'un citoyen 1) fier de son identité et de son affiliation arabe, attaché à la langue nationale officielle arabe, et qui est capable de l'utiliser effectivement dans tous les domaines, 2) mais qui maîtrise aussi au moins une langue étrangère comme outil nécessaire à l'accès au savoir, à l'enrichissement de sa culture et à l'ouverture au monde* ». (Curriculum libanais 1997 - Décret No. 10227/97 daté le 8 mai 1997)

Le choix de la langue étrangère d'enseignement est laissé aux parents. Les langues française et anglaise sont préférées pour des raisons historiques et politiques (Makki, 2007). Par conséquent, le système éducatif libanais englobe 2728 écoles (en année scolaire 2021-2022) qui enseignent la langue française et/ou anglaise à côté de la langue maternelle arabe[7]. On parle alors d'école bilingue française (43,42% du nombre total des écoles au Liban)[8], ou d'école bilingue anglaise (35,05%), en plus des écoles qui combinent les deux langues étrangères française et anglaise (21,53%). Il est à mentionner que la langue arabe est présente, dans le contexte libanais, sous la forme des deux dialectes : parlée

[7] En 1989, l'accord de Taëf, qui a mis fin à la guerre civile au Liban, a établi un caractère trilingue au système éducatif libanais : la langue arabe et la langue française ou anglaise (langue seconde) sont introduites dès les classes maternelles, et la troisième langue est facultativement introduite ultérieurement (officiellement au collège) (Shàban et Ghaith, 1999).

[8] Centre National de Recherches et de Développement en Éducation, Al- Nahsra al ihsauya, (Bulletin Statistique), Beyrouth, 2021-2022

(le libanais) et écrite (Al fusha). Toutefois, dans notre étude nous allons traiter ces deux dialectes indifféremment comme étant la langue maternelle arabe.

Basé sur ce qui précède, la langue présente une importance indéniable dans l'éducation au Liban. Plus précisément, la question de la langue utilisée dans l'enseignement des mathématiques et des sciences a fait l'objet de discussions passionnées entre les chercheurs en éducation au Liban qui est connu comme pays bilingue et même trilingue (Munoz, 2014). Un bref aperçu de ces discussions, présenté dans la suite, contribuera à situer l'approche didactique adoptée dans ce travail de thèse.

4. L'enseignement des sciences dans le contexte bilingue libanais

Notre questionnement s'ancre dans le contexte libanais marqué par deux positionnements de politique éducative concernant la langue d'enseignement des sciences, précisément au cycle primaire. Le premier positionnement soutient l'enseignement des sciences en arabe au cycle primaire, puisque c'est la langue maternelle utilisée par l'enfant dans les premières années de sa vie pour communiquer avec le monde qui l'entoure. Un tel enseignement est considéré comme nécessaire pour faciliter la compréhension et l'analyse des informations et contribue au développement des compétences de l'élève dans tous les domaines, afin d'aboutir à des apprenants créatifs et producteurs dans les domaines cognitifs, émotionnels, etc. (BouJaoude et Sayah, 1992 ; Bayloun, 2015). Le deuxième positionnement soutient la possibilité d'une langue étrangère internationale (française ou anglaise) pour enseigner la matière « sciences » dès les premières classes de l'éducation de base en avançant plusieurs arguments : 1) Il serait important d'habituer l'enfant à utiliser les langues des découvertes et des sciences, adoptées dans les manuels et ouvrages scientifiques de référence ; 2) La traduction d'articles scientifiques en arabe est lente, au regard de la rapidité de la production des découvertes, ce qui est accentué par le manque d'accord entre les pays arabes sur un vocabulaire scientifique unifié ; 3) Le cas particulier du Liban, caractérisé par une population expatriée numériquement trois fois plus importante que la population résidente et par une société marquée par des influences culturelles et linguistiques exogènes (Kotob, 1994), constitue un contexte singulier. Le bilinguisme se pose comme trait de caractère en ce sens que les libanais sont bilingues et même trilingues (Munoz, 2014 ; Salloum et BouJaoude, 2019). De plus, le contexte libanais démontre que, dans la plupart des régions au

Liban, la langue étrangère (française ou anglaise) se positionne, surtout chez les familles aisées, entre langue seconde et langue étrangère à statut privilégié. L'utilisation de la langue étrangère (française ou anglaise) pour enseigner les matières scientifiques dans les collèges, les lycées et les universités renforce le deuxième positionnement. Ceci se manifeste par une augmentation marquée du nombre d'écoles primaires adoptant une langue étrangère comme langue d'enseignement des sciences dès les premières classes. En conséquence, les établissements recourant à la langue maternelle deviennent de plus en plus rares, au point que l'on peut considérer que la science et la langue étrangère sont intégrées *de facto* dans la majorité des institutions d'enseignement au Liban.

5. Une problématique d'étude didactique de l'enseignement et l'apprentissage des sciences dans un contexte bilingue

Tout en prenant en compte les éléments de contexte et de débat précédents, ce travail de thèse se situe dans le cadre de la problématique générale de l'enseignement et l'apprentissage des sciences en prenant en compte la dimension langagière. En effet, au Liban comme ailleurs, le problème de l'enseignement des sciences à l'école est persistant. Les évaluations nationales et internationales des acquis des élèves en sciences viennent, de manière périodique, le rappeler aux décideurs, aux praticiens (principalement les enseignants) et aux chercheurs (OCDE, 2018)[9]. Plus particulièrement, la difficulté des enseignants à engager les élèves dans l'enseignement des sciences en classe est souvent pointée. Plusieurs facteurs y interviennent, parmi lesquels la langue utilisée pour enseigner les sciences apparait en premier plan, puisqu'on parle d'un contexte bilingue. Dans tel contexte, les langues maternelle et étrangère se rencontrent et contribuent à l'apprentissage conceptuelle du contenu. La construction du contenu scientifique se fait alors simultanément avec celle du discours qui permet de communiquer ce contenu, on parle d'une construction intégrée des savoirs linguistiques et disciplinaires (Gajo, 2007). Pourtant, on dispose aujourd'hui d'un grand nombre de recherches et d'outils conceptuels qui peuvent aider (ou qui sont censés aider) à comprendre les pratiques d'enseignement et d'apprentissage en sciences (Anderson, 2010).

[9] En 2018, le Liban occupe la 73ème place en sciences sur 78 pays dans l'évaluation internationale PISA. Ces résultats sont considérés comme catastrophiques puisque ce secteur éducatif faisait autrefois la fierté des Libanais.

Cette problématique sera explicitée d'abord en repérant les tendances des recherches sur les interactions langagières en sciences dans les orientations actuelles de la recherche. Ensuite, sera défendue la pertinence d'une orientation socioculturelle de recherche sur l'enseignement des sciences, qui met le langage au cœur de son intérêt, en focalisant la médiation didactique de l'enseignant des sciences dans un contexte bilingue comme entrée principale, dans une tentative de comprendre ce qui se joue en classe et, en termes d'intervention, pour fonder la conception de ressources aidant les élèves à apprendre les sciences.

5.1. Objet de recherche

Une revue de littérature sur les interactions langagières en sciences au cycle primaire nous a permis de justifier notre objectif. En fait, rares sont les travaux qui portent sur la médiation didactique de l'enseignant des sciences au cycle primaire dans un contexte bilingue, lorsqu'elle est envisagée selon une approche didactique centrée sur les processus d'enseignement-apprentissage du point de vue du contenu et de sa construction. En d'autres termes, la plupart des études menées en contexte bilingue accordent une place centrale à la langue d'enseignement, sans interroger la construction des contenus transmis et sans s'inscrire dans une approche didactique. En vue de combler cette lacune en matière de recherche, notre objectif est d'étudier les interactions langagières en classe de sciences dans un contexte bilingue et de focaliser la médiation didactique de l'enseignant et la manière dont il agit pour véhiculer le contenu scientifique visé aux élèves du cycle primaire.

5.2. Questions de recherche

Les interactions langagières en sciences peuvent prendre différentes formes et peuvent avoir lieu entre les élèves, ou entre l'enseignant et ses élèves. Nos observations en classes lors des missions d'inspection mais aussi lors de l'étude exploratoire, dans le cadre de ce travail de thèse, nous ont montré que les interactions sont principalement entre l'enseignant et les élèves. Les situations des interactions entre les élèves sont généralement rares puisque l'enseignement des sciences, au Liban, prend la forme de « cours dialogués » où l'enseignant prédéfinit des objectifs, pose des questions, attend les réponses des élèves et retient les réponses pertinentes par rapport à son objectif prédéfini pour avancer. Les élèves qui semblent être actifs et participants sont en réalité guidés par l'enseignant pour construire le contenu attendu (Chalak, 2012). Ces constats nous ont orientés à focaliser la médiation didactique de l'enseignant des sciences dans un contexte bilingue

pour étudier comment il agit dès la préparation arrivant à l'intervention en classe et de considérer l'évaluation comme élément central pour mesurer la contribution de la médiation didactique adoptée dans d'acquisition du contenu scientifique. En nous basant sur les travaux de Martinand (2010) qui conçoit l'enseignement comme une situation de modélisation impliquant une dynamique, des allers et retours, entre référent empirique et modèle scientifique, nous allons chercher, à une échelle plus étroite, dans quelle mesure la médiation didactique de l'enseignant, portant sur les performances didactiques des élèves, manifeste des caractéristiques d'un processus de modélisation. Trois questions de recherche sont alors considérées :

Q1 : Comment l'enseignant interprète le contenu à enseigner dans la phase de préparation ?

La réponse à cette question nous amène à caractériser la démarche suivie par l'enseignant lors de la préparation, avant son intervention active en classe, en termes de réflexion menée pour interpréter le contenu à enseigner, découper ce contenu, scénariser des pratiques et organiser le travail qui aura lieu en classe. Plus particulièrement, nous observons si l'enseignant prévoit, dans sa préparation, des situations de modélisation basées sur la dynamique entre référent empirique et modèle scientifique (Martinand, 2010), s'il planifie la création, chez les élèves, d'une pensée à caractère scientifique basée sur un processus de modélisation. Pour répondre à cette question, nous nous basons sur l'analyse documentaire des fiches de préparation des enseignants mais aussi sur leurs réponses aux questions des entretiens semi-directifs concernant la phase de planification avant l'intervention en classe.

Q2 : Comment l'enseignant des sciences interagit avec les élèves pour les aider à construire le contenu scientifique visé ?

Pour répondre à cette question et comprendre la façon selon laquelle l'enseignant met en œuvre sa préparation, nous étudions les interactions entre l'enseignant et les élèves en situation de classe. En référence aux travaux de Zaid (2012), nous avons choisi de centrer l'analyse sur des moments particuliers où la médiation didactique de l'enseignant est suscitée par les performances didactiques des élèves. Dans un premier temps, nous observons la façon selon laquelle l'enseignant agit pour aider les élèves, dans un contexte bilingue, à construire le contenu scientifique visé afin de dégager les moments particuliers en jeu. Après l'analyse détaillée de ces moments particuliers, nous cherchons dans quelle mesure le processus de modélisation est incarné dans les interactions

enseignant-élèves. Plus précisément, nous examinons comment l'enseignant engage les élèves dans la dynamique entre référent empirique et modèle scientifique.

Q3 : Quels sont les effets observables de la médiation didactique de l'enseignant et des interactions langagières en classe sur l'appropriation du contenu par les élèves ?

En nous appuyant sur une définition opératoire de la compréhension comme intégration de nouvelles connaissances à des connaissances antérieures (Driver et al., 1994, cité dans Lee & Fradd, 1998), nous analysons les évaluations réalisées ainsi que les entretiens semi-directifs menés avec les enseignants après les séances. Ces données permettent d'examiner dans quelle mesure les interactions langagières contribuent à la construction du contenu scientifique visé et de caractériser le rôle médiateur de l'enseignant en contexte bilingue. D'un point de vue didactique, nous allons observer dans quelle mesure les élèves bilingues ont acquis la dynamique de processus de modélisation?

5.3.Organisation du manuscrit

Dans la **première partie** seront présentés les fondements théoriques sur lesquels nous nous appuyons. Elle comprend quatre chapitres : dans le **premier chapitre**, nous allons présenter une revue systématique de littérature sur les interactions langagières en sciences, où seront examinées les tendances de recherches en termes de questions de recherche, cadres conceptuels mobilisés, méthodologies adoptées et prise en compte (ou non) du bilinguisme dans les recherches analysées qui sont publiées dans la période entre 2010 et 2022. Le **deuxième chapitre** sera consacré à la présentation de la perspective socioculturelle selon laquelle s'effectue notre étude. Le **troisième chapitre** présente le cadre conceptuel mobilisé pour penser les interactions langagières et leur effet sur la construction du contenu scientifique. Dans ce cadre, basé sur la médiation didactique de l'enseignant comme concept principal, seront explicités les concepts (et les relations entre ces concepts) qui structureront notre positionnement en didactique des sciences. Dans le **quatrième chapitre**, sera présenté « l'appareil respiratoire de l'Homme » comme contenu d'enseignement étudié au cours de nos observations. L'enseignement de ce contenu fait appel à des concepts organisés en modèles et à des compétences de modélisation, ce qui justifie l'importance des modèles et du processus de modélisation dans notre travail et c'est pourquoi nous avons terminé

le quatrième chapitre de la première partie en présentant la modélisation comme cadre d'analyse didactique.

Dans la **deuxième partie**, nous décrirons la méthodologie de recherche adoptée et le domaine d'étude effectuée**,** nous détaillerons le processus de collecte et d'analyse des données.

Dans la **troisième partie,** nous présenterons les résultats de la question principale de recherche : **comment l'enseignant des sciences agit pour aider les élèves au cycle primaire à construire le contenu scientifique dans un contexte bilingue ?** Cette question est déclinée en trois sous-questions auxquelles sont associés trois chapitres : Le premier chapitre présente les résultats relatifs à la médiation didactique de l'enseignant lors de la phase de planification. Le deuxième chapitre est consacré à l'analyse de la médiation didactique telle qu'elle se déploie dans la situation d'interaction en classe, lorsque l'enseignant intervient en face à face avec les élèves. Enfin, le troisième chapitre examine l'efficacité de la médiation didactique mise en œuvre par l'enseignant au regard des apprentissages des élèves. Il s'agit de mettre en lumière la pertinence des choix didactiques opérés et la manière dont ils ont facilité l'appropriation progressive du contenu scientifique visé.

Après avoir présenté les résultats de recherche, la discussion permet de faire un retour critique sur les principaux résultats obtenus dans ce travail de thèse. La thèse s'achève par une conclusion générale qui met en évidence les apports de la recherche, en discute les limites et ouvre des perspectives pour de futurs travaux.

Partie 1 : Appuis théoriques de la recherche

Introduction

Dans le cadre de notre recherche, nous nous intéressons aux interactions langagières en sciences dans un contexte bilingue et nous considérons la médiation didactique de l'enseignant comme élément principal du cadre conceptuel, pour comprendre comment celui-ci agit pour aider les élèves à construire le contenu scientifique visé lors des interactions langagières en classe. Notre point de départ se base sur une hypothèse de travail selon laquelle la préparation de l'enseignant constitue un moment déterminant, susceptible d'influencer ses pratiques effectives lors des interactions en classe. Dans cette perspective, notre travail porte sur la médiation didactique de l'enseignant à deux niveaux d'analyse : lors de la préparation du contenu à enseigner et au cours des interactions en classe. La première partie développe les fondements théoriques qui sous-tendent nos analyses. Elle comprend quatre chapitres : dans le premier chapitre nous présentons une revue systématique de littérature sur le discours en classe de sciences au cycle primaire dans laquelle seront présentées les tendances des recherches antérieures. Elle sert de base pour asseoir l'originalité de notre travail et pour situer ses apports spécifiques au regard des travaux antérieurs. Dans le deuxième chapitre, nous présentons une vue générale sur la perspective socioculturelle selon laquelle s'effectue notre étude, nous abordons l'activité langagière savante en tant que référence pour les interactions qui ont lieu en classe de sciences. Dans le troisième chapitre, nous portons notre intérêt sur la médiation didactique de l'enseignant, comme forme particulière de discours, dans le but de comprendre la manière dont il agit pour aider les élèves à construire le contenu scientifique lors des interactions langagières en classe. Dans le quatrième chapitre, nous introduisons l'appareil respiratoire comme contenu d'enseignement au cœur de notre étude. L'enseignement de ce contenu fait appel à des notions et à des compétences relevant des démarches de modélisation. C'est pourquoi, nous terminons le chapitre 4 en présentant la modélisation comme cadre d'analyse didactique de la médiation de l'enseignant.

Chapitre 1 : Tendances des recherches sur les interactions langagières en sciences

Introduction

Plusieurs recherches sur l'enseignement et l'apprentissage des sciences ont étudié les interactions en classe et leur rôle dans l'acquisition du contenu scientifique. Différentes approches sont alors mises en œuvre pour observer et analyser différentes formes d'interactions observées et en ressort un consensus général sur le rôle déterminant des interactions dans ce type d'apprentissage. Plus particulièrement, ces travaux soulignent notamment le rôle décisif des interactions langagières écrites et orales dans l'élaboration conceptuelle scientifique, son progrès et sa stabilisation (Orange, 2007). Dans le cadre de cette thèse, nous avons effectué une revue systématique de littérature dont l'objectif est, d'une part, de produire une synthèse qualitative sur les tendances des recherches antérieures qui ont porté sur la manière dont les élèves de l'école primaire (élèves de 6 à 12 ans) construisent le contenu scientifique lors des interactions langagières et, d'autre part, de focaliser la manière dont la question du bilinguisme est prise en compte et traitée dans les recherches effectuées dans des contextes bilingues comme cas particulier. Dans ce chapitre, nous présentons les tendances des recherches effectuées en termes de questions de recherche et de cadrages conceptuels et méthodologiques arrivant à montrer l'originalité de notre travail et ce qu'il apporte de nouveau par rapport aux travaux antérieurs.

1.1. Un aperçu sur la recherche des interactions langagières en sciences à travers les revues de littérature antérieures

Les études menées sur les interactions langagières en classe sont foisonnantes et dynamiques. En témoigne la production de plusieurs revues de littérature publiées récemment dans des revues spécialisées dans le domaine de l'éducation dont peuvent être citées à titre indicatif quelques-unes. L'étude de Msimanga et al. (2017) s'intéresse aux fonctions pédagogiques du langage dans les classes de sciences Sud-africaines dans la période entre 1995 et 2015 ; cette revue a visé à prolonger une revue semblable publiée en 2009 limitée à 5 articles dans des revues clés. Ces auteurs recommandent de mener des études sur le rôle de la langue en sciences à tous les niveaux dans tous les contextes d'enseignement et d'apprentissage. La revue systématique d'Huerta et Garza est focalisée sur le rôle de l'écriture en sciences sur une période de 20 ans (1996-2016). Ils

ont examiné 29 articles présentant des recherches concernant l'écriture en sciences dans des contextes qui incluent ou non des apprenants de la langue anglaise (ELL) , dans le but de découvrir comment les interventions d'écriture en sciences affectent les résultats scolaires des élèves en termes de compréhension conceptuelle et de langage académique et les tendances notables en ce sujet, mais aussi de comparer les recherches entre les études avec des ELLs, et celles sans ELLs (Huerta et Garza, 2019). Quant à Bae et ses collaborateurs, ils ont étudié le discours scientifique sous forme de paroles dans les classes urbaines de la maternelle à la 12ème année (K-12). Ces chercheurs ont choisi, organisé et synthétisé 69 articles concernant des études empiriques autour du discours scientifique, en discutant les facteurs individuels (enseignants ou étudiants), collectifs (interpersonnel) et contextuels (socioculturel, historique) dans le discours scientifique dans un cadre de systèmes complexes (Bae et al., 2021). Plus récemment, en 2024, Pun et al. ont publié une revue critique de la littérature qui présente les défis linguistiques et les stratégies d'adaptation dans les classes de sciences utilisant l'anglais comme moyen d'enseignement. Ils ont analysé 66 études empiriques publiées entre 2000 et 2021 en adoptant une approche multidisciplinaire, en examinant les résultats dans trois domaines de recherche : l'enseignement des sciences, la politique linguistique et la linguistique appliquée. La synthèse effectuée permet de mieux comprendre l'enseignement du contenu en langue seconde / étrangère, et fournit des suggestions pédagogiques pour améliorer les pratiques des enseignants des sciences qui utilisent la langue anglaise pour l'enseignement (Pun et al., 2024).

D'autres études observent la relation entre la langue et l'enseignement des sciences et se focalisent sur des questions spécifiques. C'est le cas de la revue de littérature effectuée par Tippet (2009) qui se centre sur l'argumentation en tant que langue de science. Cette étude met en évidence cinq tendances de recherche, représentées par cinq énoncés/affirmations, concernant l'importance de l'argumentation en tant que langage de sciences: 1) l'instruction explicite aide les élèves à argumenter et à défendre le point de vue plus efficacement, 2) l'importance du perfectionnement professionnel pour aider les enseignants à mettre l'accent sur l'argumentation, 3) la nécessité d'établir des règles de base pour des arguments acceptables pour permettre aux élèves de participer à une argumentation de qualité, 4) l'instruction explicite et l'établissement des règles claires pour l'argumentation améliorent le développement et le changement, 5) les compétences métacognitives sont liées aux compétences d'argumentation (Tippet, 2009). Quant à l'étude de Liu et al., elle porte sur l'apprentissage de la langue anglaise pour des objectifs spécifiques (English

for Specific Purposes ESP), plus précisément, sur l'apprentissage de l'anglais pour des objectifs scientifiques (EScP : English for Scientific Purposes) assisté par l'ordinateur. Ces chercheurs visent à identifier l'utilisation des technologies d'apprentissage en sciences dans le cas où le contenu scientifique est enseigné parallèlement aux compétences linguistiques en anglais. Ils constatent que l'alphabétisation en sciences et l'enseignement de l'anglais partagent plusieurs objectifs pédagogiques comme la lecture, l'écriture, l'écoute, l'expression orale (Liu et al., 2014). Cette dernière revue de littérature ne s'intéresse pas au sujet de la langue en sciences en tant qu'interactions discursives en classe, mais observe le sujet du côté linguistique et introduit la technologie comme outil d'instruction des compétences linguistiques nécessaires à l'apprentissage des sciences.

Les interactions langagières en classe de sciences ont également été l'objet de plusieurs revues de littérature francophones. La revue Aster a consacré deux numéros successifs à ce thème et, plus particulièrement, l'article de Peterfalvi et Jacobi (2003) donne un aperçu sur les recherches en didactique interrogeant la manière dont les échanges langagiers influencent les acquisitions scientifiques. Dans cette même publication, la revue de littérature de Catel (2001) a fait le point sur les travaux de recherches en didactique effectués dans la période située entre 1990 et 2000 concernant la production d'écrits par les élèves dans le cadre de l'enseignement scientifique. La chercheuse conclut que la recherche s'est développée, pendant la période étudiée, suivant trois dimensions : épistémologique, cognitive, et sociologique, et deux axes de recherche sont dégagés: 1) la pratique de l'écriture d'expression émergeant comme paradigme dominant et 2) des pratiques écrites dans un cadre socio-constructiviste se référant aux pratiques discursives de la communauté scientifique (Catel, 2001).

Toutefois, nous n'avons pas trouvé de revue systématique de littérature récente qui rend compte des recherches sur les interactions langagières dans les classes de sciences à l'école primaire et particulièrement en contexte bilingue. C'est pourquoi nous avons effectué une revue systématique de littérature pour combler ce manque en esquissant de nouvelles voies pour la recherche et pour situer notre travail de thèse. Il s'agit de rendre compte des recherches antérieures publiées dans des revues à comité de lecture (peer reviewed journals) dans la période entre 2010 et 2022, en nous centrant sur le traitement des statuts, rôles et effets des interactions langagières, discursives et gestuelles, verbales et non verbales, entre les intervenants en classe de sciences à l'école primaire

et également en contexte bilingue. Quatre questions structurent notre revue systématique de littérature :

1) Quelles questions ou quels objets de recherche sont analysés dans les articles identifiés dans cette revue systématique de littérature ?

2) Quels cadres conceptuels sont mobilisés pour traiter ces questions et objets de recherche ?

3) Quelles sont les méthodes de recherche utilisées pour aborder le problème des interactions langagières en sciences dans les articles collectés ?

4) Comment la construction des contenus scientifiques par les élèves en contexte bilingue est prise en compte et traitée dans les recherches retenues concernant le bilinguisme ?

1.2. Choix méthodologiques de cette revue systématique de littérature

1.2.1. Constituer le corpus des revues et d'articles à analyser

Pour effectuer la revue systématique de littérature, nous avons sélectionné 28 revues spécialisées en éducation des sciences (Annexe 1) en considérant les critères suivants : des revues focalisées sur les questions d'enseignement et apprentissage des sciences, indexées dans la base de données SCOPUS [10] et, en complément, des revues de recherche figurant sur la liste établie par le HCERES[11] en France (liste de Juillet 2020). Ces revues ont généralement des pourcentages de citation de 60% et plus, à l'exception de 3 revues dont le pourcentage de citation est plus faible mais qui contiennent des articles pertinents à notre revue systématique de littérature. Le dépouillement des revues procède, en première étape, en s'appuyant sur les mots clés « science education », « language » et « primary class » et leurs dérivés[12] pour collecter les articles dans les revues sélectionnées. Cette recherche préliminaire a donné 3721 articles publiés dans 16 revues que liste le Tableau 1.

[10] Base de données des publications scientifiques, des résumés et des citations lancée par Elsevier en 2004.

[11] Haut Conseil d'Évaluation de la Recherche et de l'Enseignement Supérieur en France.

[12] Les mots clés utilisés renvoient au thème central de la thèse inscrite dans le domaine de la didactique des sciences (science education), et qui concerne le rôle des interactions langagières (language) en sciences dans les classes du cycle primaire (primary class). Ces mots clés, avec leurs dérivés, offrent un intervalle large reflété dans le grand nombre d'articles collectés en première étape.

#	Revue (SCOPUS ou HCERES)	#	Revue (SCOPUS ou HCERES)
1	Journal of research in science teaching	**9**	Journal of Baltic Science Education
2	Science Education	**10**	Cultural Studies of Science Education
3	International Journal of Bilingual Education and Bilingualism	**11**	Éducation et Didactique
4	International Journal of Science and Mathematics Education	**12**	Recherches en didactique des sciences et des technologies (RDST)
5	Instructional Science	**13**	Carrefours de l'éducation
6	Research in Science Education	**14**	Revue Suisse des Sciences de l'éducation
7	International Journal of Science Education	**15**	Journal of applied linguistics and language research
8	Science & Education	**16**	Contextes et didactiques

Tableau 1: revues retenues pour la recherche des articles

1.2.2. Sélection des articles

Les critères d'inclusion et d'exclusion suivants sont ensuite appliqués: l'article choisi doit être publié dans l'une des revues sélectionnées, dans la période entre 2010 et 2022 ; il est évalué par des pairs et est spécifié comme article de recherche empirique ; il traite explicitement la question de la langue en sciences ou des interactions langagières ou discursives en classe à l'école primaire ; il rend compte d'une recherche empirique effectuée dans un contexte national ou international et publiée en français ou en anglais (l'étude peut inclure le sujet du bilinguisme ou non), en utilisant des méthodes de recherche différentes (qualitative, quantitative, mixte).

Après élimination des doublons et des articles qui traitent des situations des élèves aux besoins éducatifs particuliers[13], le nombre d'articles collectés est réduit à 146. Pour compléter cette étape, les trois membres de l'équipe de recherche avons validé le choix des articles (validation par inter-juge) avec focalisation sur les articles concernant les élèves âgés entre 6 et 12 ans, par la relecture des résumés. En cas de difficulté de prendre une décision d'inclure ou d'exclure un article en se basant sur le résumé, l'article est examiné en entier. Il en résulte la rétention de 69 articles dont le Tableau 2 montre la distribution dans les revues sélectionnées.

13 Ces élèves ont des caractéristiques particulières et peuvent influencer la façon dont le discours scientifique peut être promu ou vécu (Bae *et al.,* 2021).

#	**Revue (SCOPUS ou HCERES)**	Articles validés
1	Journal of research in science teaching	9
2	Science Education	7
3	International Journal of Bilingual Education and Bilingualism	2
4	International Journal of Science and Mathematics Education	6
5	Instructional Science	1
6	Research in Science Education	9
7	International Journal of Science Education	20
8	Science & Education	1
9	Journal of Baltic Science Education	3
10	Cultural Studies of Science Education	5
11	Education et Didactique	0
12	Recherches en didactique des sciences et des technologies (RDST)	2
13	Carrefours de l'éducation	0
14	Revue Suisse des Sciences de l'éducation	2
15	Journal of applied linguistics and language research	1
16	Contextes et didactiques	1

Tableau 2: distribution des articles dans les revues sélectionnées

En vue de répondre à la quatrième question de la revue systématique de littérature concernant le cas particulier des recherches effectuées dans des contextes bilingues, est cherché le mot clé « bilingue », ou son équivalent dans le titre, le résumé ou au moins dans une des questions de recherche. 27 articles parmi les 69 collectés et analysés portent sur le bilinguisme. La Figure 1 résume la procédure de collecte des articles.

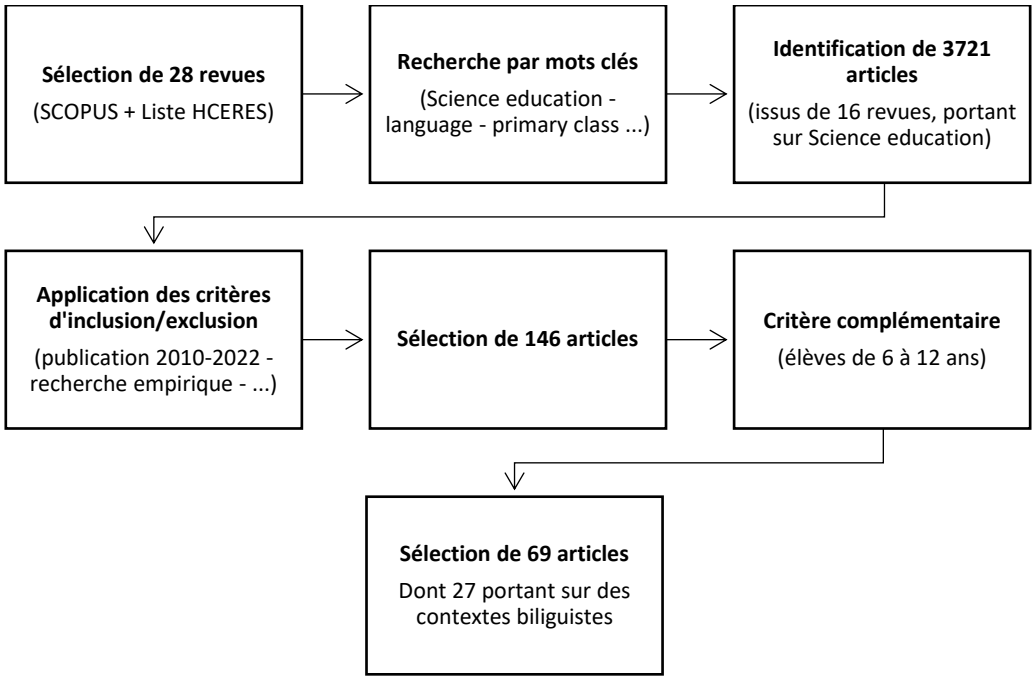


Figure 1: procédure de collecte des articles

1.2.3. Analyser les articles retenus

Une analyse approfondie des 69 articles validés est, enfin, conduite en utilisant une grille de lecture qui facilite le codage des données. Cette grille comprend des questions à choix multiples et des questions ouvertes organisées en cinq sections : 1) les caractéristiques de l'écrit (référence, informations autour de(s) auteur(s), lieu de la réalisation de la recherche) ; 2) la problématique et le cadre conceptuel (problématique, cadre théorique ou conceptuel, concept(s) mobilisé(s), questions ou objectifs) ; 3) la méthode (angle d'approche de la recherche, modalité d'observation ou de mesure, conditions et difficultés) ; 4) les informations sur le volet empirique de la recherche (échantillon, procédure de recueil et d'analyse des données, principaux résultats obtenus) ; 5) la synthèse (résumé, intérêt de l'article au regard de la problématique de la thèse). Un tableau est élaboré pour regrouper les informations collectées dans les grilles. Ces informations sont soumises à une lecture à plusieurs reprises pour dégager des catégories thématiques et répondre aux questions qui orientent cette revue de littérature.

L'analyse s'est déployée en deux temps : le premier concerne la totalité des 69 articles concernant des recherches effectuées dans des contextes bilingues ou non ; le deuxième focalise les 27 articles qui prennent en compte le caractère bilingue du contexte de recherche. En ce qui concerne la

première question, et dans le but d'identifier des tendances dans les recherches antérieures, des catégories thématiques sont identifiées, puis l'association des articles aux catégories est adoptée au regard de l'accord entre les membres de l'équipe. De même, l'identification des cadres conceptuels mobilisés dans les articles et celle des méthodologies adoptées sont effectuées pour répondre aux deuxième et troisième questions de la revue systématique de littérature. La réponse à la dernière question s'appuie sur l'analyse des articles portant sur l'enseignement/apprentissage des sciences en contexte bilingue repérés pendant l'organisation du tableau synthétisant les informations des grilles de lecture.

1.3. Un aperçu sur la recherche sur les interactions langagières en sciences à travers les recherches antérieures

1.3.1. Des objets et questions de recherche multiples

Pour la première question autour des objets et questions de recherche, l'analyse des 69 articles en révèle une variété qui peuvent être regroupées en quatre catégories : 1) les caractéristiques et les modèles de discours, 2) la multimodalité, 3) le « translanguaging » et 4) la relation entre langage quotidien et langage scientifique. La Figure 2 indique comment se répartissent ces 4 catégories parmi les 69 articles**.** Elle reflète la prédominance des articles concernant les questions de la multimodalité dans l'enseignement des sciences.

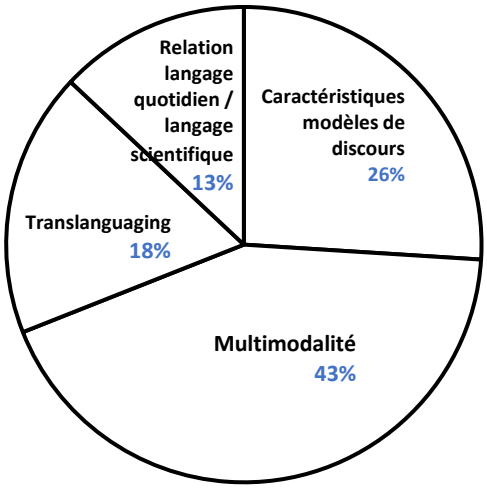


Figure 2: répartition des questions et des objets de recherche dans le corpus analysé

1.3.1.1. Analyse des caractéristiques et des modèles de discours

La première tendance (18 articles sur 69) recouvre les questions de recherche explorant les différents modèles des mouvements discursifs qui permettent l'analyse des interactions dans les classes de sciences au cycle primaire. Les approches communicatives dominantes sont abordées en se focalisant généralement sur les enseignants et leur façon de communiquer le contenu scientifique avec leurs élèves. D'autres recherches s'intéressent aux élèves et leurs échanges mutuels et/ou avec leur enseignant.

La focalisation sur le discours des enseignants permet d'interpréter la façon selon laquelle ils communiquent le contenu scientifique (Lofgren *et al.*, 2013 ; Marlot, 2018 ; Tytler et Aranda, 2015 ; Watters et Diezmann, 2016). Les exigences linguistiques nécessaires à la négociation et la construction des idées scientifiques s'observent en classe (Seah et Yore, 2017) ou plus spécifiquement lors des investigations scientifiques (Tan et Wong, 2012). La gestion de l'incertitude épistémique des élèves montre que les enseignants l'utilisent comme une ressource pour développer la compréhension conceptuelle lors d'une discussion en classe entière (Chen et Techawitthayachinda, 2021) et pour que les élèves construisent du sens lors de la résolution des problèmes (Kim, 2021). Les interactions discursives ne se limitent pas au sein des classes de sciences, mais aussi dans les musées scientifiques, ou les jardins botaniques. C'est le cas de Zhai et Dillon étudiant les caractéristiques fonctionnelles et les modèles de discours des éducateurs lors des visites guidées dans des jardins botaniques (Zhai et Dillon, 2014). Indépendamment de leurs années d'expérience et du contexte où s'effectue l'enseignement, les enseignants des sciences adoptent des stratégies discursives qui tentent à établir des niveaux plus élevés de compréhension partagée dépassant le modèle de discours IRE[14] (Tytler et Aranda, 2015), et à créer des espaces équitables et démocratiques en considérant la langue comme véhicule pour comprendre et appliquer le contenu scientifique (Navarro Martell, 2022).

Cette tendance de recherches porte aussi sur les interactions entre les élèves et avec leurs enseignants en produisant des discours spécifiques à des micro-communautés de pratique scientifique. Les articles en question focalisent les caractéristiques et les modèles de discours des élèves et interprètent comment l'appropriation et le redéploiement de ces discours contribuent à leur apprentissage des sciences et au développement de leur identité en tant qu'étudiants en classe

[14] IRE= Initiation- Response- Evaluation

mais également en tant que scientifiques émergents (Kamberelis et Wehunt, 2012). Ce développement de l'identité des élèves, parallèlement à leur acquisition du contenu scientifique, semble avoir une importance cruciale. Ceci se manifeste dans des études qui traitent la relation entre langue et sciences selon un point de vue ethnographique en se concentrant sur la participation de nouveaux élèves et le rôle des pairs qui peuvent promouvoir ou limiter les identités potentielles liées à la science (Gamez et Parker, 2018 ; Gomez Fernandez et Siry, 2018 ; Wilmes et Siry, 2018). Le rôle du mode de discours de l'enseignant – autoritaire *vs* dialogique – dans des situations normales ou dans des espaces contestées[15] (Kane, 2015) témoigne de l'étayage offert pour positionner les élèves en tant qu'agents actifs de la création de sens et de la résolution des problèmes (Kim, 2021).

De nouvelles approches émergent, à partir de l'année 2020, pour l'analyse des modèles de discours et des interactions discursives en classes de sciences. Par exemple, Franco et Munford (2021) étudient le discours scientifique selon l'approche du sablier[16], quant à Colley et Windschitl (2021), ils développent un outil (les barcodes) pour visualiser et représenter graphiquement l'analyse des discussions scientifiques qui peuvent promouvoir, soutenir ou entraver le développement collectif des idées des élèves. Amin et Badreddine (2020) questionnent la diglossie[17] de la langue arabe en classe de sciences et s'intéressent aux modèles d'interaction au cours de l'enseignement des sciences en fonction de la variété de la langue arabe utilisée. Le Tableau 3 synthétise les questions de recherche de la première tendance consacrée à l'analyse des caractéristiques et des modèles de discours.

[15] Espaces où les élèves se défient et interagissent mutuellement et discutent avec leur enseignant leurs idées scientifiques, arrivant à façonner et à construire la science agentique (Kane, 2015).

[16] Cette approche comporte trois phases d'analyse : 1) obtenir une vision historique des interactions qui ont lieu en classe entre le contexte socioculturel et le contexte d'apprentissage des sciences ; 2) analyser le discours dans quelques évènements sélectionnés ; 3) centrer l'analyse des interactions sur les relations intercontextuelles afin d'interpréter les opportunités d'apprentissage des sciences (Franco et Munford, 2021, p.13).

[17] Diglossie : coexistence de la langue formelle avec une langue parlée.

Analyse des caractéristiques et des modèles de discours		
Analyse des caractéristiques de discours	Discours de l'enseignant	Communication du contenu scientifique (Lofgren *et al*., 2013 ; Marlot, 2018 ; Tytler et Aranda, 2015 ; Watters et Diezmann, 2016)
		Exigence linguistique (Seah et Yore, 2017 ; Tan et Wong, 2012)
		Gestion des ressources des élèves (Chen et Techawitthayachinda, 2021)
	Discours de l'élève	Rôle dans la création du sens (Kane, 2015 ; Kim, 2021)
		Développement de l'identité scientifique (Kamberelis et Wehunt, 2012 ; Gamez et Parker, 2018 ; Gomez Fernandez et Siry, 2018 ; Wilmes et Siry, 2018)
Analyse des modèles d'analyse de discours	Modèles d'analyse	Barre-codes (Colley et Windschitl, 2021)
		Sablier (Franco et Munford, 2021)
		Diglossie (Amin et Badreddine, 2020)

Tableau 3: Les questions de recherche portant sur l'analyse des caractéristiques et des modèles de discours

Malgré la diversité des modèles de discours analysés, les chercheurs situés dans cette catégorie s'accordent à montrer que le discours en classe joue un rôle primordial dans la construction du savoir scientifique et expliquent la manière dont l'appropriation et le redéploiement des discours contribuent au processus d'enseignement/apprentissage en sciences. L'analyse des articles de cette catégorie montre que quelles que soient les stratégies adoptées, le modèle de discours utilisé ou la langue dominante, la première préoccupation des enseignants reste celle de l'engagement des élèves dans le discours scientifique dans le but de leur offrir un enseignement efficace, en opportunités équitables et de leur permettre de comprendre et de mobiliser le contenu scientifique visé. Ceci peut avoir lieu selon des modes diversifiés qui seront explicités dans la deuxième catégorie.

1.3.1.2. Questions de multimodalité

Cette tendance de recherche est prédominante (30 articles sur 69). Elle émerge nettement après l'année 2015 et montre que le discours scientifique et sa structuration peuvent avoir lieu suivant plusieurs modes. Les interactions orales et écrites sont les plus courantes en classes de sciences. Comme exemples de mode d'interaction orale peuvent être cités : le dialogue (France, 2021), l'utilisation de la lecture pour améliorer l'apprentissage des sciences (Rojas Rojas *et al.,* 2019), la lecture à voix haute (Glass et Oliveira, 2013), l'argumentation dialogique (Hand *et al*., 2016 ; Kim et Roth, 2018), le raisonnement analogique dans les domaines scientifiques (Hagland *et al*., 2012) et les questions de l'enseignant et des élèves (Benedict-Chambers *et al*., 2017 ; Hus et Abersbreve, 2011 ; Van Booven, 2015). Les interactions écrites sont représentées par les cahiers de sciences (Huerta *et al*., 2014 ; Wilmes et Siry, 2019).

Ces interactions orales et écrites sont dominantes de telle façon que si elles ne figurent pas explicitement comme sujet principal de recherche, elles le restent implicitement en arrière-plan. Pour clarifier cette idée, considérons deux études qui analysent l'effet de l'utilisation des dispositifs et des outils comme support pour l'apprentissage des concepts de la conduction et de l'isolation thermique en sciences : Unsal *et al.* (2018) qui étudient l'utilisation des artefacts physiques et Ahman et Jeppsson (2020) qui s'intéressent à l'utilisation de la caméra infrarouge (Infrared camera). De prime abord, ces deux articles discutent l'effet et l'importance de l'utilisation de ces outils pour faciliter la compréhension du concept visé. Or l'évaluation de cette compréhension se manifeste essentiellement à travers des discussions orales et des productions écrites. Si les interactions orales et/ou écrites figurent comme véhicules dans l'enseignement et l'apprentissage des sciences, c'est aussi comme moyens d'évaluation de l'acquisition du contenu. Il est à souligner à propos de l'évaluation que nous mentionnons des études qui discutent le potentiel du dessin et de l'écriture en tant qu'outils d'évaluation et d'apprentissage utilisés par les élèves pour communiquer leur compréhension en sciences (Park *et al*., 2021 ; Wilson et Bradbury, 2016 ; Wilson et Bradbury, 2021 ; Yeo *et al*., 2021). D'autres traitent le rôle de l'évaluation et des exigences linguistiques auxquelles sont confrontés les élèves lors de ces évaluations (Brendel *et al.*, 2019 ; Lyon *et al*., 2012 ; Shaw *et al*., 2010).

Un troisième mode de communication, gestuelle ou corporelle, peut être considéré comme ressource linguistique à côté des interactions discursives orales et écrites (Suarez, 2020 ; Unsal *et al.*, 2018 ; Varelas *et al*., 2022).

En plus des études s'appuyant sur la perspective de la multimodalité, certaines focalisent les ressources sémiotiques multiples à savoir le langage oral, les produits visuels et matériels en même temps (Fazio et Gallagher, 2019 ; Martinez-Alvarez, 2019 ; Oh et Kim, 2013 ; Tang *et al*., 2022 ; Wilmes et Siry, 2021 ; Zhang, 2016). Ces modes sont étudiés en tant que supports pour l'enseignement ou comme moyens d'évaluation de l'acquisition des contenus. Ils sont aussi étudiés en ce qu'ils visent à établir des formes d'équité (notamment langagière) en classe et à respecter les différences individuelles (Unsal *et al*., 2018). Le Tableau 4 résume les objectifs de recherche dans le cadre de la mutlimodalité.

Objets de recherche construits autour de la multimodalité		
Formes de communication	Communication orale	Dialogue (France, 2021)
		Lecture (Glass et Oliveira, 2013 ; Rojas *et al*., 2019)
		Argumentation dialogique (Hand *et al*., 2016 ; Kim et Roth, 2018)
		Raisonnement analogique (Hagland *et al*., 2012)
	Communication écrite	Cahiers de sciences (Huerta *et al*., 2013 ; Wilmes et Siry, 2019)
	Communication gestuelle	(Suarez, 2020 ; Unsal *et al.*, 2018 ; Varelas *et al.*, 2022)
Ressources d'apprentissage	Utilisation des supports pour l'apprentissage	Artefacts physiques (Unsal *et al.* ; 2020)
		Caméra infrarouge (Ahman et Jeppsson, 2020)
		Dessins et écriture (Park *et al*., 2021 ; Wilson et Bradbury, 2016, 2021; Yeo *et al.*, 2021)
	Ressources sémiotiques multiples	Ressources sémiotiques multiples (Fazio et Gallagher, 2019 ; Martinez-Alvarez, 2019 ; Oh et Kim, 2013 ; Tang *et al*., 2022 ; Wilmes et Siry, 2021 ; Zhang, 2016)
	Exigences linguistiques dans l'évaluation	Exigences linguistiques dans l'évaluation (Brendel *et al*., 2019 ; Lyon *et al*., 2012 ; Shaw *et al*., 2010)

Tableau 4: les objets de recherche dans le cadre de la multimodalité

1.3.1.3. « Translanguaging » pour établir l'équité en classe

La troisième tendance (12 articles sur 69) concerne les recherches qui questionnent les conditions pour susciter et soutenir la « translangue[18] » (Pierson *et al*., 2021) et la manière dont les élèves bilingues réagissent à ces conditions en mobilisant leurs ressources linguistiques comme moyen de participer à l'apprentissage en classe de sciences et en laboratoire (Karlsson *et al*., 2019 ; Pierson *et al*., 2021 ; Poza, 2018 ; Stevenson, 2013) ou dans des programmes extrascolaires (Ryu, 2019). Les questions du « translanguaging » sont abordées selon différents points de vue : 1) la construction du sens du contenu scientifique (Unsal, 2018 (b)) , 2) la continuité de l'apprentissage des sciences dans les activités des classes multilingues (Karlsson *et al*., 2020) et 3) les obstacles potentiels et les défis linguistiques rencontrés par les élèves bilingues lorsqu'ils répondent aux questions de l'enseignant et comment celui-ci les aide à répondre à ces défis lors de la participation au discours en classe (Lan et Oliveira, 2019 ; Suarez, 2020).

Par ailleurs, le « translangage » peut être approché sous le prisme de l'interdisciplinarité dans l'enseignement, notamment dans le cas de la biologie et du français comme dans l'étude de Aberchoum et Narcy-Combes (Aberchoum et Narcy-Combes, 2020). Ces auteurs étudient les

[18] Permettre à l'élève bilingue d'utiliser toutes les ressources linguistiques disponibles pour s'exprimer, sans avoir de frontières claires entre les langues utilisées.

conditions de possibilité d'une approche translangagière à l'occasion de la création d'un cours de biologie en français dans le primaire marocain en partant des modules en arabe.

Bien qu'hétérogènes, ces études convergent en ce qui concerne l'importance de comprendre et de valoriser les connaissances linguistiques des élèves bilingues comme ressources capitalisées dans l'apprentissage des sciences (Stevenson, 2013). Toutefois, ces recherches alertent sur le risque de la simplification excessive de « translanguaging » en utilisant une langue totalement libre et sur la nécessité d'outiller les élèves par les concepts et les matériaux linguistiques nécessaires pour qu'ils puissent réussir aux examens officiels et internationaux (Poza, 2018). Le Tableau 5 résume les questions de recherche de cette tendance.

Questions sur le "translanguaging"			
Conditions pour soutenir le translangage (Piersson *et al*., 2021)	Utilisation du translangage par les élèves (Karlsson *et al*., 2019 ; ; Poza, 2018 ; Ryu, 2019 ; Stevenson, 2013 ; Suarez, 2020)	Effets du translangage sur : - la construction du contenu scientifique (Unsal *et al.*, 2018) - la continuité de l'apprentissage (Karlsson *et al*., 2020) - les obstacles liés à la langue (Lan et Oliveira, 2019)	Interdisciplinarité (Aberchoum et Narcy-Combes, 2020)

Tableau 5: Les questions de recherche portant sur le « translanguaging »

1.3.1.4. Le langage quotidien et le langage scientifique

La dernière tendance (9 articles sur 69) interroge le lien entre les activités scolaires en sciences et les expériences de la vie quotidienne et la manière selon laquelle les élèves s'engagent dans des discussions socio-scientifiques en partant de leurs expériences quotidiennes arrivant à acquérir une culture scientifique manifestée sous la forme de glissement de la langue quotidienne à une langue scientifique (Lhoste *et al.,* 2011 ; Na et Song, 2014). Les recherches de cette tendance recouvrent également l'étude des pratiques des enseignants visant à mobiliser les fonds de connaissances des élèves (Irish et Kang, 2018), et la façon selon laquelle ces derniers mobilisent leurs compréhensions conceptuelles autour du contenu et leurs expériences extrascolaires lors des discours en classe (Byrne *et al*., 2014 ; Wee, 2012).

De manière plus large, des recherches considèrent les pratiques domestiques et les pratiques scolaires extérieures aux sciences comme étant, à côté des sciences des scientifiques, des références importantes pour les sciences scolaires. C'est le cas de Bisault (2010) qui s'intéresse à la relation entre les sciences scolaires et les sciences des scientifiques et identifie les moments

scolaires comme des « constructions hybrides » articulées avec d'autres moments scolaires ou non scolaires. D'autres études s'intéressent aux difficultés conceptuelles et linguistiques que rencontrent les élèves lorsqu'ils transforment leurs idées initiales, en décalage avec la perspective scientifique, en explications scientifiques (Seah, 2016). Le Tableau 6 montre les objets de recherche de cette tendance.

Questions sur le langage quotidien			
Les implications des expériences quotidiennes dans l'enseignement des sciences (Lhoste *et al*., 2011 ; Na et Song, 2014)	Pratiques des enseignants pour mobiliser les fonds de connaissances des élèves (Irish et Kang, 2018 ; Byrne *et al*., 2014; Wee, 2012)	Difficultés conceptuelles et linguistiques (Seah, 2016)	Relation entre sciences "scolaires" et sciences des scientifiques (Bisault, 2010)

Tableau 6: Langage quotidien et langage scientifique

1.3.1.5. Objets et questions de recherche dans un contexte bilingue

Parmi les 69 articles collectés et analysés, 27 concernent un contexte bilingue, dont la majorité est effectuée après 2015. Ces études examinent la relation entre la langue des élèves et la construction de contenus scientifiques dans des pays différents. Elles discutent également la manière dont les élèves bilingues mobilisent leurs ressources linguistiques pour s'engager en sciences et en analysent les effets sur la pratique des enseignants.

La relation entre la langue et la construction du contenu en sciences en contexte bilingue est étudiée en discutant les exigences linguistiques chez les apprenants bilingues (ELLs) dans des évaluations de performances en sciences (Lyon *et al.*, 2012 ; Shaw *et al*., 2010), ou en étudiant la relation entre la langue et la création de sens en sciences (Unsal *et al.*, 2018(b)). Cette relation est aussi discutée sous le prisme de translangage en soulignant ses caractéristiques et ses effets sur la capacité des élèves à s'approprier des façons de communiquer, de parler, de penser et d'agir (Karlsson *et al*., 2019 ; 2020) et donc de réussir en sciences lorsque cette discipline est enseignée en langue différente de la langue maternelle (Van Laere *et al*., 2014).

Le corpus analysé montre également des études qui discutent la manière dont les élèves bilingues mobilisent leurs ressources linguistiques en classe et en laboratoire de sciences (Stevenson, 2013) ou dans des programmes extrascolaires d'apprentissage (Suarez, 2020) et comment ces ressources jouent un rôle dans l'édification des pratiques des enseignants (Poza, 2018) pour créer des espaces équitables en classes de sciences (Navarro Martell, 2022).

Deux études sont effectuées dans des contextes bilingues selon une approche comparatiste : la première compare la performance des élèves utilisant leur langue maternelle vs une langue étrangère dans l'enseignement des sciences (Njoroje, 2017). La deuxième compare les prescriptions de la politique éducative qui demande l'utilisation de la langue maternelle en sciences avec la pratique appliquée effectivement selon une approche quantitative (Okebukola *et al*., 2013).

D'autre part, l'engagement des élèves bilingues est un des défis majeurs rencontrés dans les classes de sciences. Ce qui se manifeste dans des études qui s'intéressent à leur participation dans de petits groupes (Gamez et Parker, 2018 ; Wilmes et Siry, 2018) ou à leur engagement en classe entière (Gomez Fernandez et Siry, 2019 ; Lan et Oliveira, 2019 ; Wilmes et Siry, 2021). L'engagement pouvant être favorisé soit par le recours au translangage afin de soutenir l'apprentissage en STEM en classe (Pierson *et al*., 2021) ou dans des programmes parascolaires d'apprentissage (Ryu et Sikorski, 2019), ou bien par la fusion des activités scolaires et extrascolaires pour soutenir la communication et faciliter la médiation du contenu scientifique avec l'utilisation des dispositifs comme des outils multimodaux et numériques (Martinez Alvarez, 2019 ; Unsal *et al*., 2020 ; Zhang, 2016), des cahiers de sciences (Wilmes et Siry, 2020), des gestes (Unsal *et al*., 2018) etc.

Varelas *et al.* (2022) ne mentionnent pas directement le sujet du bilinguisme, mais ils effectuent leur étude dans le cas des élèves qui s'identifient à des cultures minoritaires, ce qui nous fait penser au bilinguisme. Ils expliquent l'importance du théâtre scientifique et fournissent des preuves que les représentations scientifiques incarnées offrent aux élèves bilingues de nombreuses opportunités pour construire des connaissances scientifiques et des positionnements qui soutiennent l'engagement avec la science, qu'ils soient exécutés à petite échelle dans les salles de classe ou à grande échelle pour l'ensemble de l'école. Quant à Amin et Badreddine, ils approchent le bilinguisme à travers le prisme de la diglossie arabe et se focalisent sur l'effet de l'adoption de chaque version de l'arabe sur les interactions en classe, mais aussi sur la construction du contenu scientifique au cycle primaire au Liban (Amin et Badreddine, 2020). Au sujet de la langue arabe, Aberchoum et Narcy-Combes discutent l'interdisciplinarité dans l'enseignement (cas de la biologie et du français) en essayant de respecter les acquis langagiers antérieurs des élèves et de s'y appuyer pour créer un cours de biologie en français dans le primaire marocain (Aberchoum et Narcy-Combes, 2020). Le Tableau 7 résume les objets de recherches effectuées dans des contextes bilingues.

Questions et objets de recherches (contextes bilingues)		
Relation entre langue et construction des contenus en sciences	Exigences linguistiques dans les évaluations (Lyon *et al.*, 2012 ; Shaw *et al*., 2020)	
	Relation entre langue et création de sens en sciences (Unsal *et al.*, 2018)	
	Caractéristiques, conséquences et effets du translanguage dans un contexte bilingue (Karlsson *et al.*, 2019, 2020)	
Comment les élèves bilingues mobilisent leurs ressources linguistiques et effets sur la pratique des enseignants	(Stevenson, 2013 ; Suarez, 2020 ; Poza, 2018 ; Navarro Martell, 2022)	
Approche comparatiste	Langue d'enseignement vs performance (Njoroje, 2017)	
	Politique éducative vs pratique effective (Okebukola *et al*., 2013)	
Engagement des élèves bilingues	Participation dans des petits groupes (Gamez et Parker, 2018 ; Wilmes et Siry, 2018) ou engagement en classe entière (Gomez Fernandez et Siry, 2019 ; Lan et Oliveira, 2019 ; Wilmes et Siry, 2021)	
	Favoriser l'engagement	Permettre le translangage (Pierson *et al*., 2021 ; Ryu, 2019)
		Utilisation des moyens et des dispositifs (Martinez Alvarez, 2019 ; Unsal *et al*., 2020 ; Zhan, 2016 ; Wilmes et Siry, 2020 ; Unsal *et al*., 2018)
Cas particuliers	Importance du théâtre scientifique (Varelas *et al*., 2022)	
	Diglossie arabe (Amin et Badreddine, 2020)	
	Interdisciplinarité (biologie et français) (Aberchoum et Narcy-Combes, 2020)	

Tableau 7: questions et objets de recherches effectuées dans des contextes bilingues

Malgré la diversité des recherches effectuées dans des contextes bilingues, celles qui se situent dans des contextes où les élèves du cycle primaire et l'enseignant partagent la même langue maternelle qui est la langue officielle du pays, mais où l'enseignement des sciences s'effectue en langue étrangère, comme au Liban, restent rares.

1.3.2.Principales tendances en termes de cadres conceptuels mobilisés

Les études empiriques traitées par les articles analysés adoptent une variété de cadres conceptuels et théoriques, dont quelques-uns sont énoncés explicitement et d'autres peuvent être déduits à travers le texte. Un aperçu global des principaux cadres conceptuels mobilisés pour les interactions langagières peut être donné en identifiant les questions et objets de recherche. Il en ressort deux catégories. D'une part, des recherches déclarent se situer dans une **perspective socioconstructiviste** où l'enseignement et l'apprentissage des sciences sont conçus comme processus de construction basés sur les interactions, les échanges et les discussions (Vygotsky,1980). Tout en se situant dans cette même perspective, d'autres études mettent en avant,

plus particulièrement, la **perspective sociosémiotique** en vue d'analyser des interactions multimodales. D'autres recherches adoptent une **approche évaluative** et analysent les performances des élèves plutôt que les processus et stratégies adoptés pour la construction des contenus scientifiques.

1.3.2.1. Des cadres pour analyser le discours en classe de sciences

La perspective vygotskienne est souvent convoquée pour analyser les discours en classe en postulant *la relation entre langage et pensée (*Vygotsky, 1980) et la relation dynamique entre interaction sociale et construction de la pensée individuelle des élèves. Dans le corpus analysé, des études adoptent une *perspective socioculturelle* et analysent les manières dont les enseignants orchestrent les interactions pour construire un sens partagé (Tytler et Aranda, 2015). D'autres études combinent les perspectives théoriques *socioconstructivistes et sociosémiotiques* pour rendre compte de la transition entre langue quotidienne, langue scolaire et langue scientifique. C'est le cas de Seah et Yore (2017) qui s'intéressent à l'analyse des *exigences linguistiques en sciences*. Ces chercheurs conçoivent le langage comme *outil culturel* nécessaire aux interactions sociales, mais aussi comme *outil cognitif* pour la pensée verbale. *L'enseignement dialogique* semble aussi un concept récurrent pour interroger l'amélioration de la qualité de l'enseignement et de l'apprentissage à travers le dialogue permanent enseignant- élèves (Kane, 2015 ; Zhai et Dillon, 2014).

Pour comprendre comment les activités en classe structurent et sont structurées par le discours (Park *et al*., 2021), une gamme d'outils conceptuels et analytiques est mobilisée. Le cadre d'analyse de discours proposé par Mortimer et Scott (2003) est mobilisé en vue d'examiner les *approches communicatives* nécessaires au développement des idées des élèves (France, 2021 ; Kim, 2021 ; Lofgren *et al.,* 2013 ; Watters et Diezmann, 2016). Ce cadre peut être combiné avec d'autres comme les *cadres analytiques de Mc Gregor* (2011) (Watters et Diezmann, 2016), ou le cadre d'analyse des moyens de communication du contenu scientifique (Lofgren *et al.*, 2013) pour examiner les différents types de discours que l'enseignant et les élèves utilisent en classe de sciences. D'autres cadres sont utilisés pour 1) effectuer une microanalyse fine du discours et des interactions en classe afin d'illustrer le « dilemme » de l'approche communicative utilisée par l'enseignant lorsqu'il manipule une activité pratique d'investigation pour enseigner un contenu scientifique canonique (Tan et Wong, 2012), 2) ou pour rendre compte des répertoires interprétatifs

utilisés par les élèves pour négocier un enjeu socio-scientifique et construire leurs propres versions de la réalité dans un contexte social et pour défendre leurs opinions et leurs actes comme le cadre analytique de Potter et Wetherell (1987) (Byrne *et al*., 2014), 3) ou bien pour détecter et classifier les questions et les commentaires des élèves et de l'enseignant en fonction de leur orientation dialogique comme le cadre analytique du discours basé sur le questionnement créé par Chin (2006) (Van Booven, 2015).

L'analyse de discours peur être aussi effectuée en étudiant la pratique *de discours hybride* qui articule la *construction hybride* de Bakhtine (1981), de la notion de *stratification du discours* de Goffman (1974) et des notions des théoriciens de la pratique comme Pickering (1995) (Kamberelis et Wehunt, 2012). D'autre part, des métaphores analytiques sont utilisées pour l'analyse de discours en classe, comme l'approche de sablier dont les fondements théoriques et méthodologiques reposent sur l'articulation entre l'ethnographie de l'enseignement des sciences (Franco et Munford, 2021) et l'outil fondé par Colley et Windschitl appelé *les barcodes* qui aide à visualiser et à interroger les discussions créatrices de sens en classe entière et à explorer quand et comment les échafaudages ou les structures d'activités soutiennent les discussions dialogiques et disciplinaires dans les classes de sciences élémentaires (Colley et Windschitl, 2021).

L'analyse du discours peut aussi avoir lieu selon une double orientation combinant le point de vue *didactique* (prenant en compte le contenu) à celui *linguistique* dans le cadre *de la linguistique fonctionnelle systémique* SFL (Halliday et Matthiessen, 2004) (Ahman et Jeppsson, 2020 ; Lan et Oliveira, 2019 ; Seah, 2016). Pour sa part, Bisault (2010) croise des outils d'analyse issus de la didactique des sciences (comme le *schéma de modélisation de Martinand* (2000)) avec d'autres *outils issus de la linguistique* tels les mécanismes linguistiques de la construction d'objets (Grize, 1990), les indicateurs d'énonciations et les procédés de modélisation des énoncés (Bronckart, 1996) dans le but de comprendre les dynamiques de mise en œuvre des moments de sciences par les enseignants en classe. Le Tableau 8 résume les cadres conceptuels adoptés pour l'analyse de discours en classe de sciences.

Perspectives théoriques ou conceptuelles pour analyser le discours en classe de sciences	Référence
Perspective socioculturelle	Tytler et Aranda (2015)
Perspective socioconstructiviste + socio sémiotique (analyse des exigences linguistiques ALDIS)	Seah et Yore (2017)
Enseignement dialogique	Kane (2015) ; Zhai et Dillon (2014)
Cadre d'analyse de discours de Mortimer et Scott (2003)	France (2021)
Cadre d'analyse des moyens de communication du contenu	Mc Gregor (2011) ; Watters et Diezmann (2016)
	Lofgren *et al.* (2013)
Microanalyse fine de discours et des interactions	Potter et Wetherell (1987) ; Tan et Wong (2012)
Cadre analytique de Potter et Wetherell (1987)	Byrne *et al.* (2017)
Cadre du discours basé sur le questionnement	Chin, (2006) Van Booven (2015)
Cadre de la linguistique fonctionnelle systémique	Halliday et Matthiessen, (2004) Ahman et Jeppsson (2020) ; Lan et Oliveira (2019) ; Seah (2016)
Perspectives didactiques et linguistiques	Martinand (2000) ; Bisault (2010) ; Grize, (1990) ; Bronckart (1996)

Tableau 8: : perspectives conceptuels variés pour l'analyse du discours en sciences

1.3.2.2. Des cadres pour étudier la multimodalité dans les classes de sciences

La plupart des articles qui traitent la question de la multimodalité mettent en avant la *perspective sociosémiotique,* en vue d'analyser des interactions multimodales (MIA) (Wilmes et Siry, 2020), de décentraliser le rôle du langage et de focaliser d'autres types de communication. D'où le concept sémiotique hybride mobilisé pour examiner comment l'apprentissage de sciences est construit (Wilmes et Siry, 2021). En effet, dans une classe de sciences, le discours peut être réalisé à l'aide de ressources sémiotiques variables comme les actions et les artefacts, y compris le langage oral, le langage écrit, les images visuelles, les gestes, les appareils scientifiques (Park *et al.*, 2021 ; Unsal *et al*., 2018 ; Unsal *et al*., 2020 ; Varelas *et al*., 2022; Zhang, 2016). Ces ressources sémiotiques multimodales créent un certain espace sémiotique sociale (Huerta *et al*., 2014 ; Wilmes et Siry, 2020) et coopèrent avec la maîtrise du contenu pour assurer le développement du langage des élèves bilingues. Selon cette perspective, la connaissance du contenu pédagogique par les enseignants (*PCK :* Pedagogical Content Knowledge) ne suffit pas pour la médiation du contenu scientifique (Oh et Kim, 2013 ; Seah et Chan, 2020). Mais l'enseignement des sciences nécessite des modes de représentation multimodales (personnifications, analogies, questions…) et des modes sémiotiques variés pour représenter la connaissance scientifique : verbale, picturale, matérielle, mathématique, et actionnelle (Oh et Kim, 2013), en plus des exigences linguistiques qui doivent être adaptées aux connaissances et aux besoins des élèves (KS : Knowledge of Students) pour les aider à apprendre le langage des sciences (Seah et Chan, 2021) et pour créer des espaces équitables en classe (Navarro Martell, 2022).

Le discours multimodal peut être analysé en se basant sur plusieurs théories comme la théorie des genres en sémiotiques sociales et des genres scientifiques (Tang *et al*., 2022) et selon des multiples modes de représentation (Wilson et Bradbury, 2016 ; Wilson et Bradbury, 2021) telle que l'approche de l'écriture et de dessin qui prend en compte des aspects sémiotiques, épistémiques et épistémologiques de la construction, de l'analyse et de la représentation de la compréhension du contenu scientifique.

La perspective *sémiotique sociale* peut également être mobilisée selon une *approche pragmatiste* comme dans l'étude de Marlot qui cherche à mieux comprendre comment le savoir structure les interactions langagières dans le contexte des apprentissages scientifiques sous le prisme de la *théorie de l'action conjointe en didactique* (Marlot, 2014).

Dans cette même tendance de recherche, nous pouvons situer des articles qui présentent des approches et des stratégies « spéciales » qui visent à assurer *l'échafaudage cognitif* comme la lecture en sciences (Rojas-Rojas *et al*., 2019) et la lecture à haute voix qui assurent *l'accommodation de la parole* ou la simplification du discours scientifique et mobilisent les concepts de *convergence communicative* et la *conception du récipient* (Glass et Oliveira, 2013). Pareillement, les questions posées par les élèves et/ou par l'enseignant assurent l'échafaudage cognitif en aidant les élèves à traiter les connaissances individuellement, articuler les connaissances collectivement et soutenir *l'apprentissage en collaboration* (Benedict-Chambers *et al*., 2017). Ces questions peuvent être classées en deux grands groupes : 1) *questions au niveau cognitif inférieur,* et 2) *questions au niveau cognitif supérieur* (Hus et Aberšek, 2011). Dans cette perspective, Chen et Techawitthayachinda (2021) visent à rendre compte d'un *apprentissage profond* (Deep Learning) en exploitant *l'incertitude épistémique* des élèves comme ressource pédagogique pour développer la compréhension conceptuelle lors des discussions en classe. Martinez et Alvarez (2019) identifient la présence des médiateurs et des *points tournants* pour fournir un *apprentissage expansif* en se basant sur la *théorie de l'activité culturelle et historique*. Pour leur part, Fazio et Gallagher (2019) s'intéressent à la *littéracie disciplinaire* qui consiste à l'intégration efficace des sciences avec la langue selon une *recherche basée sur la conception* (DBR : Design Based Research). Globalement, ces études concluent que l'utilisation des artefacts pertinents, combinée avec des mouvements pédagogiques stimulent l'apprentissage expansif et permettent d'investir les connaissances extrascolaires puisées de la vie quotidienne des élèves.

1.3.2.3. Des cadres pour l'approche évaluative

L'exemple le plus représentatif de cette catégorie est l'étude de Njoroje (2017) qui s'intéresse à la comparaison entre la performance des élèves lorsqu'ils apprennent les mathématiques et les sciences en anglais à leurs résultats lorsqu'ils utilisent la langue maternelle (Njoroje, 2017). Pareillement, Van Laere *et al*. (2014) questionnent l'effet de la littéracie en langue d'enseignement sur la performance des élèves en sciences. Ces auteurs concluent que la performance des élèves est reliée à leur niveau de maîtrise de la langue utilisée dans l'enseignement à côté d'autres facteurs comme le genre, l'état socioéconomique et le niveau des écoles (Van Laere *et al*., 2014).

L'évaluation de la performance des élèves en sciences en prenant en compte les interactions langagières, peut être effectuée selon plusieurs approches. 1) L*'approche heuristique de rédaction scientifique* SWH[19] est une forme d'enquête argumentée pour fournir aux élèves des occasions de s'engager en sciences en comprenant à la fois la structure argumentative et l'importance de langage en sciences (Hand *et al*., 2016). 2) *L'approche d'évaluation narrative* utilise *le portfolio* comme outil d'apprentissage mais aussi dans une visée d'évaluation et considère le dialogue comme un moyen qui permet aux adultes et aux enfants de franchir les frontières de l'âge et des hiérarchies des connaissances lors de la construction des évaluations scientifiques (Brendel *et al.*, 2019). 3) L'évaluation du *niveau énonciatif des élèves* par utilisation des *grilles d'évaluation* usuelles des écrits pour mesurer les compétences langagières (transversales) et les compétences disciplinaires liées aux savoirs et à leur formulation (Jaubert et Rebière, 2020). 4) Le *cadre SALD* (Science Assessment Language Demands) aide à évaluer les demandes linguistiques des élèves ELL lorsqu'ils s'engagent dans l'apprentissage des sciences (Shaw *et al*., 2010 ; Lyon *et al*., 2012). 5) La théorie de la *cartographie des structures*[20] permet d'interpréter la nature du *raisonnement analogique* effectué chez des élèves (Haglund *et al*., 2012).

1.3.2.4. Des cadres pour prendre en compte les contextes bilingues

Parmi les études effectuées dans des contextes bilingues, quelques-unes mobilisent le concept de *translangage* comme élément essentiel du cadre conceptuel, d'autres s'intéressent aux ressources conceptuelles qui constituent, à côté des ressources linguistiques, les *fonds de connaissances* qui peuvent être exploités dans l'enseignement des sciences. D'autres études sont effectuées selon une

[19] Science Writing Heuristic (Ford et Forman, 2006)

[20] Structure mapping theory (Gentner, 1983)

approche psycholinguistique. De manière globale, les interactions langagières en contexte bilingue sont traitées, dans le corpus analysé, à travers un prisme théorique socioculturel considérant l'enseignement et l'apprentissage des sciences comme contextualisés, co-construits et émergents par l'interaction (Wilmes et Siry, 2020).

Translangage : une lentille théorique et pédagogique

Pour comprendre comment les élèves bilingues tirent parti de leur *répertoire sémiotique* pour un engagement disciplinaire productif, plusieurs articles adoptent le *translangage* comme élément important du cadre conceptuel (Pierson *et al*., 2021 ; Poza, 2018 ; Ryu, 2019 ; Suarez, 2020). Selon la *théorie du translangage*, il n'y a pas de frontières claires entre les langues des élèves bilingues. Ces langues sont interdépendantes et connectées d'une façon dynamique (Unsal *et al*., 2018 (b)). Parmi les concepts mobilisés nous trouvons *troisième espace* ou *espace hybride,* référé au terme bakhtinien hétéroglossie (Bakhtine, 1981), dans lequel les élèves intègrent et relient les discours de leur vie quotidienne avec le nouveau discours (Kamberelis et Wehunt, 2012 ; Karlsson *et al.*, 2019 ; 2020), ou le concept de diglossie qui signifie la coexistence d'une langue formelle écrite à côté de la langue parlée (Amin et Badreddine, 2020).

Les approches analytiques adoptées sont variées, par exemple *l'approche de l'analyse de l'épistémologie pratique* (PEA) selon laquelle la création de sens est considérée comme *apprentissage en action* (Unsal *et al*., 2018(b) ; Karlsson *et al.*, 2020). L'*approche translangagière* est aussi adoptée pour discuter la transformation du répertoire langagier des élèves de la *communication quotidienne* (BICS : Basic Language Intercommunicative Skills) en un répertoire permettant le développement des *fonctions cognitivo- langagières* (CALP : Cognitive Academic Language Proficiency) liées à la construction des savoirs (Aberchoum et Narcy-Combes, 2020).

Exploiter les ressources quotidiennes conceptuelles et linguistiques

Les ressources conceptuelles telles que les *idées quotidiennes* (Wee, 2012), ou les *expériences quotidiennes* (Na et Song, 2014) constituent, à côté des ressources linguistiques des élèves, *les fonds de connaissances* (Irish et Kang, 2018) qui peuvent être exploités dans l'enseignement des sciences. Plusieurs études discutent la manière selon laquelle l'enseignant aide ses élèves bilingues à mobiliser ces fonds de connaissances et à établir des *espaces équitables* en classe (Stevenson, 2013 ; Irish et Kang, 2018 ; Navarro Martell, 2022).

Une approche psycholinguistique

Le corpus analysé englobe trois études qui sont effectuées dans des contextes bilingues selon une *approche psycholinguistique* et qui s'intéressent au *développement de l'identité* des élèves nouveaux arrivés ou immigrants (Gamez et Parker, 2018 ; Gomez-Fernandez et Siry, 2018 ; Wilmes et Siry, 2018).

Le Tableau 9 montre les principaux cadres conceptuels dans des contextes bilingues.

Principales perspectives théoriques mobilisées			
Translangage (Pierson *et al*., 2021; Poza, 2018; Ryu, 2019; Suarez, 2020; Unsal *et al.*, 2018)	**Utilisation du translangage par les élèves** (Karlsson *et al.*, 2019; Poza, 2018; Ryu, 2019; Stevenson, 2013; Suarez, 2020)	**Effets du translangage sur:** - la construction du contenu scientifique (Unsal *et a*l., 2018) - la continuité de l'apprentissage (Karlsson *et al*., 2020) - les obstacles liés à la langue (Lan et Oliveira, 2019)	**Interdisciplinarité** (Aberchoum et Narcy-Combes, 2020)
Diglossie (Amin et Badreddine, 2020) **Hétéroglossie** (Kamberelis et Wehunt, 2012; Karlsson *et al*., 2019; 2020)	**Approches analytiques** - Analyse de l'epistemologie pratique (PEA) (Unsal *et al*., 2018; Karlsson *et al.*, 2020) - Approche translangagière (Aberchoum et Narcy-Combes, 2020)	**approche psycholinguistique** (Gamez et Parker, 2018 ; Gomez-Fernandez et Siry, 2018 ; Wilmes et Siry, 2018)	**Exploitation des ressources:** - Idées quotidiennes (Wee, 2012) - Fonds de connaissances (Irish et Kang, 2018) - Expériences quotidiennes (principe de continuité de Dewey) (Na et Song, 2914)

Tableau 9: principaux cadres conceptuels dans des contextes bilingues

Si la revue des cadres théoriques mobilisés dans le corpus d'articles analysés met en évidence une grande diversité de positionnements, la rareté du point de vue « contenu », donc du point de vue didactique, est notable lorsqu'il s'agit d'étudier l'enseignement et l'apprentissage des sciences dans un contexte bilingue. De plus, le manque d'études prenant en compte les fonds de connaissances linguistiques et conceptuelles des élèves du cycle primaire est confirmé. C'est ce qui justifie un programme de recherche structuré par les questions suivantes : comment se construisent les connaissances scientifiques chez les élèves au cycle primaire dans un contexte bilingue ? Comment l'enseignant des sciences au cycle primaire agit pour aider les élèves bilingues à construire le contenu scientifique ? Quels fonds de connaissances, linguistiques et conceptuelles, sont mobilisés dans ce processus ? Quel rôle jouent les interactions avec l'enseignant des sciences au cycle primaire dans un contexte bilingue ?

1.3.3.Principales tendances en termes de méthodes mobilisées

Diverses méthodologies sont adoptées dans les 69 articles collectés. Toutefois, il semble que la nature du sujet des interactions langagières en classe de sciences favorise l'adoption d'une méthodologie qualitative. Ce qui explique le fait que la majorité des articles traite le sujet qualitativement (N=52), à côté d'autres articles qui présentent une méthodologie mixte et combinent une procédure d'analyse des données quantitative à côté de l'analyse qualitative (N=16), avec un seul article qui présente une analyse quantitative.

Pour représenter les types de données collectées, nous avons organisé un fichier Excel, dans lequel nous avons associé à chaque article la méthodologie adoptée (qualitative, quantitative ou mixte) et les méthodes utilisées pour la collecte des données. La méthode de collecte des données prédominante est l'enregistrement vidéo (68% des études), suivie de l'enregistrement audio (41%), puis l'entrevue (35%) et l'observation en classe (32%). Toutefois, la plupart des études combinent plusieurs méthodes de collecte des données pour la « triangulation » des résultats. Par exemple, nous pouvons trouver dans une même étude des enregistrements vidéo, audio et entrevue à la fois. Ceci se reflète dans le fait que le nombre total de types de données collectées n'est pas équivalent au nombre d'articles collectés (N= 69). À titre d'exemple, la Figure 3 représente les pourcentages des types de données collectées dans les articles présentant une méthodologie qualitative (75.3% des articles collectés). Nous remarquons de nouveau la prédominance des enregistrements vidéo comme outil principal de collecte des données.

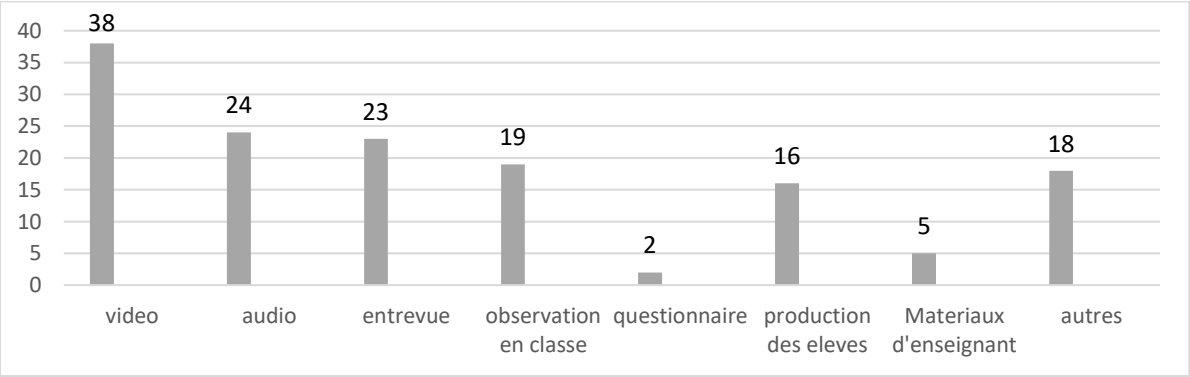


Figure 3: type de données (méthodologie qualitative)[21]

[21] Autres = portfolio (1), grilles d'évaluation (1), notes de terrain (4), Artefacts (7) ; photo (4) ; dispositif hybride numérique (1)

Conclusion

L'objectif de cette revue systématique de littérature est de rendre compte de l'état de la recherche sur les interactions langagières en sciences dans les classes du cycle primaire (les élèves de 6 à 12 ans) en contexte bilingue. Les résultats montrent que les questions des recherches sont essentiellement focalisées sur les caractéristiques et les modèles de discours, la multimodalité, le « translanguaging » et la relation langage quotidien vs langage scientifique. Les cadres conceptuels mobilisés sont diversifiés, mais la plupart des études déclarent se situer dans la perspective socioconstructiviste. Le bilinguisme figure dans 27 articles parmi les 69 articles collectés et analysés. La plupart des études effectuées en contexte bilingue datent après l'année 2015. Plus que la moitié des articles (75.3%) adoptent des méthodologies qualitatives. La plupart des articles portent sur le bilinguisme des élèves bilingues souvent nouveaux arrivants, immigrants, ou issus de minorités et où l'enseignement des sciences est dispensé en langue officielle du pays d'accueil. Autrement dit, rares sont les études effectuées dans le cas où les élèves du cycle primaire et l'enseignant partagent la même langue maternelle qui est la langue officielle du pays, mais où l'enseignement des sciences s'effectue en langue étrangère, tel est le cas du Liban. Plus rare encore est le positionnement didactique et, plus spécifiquement, l'étude de l'apprentissage des sciences en lien avec les fonds de connaissances linguistiques et conceptuelles des élèves. C'est en ce sens qu'il nous semble pertinent d'explorer le fonctionnement des ressources propres aux élèves dans un contexte bilingue du point de vue de la didactique des sciences et la façon selon laquelle l'enseignant agit pour aider les élèves à construire le contenu scientifique dans tel contexte. Dans cette perspective, nous retiendrons un ensemble de concepts candidats qui serviront de base pour le cadrage conceptuel présenté dans le chapitre suivant, parmi d'autres les fonds de connaissances des élèves, les moyens d'aide didactique et le translangage. Ces concepts seront complétés par les notions de médiation didactique et de la modélisation dans le sens de Martinand (1986). Le chapitre suivant viendra approfondir ces notions en les articulant à la problématique de notre étude.

Chapitre 2 : Interroger les interactions langagières en sciences selon une perspective socioculturelle

Introduction

Nous avons démontré dans le chapitre précédent qu'il y a eu beaucoup de travaux abordant les interactions langagières et le discours en classe de sciences, mais nous n'avons pas pu trouver une étude qui traite la médiation didactique de l'enseignant au cycle primaire dans un contexte bilingue selon une approche didactique, privilégiant un point de vue du contenu. Notre recherche s'intéresse aux interactions langagières en sciences au cycle primaire et focalise la médiation didactique de l'enseignant comme élément principal des interactions langagières.

Située dans le cadre général de la didactique des sciences, notre approche s'inscrit dans la perspective didactique de l'équipe Théodile-CIREL qui envisage l'enseignement et l'apprentissage dans une perspective socioculturelle, donne une place importante aux pratiques langagières (Reuter et al., 2013), considère les objets d'enseignement-apprentissage en tant que contenus (Daunay, 2015) et conçoit la pratique didactique de l'enseignant comme étant basée sur les performances didactiques des élèves (Zaid, 2012). Ce travail est complété par des apports de la didactique des sciences comme le concept de la médiation didactique de l'enseignant (Lenoir, 2009 ; Zaid, 2012), les performances didactiques des élèves (Daunay, 2008 ; Reuter, 2011 ; Zaid, 2012…), mais aussi des apports en linguistique pour parler des pratiques langagières en sciences (Lemke, 1990).

Avant d'étudier les interactions discursives en classe de sciences et de focaliser la médiation didactique de l'enseignant, la perspective socioculturelle sera introduite, puis sera présentée, de manière très brève, l'activité langagière dans la sphère savante, afin de comprendre la manière dont les savoirs scientifiques sont discutés par les chercheurs et, plus précisément, de s'intéresser au discours qui a lieu lors de la construction de la connaissance scientifique. Dans un second temps, les interactions langagières en classe de sciences seront analysées comme étant en lien avec l'activité langagière des scientifiques, selon une perspective socioculturelle plaçant le langage au cœur de l'analyse. Enfin, afin d'observer la manière dont les interactions langagières sont mobilisées par l'enseignant dans la construction des savoirs scientifiques chez les élèves du cycle

primaire, la médiation didactique est considérée comme une entrée pertinente, en tant qu'elle constitue une forme particulière de discours en classe.

2.1. La perspective socioculturelle

La perspective socioculturelle considère l'apprentissage et le développement comme étant des processus culturels et le contexte social comme étant le cadre institutionnel et culturel où se déroule la construction des connaissances (Vygotski, 2019). Selon Vygotski (2019), tout apprentissage se déroule en deux temps dans un espace délimité qui constitue la zone de développement proche de l'apprenant ou du groupe d'apprenants : un temps interpsychique, caractérisé par la présence d'un tiers-expert qui assure la transmission et un temps intrapsychique qui consiste en une réorganisation personnelle des concepts (Laurent, 2008). Cette perspective valorise et met l'accent sur l'intégration de la langue, des croyances, des coutumes, des attitudes et des identités des élèves dans le cadre scolaire (Stevenson, 2013, p.975). Selon cette perspective :

1) le discours en classe a un rôle crucial dans la construction des connaissances,

2) l'enseignant joue un rôle central en tant que médiateur du langage social et scolaire (Salloum et BouJaoude, 2017),

3) l'apprentissage et le développement des enfants impliquent un passage des contextes sociaux, donc des interactions qui ont lieu en classe, à la compréhension individuelle où la connaissance sera intériorisée dans le répertoire de l'apprenant (Zhai et Dillon, 2014). Nous pouvons résumer par une citation de Vergnaud qui considère que les interactions langagières créent, chez l'enfant, les conditions d'une série des processus de développement qui « *ne se produisent que dans le cadre de la communication et de la collaboration avec des adultes (l'enseignant dans notre cas) ou avec des pairs, mais qui deviendront après coup une conquête propre de l'enfant* » (Vergnaud, 2000, p.23).

En sciences, la perspective socioculturelle considère le développement des concepts scientifiques chez l'enfant d'âge scolaire comme « *question pratique d'une importance immense, peut-être même primordiale pour les problèmes que pose à l'école l'enseignement d'un système des connaissances scientifiques* » (Vygotski, 2019, p.281). Elle privilégie une importance cruciale à la langue de telle façon qu' « *on peut dire que parler, lire ou écrire permet d'apprendre les sciences* » (Bisault, 2020, p.583). Cette introduction simplifiée autour de la perspective socioculturelle

constitue une assise théorique sur laquelle nous allons nous appuyer pour construire notre cadre conceptuel fondé sur la médiation didactique de l'enseignant comme concept principal. Mais avant de présenter le cadre conceptuel, et puisque les interactions langagières en classe de sciences constituent un élément principal pour étudier la médiation didactique en question, nous allons jeter un regard sur l'activité langagière dans une sphère savante et la façon selon laquelle elle se reflète dans le discours en classe de sciences.

2.2. L'activité langagière : d'une sphère savante à la classe de sciences

Dans le domaine des sciences, la perspective socioculturelle se focalise sur la culture et le langage des communautés scientifiques. Les scientifiques participent dans des communautés de pratique avec des normes linguistiques et sociales, des valeurs et des modes d'activités ou patterns (Anderson, 2010 ; Lemke, 1990). De ce point de vue, Levy-Leblond (1996) considère que « *entre l'observation ou l'expérimentation au départ, et la théorisation, l'abstraction à l'arrivée, c'est dans la langue orale que chemine et émerge la connaissance : du visible au lisible, via le dicible*» (Levy-Leblond, 1996, p.252). Nous pouvons dire que les pratiques empiriques d'une sphère savante sont nécessairement accompagnées des pratiques langagières. Il s'agit ici du langage en tant qu'activité langagière qui *« signale/rend possible la construction des objets » (*Lhoste et Orange, 2015, p.14) et non pas comme objet ou « *coquille vide transparente qui véhiculerait une pensée déjà-là* » (Jaubert & Rebière, 2001, p.84). Le savoir scientifique est donc consubstantiel à l'activité langagière des scientifiques au sein de leur communauté discursive et non un simple produit de cette activité (Jaubert, 2007). Dhouibi, Schneeberger et Rebière (2015) analysent, par exemple, l'activité langagière du physiologiste Claude Bernard pour comprendre les différentes dimensions de la création d'un nouveau savoir en dépassant les obstacles dus à ses anciennes conceptions du vivant. Elles concluent que l'activité langagière des chercheurs constitue une balise de leur parcours et que le langage joue un rôle crucial dans la construction du savoir.

En revenant à l'échelle scolaire, les sciences des scientifiques, leurs pratiques et leurs discours constituent la référence principale des sciences scolaires (Fuchs-Gallezot et Coquidé, 2010). Ceux-ci sont basés sur les savoirs savants produits par la sphère savante et en relation directe avec l'activité de la communauté scientifique. Par conséquent, il est important d'étudier les caractéristiques et les spécificités de l'activité langagière qui régit dans une communauté scientifique dont dépendent les savoirs scientifiques scolaires (Chalak, 2012). Le passage des

savoirs savants en savoirs scolaires passe par des transformations montrées par Chevallard qui les a appelées transposition didactique (Chevallard, 1985). Selon cette orientation, Peterfalvi et Jacobi (2003) insistent sur l'importance des échanges écrits et oraux en considérant que *« l'activité scientifique se caractérise par une attitude critique qui ne peut se développer que par des échanges écrits et oraux »* (p.9). Ces échanges, fondés sur des connaissances déjà acquises et mises en accord par la sphère scientifique, se manifestent par la reprise et le réajustement des énoncés produits participant ainsi à la construction du savoir et à la progression de la pensée scientifique (Rebière et al., 2009).

En reprenant les mots de Bakhtine (1934/1981), une autre référence théorique de cette perspective, le langage scientifique est un langage spécifique à un groupe social (les scientifiques) à un moment donné. Par conséquent, l'acquisition du langage scientifique requiert la création d'un *troisième espace* ou *espace hybride* où s'intègrent les discours puisés de la vie quotidienne avec le nouveau discours construit lors de l'investigation scientifique (Tiberghien, 2002 ; Kamberelis & Wehunt, 2012 ; Karlsson & al., 2019 ;2020). Ce couplage de deux *genres de discours* ou de deux différentes langues sociales, un langage scientifique (langage second) avec un langage familier (langage premier), dans un même énoncé, est ce que Bakhtine (1981) a appelé « *construction hybride* ou *hétéroglossie* ».

Ainsi, le problème d'apprentissage des sciences réside dans les conflits cachés entre les cadres conceptuels scientifiques et les cadres conceptuels et culturels (y compris linguistiques) issus de l'expérience des élèves. En ce sens, une tâche première de l'éducation scientifique est d'aider les élèves à construire les ressources linguistiques nécessaires pour participer au discours scientifique. Autrement dit, enseigner des sciences c'est créer un tiers-espace, en classe, où interagissant et négocient différents langages (Anderson, 2010), c'est apprendre les élèves à « parler sciences » dans le sens de Lemke (1990) :

> « *"Talking science" means observing, describing, comparing, classifying, analyzing, discussing, hypothesizing, theorizing, questioning, challenging, arguing, designing experiments, following procedures, judging, evaluating, deciding, concluding, generalizing, reporting, writing, lecturing, and teaching in and through the language of science"* (Lemke, 1990, p.11).

Après avoir situé l'activité langagière dans la sphère savante et son impact sur la construction des savoirs scientifiques scolaires, nous allons positionner la langue en sciences selon une perspective socioculturelle qui conçoit la classe comme une communauté discursive.

2.3. Observer la classe de sciences comme une communauté discursive

La perspective socioculturelle se focalise sur la manière dont les élèves apprennent à partir de leur participation aux activités et aux interactions langagières avec les autres (Vygotski, 2019), ce qui avance la dimension communicative des situations d'apprentissage au premier plan. La classe de sciences peut donc être considérée comme une « communauté discursive[22] » en construction (Bernié, 2002 ; Reuter et al., 2013), où la dimension communicative des situations d'apprentissage joue un rôle majeur dans l'appropriation des manières d'agir-penser-parler nécessaires à l'assimilation des savoirs scientifiques (Zaid, 2016). Dans cette communauté, les élèves sont invités à débattre, à argumenter, à discuter ce qu'ils comprennent, pour confronter leurs points de vue initiaux, à renégocier les principes d'organisation de leur activité en classe et arriver à construire les raisons des savoirs (Jaubert et Rebière, 2020) en passant d'un concept ou d'un phénomène construit avec des mots du quotidien vers des mots scientifiques (Ducancel, 1980).

Cette idée est discutée par Lemke (2001) qui considère que « *In the sociocultural view, what matters to learning and doing science is primarily the socially learned cultural traditions of what kinds of discourses and representations are useful and how to use them, far more than whatever brain mechanisms may be active while we are doing so*" (Lemke, 2001, p.298).

De ce point de vue, en sciences, il s'agit de concevoir des moyens de parler de choses et de processus, et des systèmes utiles d'action technique (des mesures, des instruments). Il s'agit de construire des systèmes de significations en utilisant un langage spécifique (symboles mathématiques, diagrammes, algorithmes…), mais qui diffèrent d'une communauté sociale à l'autre (Lemke, 1990). Il y a science dans l'interaction dans la mesure où les relations sémantiques et les contenus construits par le dialogue reproduisent ceux spécifiques au langage des

[22] Reuter et ses collaborateurs (2013) conçoivent toute communauté qui vise à produire des connaissances comme étant une « communauté discursive » afin de faire ressortir la dimension langagière et communicationnelle de tout processus de construction des connaissances. Selon ce point de vue, la classe est une « *communauté discursive où a lieu la production des connaissances par le moyen des échanges orales et écrites entre les acteurs impliqués dans la situation didactique* » (Reuter et al., 2013, p.27).

scientifiques. Apprendre les sciences, selon cette perspective, c'est apprendre à parler science, c'est utiliser un langage conceptuel spécifique pour lire et écrire, raisonner et résoudre des problèmes, structurer et orienter une action. Il y a apprentissage si l'élève réussit à reconstituer le contenu scientifique visé à travers le langage, c'est-à-dire à travers les interactions faites de grammaire, de discours et de types d'organisation de l'activité en classe (interaction, monologue, répétition, analogie, métaphores etc.). L'engagement des élèves dans l'apprentissage consiste à construire le contenu scientifique visé à travers des situations qui produisent du langage scientifique mais également de références culturelles auxquelles renvoie le langage (Bisault, 2010 ; Jaubert et Rebière, 2020 ; Lhoste, 2017 ; Zaid, 2012). Pour réaliser cet objectif, l'action de l'enseignant sera « *écartelée entre une action motivée par l'enjeu d'aider les élèves à construire un savoir scientifique et l'enjeu de les aider à développer des compétences langagières* » (Zaid et al., 2012, p.102) nécessaires pour participer au discours scientifique.

Conclusion

Au cours de ce deuxième chapitre, nous avons situé notre travail dans le cadre général de la didactique des sciences selon une approche qui envisage l'enseignement et l'apprentissage selon une perspective socioculturelle. Celle-ci est principalement référée aux travaux de Vygotski qui mettent l'accent sur la dimension culturelle de l'apprentissage et qui valorise le rôle de la langue et du langage dans l'édification de la pensée. Nous avons ensuite présenté l'activité langagière dans une sphère savante comme une entrée au sujet du discours scientifique et la manière dont cette activité langagière se reflète en classe de sciences lors de la construction du langage scientifique chez l'élève. La classe de sciences est, enfin, considérée en tant qu'une communauté discursive pour mettre l'accent sur l'importance de la dimension langagière, communicationnelle et interactionnelle en sciences.

Dans notre recherche, nous nous intéressons à la médiation didactique de l'enseignant et à la façon selon laquelle il agit pour aider les élèves à construire le contenu scientifique lors des interactions langagières en classe.

Dans le chapitre suivant, nous présentons notre cadre conceptuel sur lequel nous nous appuyons pour analyser la médiation didactique de l'enseignant dans un contexte bilingue.

Chapitre 3 : La médiation didactique de l'enseignant

Introduction

Dans la classe de sciences, observée comme une communauté discursive (Reuter et al., 2013), s'entremêlent au moins deux types d'interactions : les interactions entre les élèves et les interactions entre l'enseignant et ses élèves (Peterfalvi et Jacobi, 2003).

Au cours de nos observations exploratoires en classes au Liban, nous avons remarqué que les interactions sont majoritairement entre l'enseignant et ses élèves, ce qui nous a orientés à focaliser la médiation didactique de l'enseignant comme une piste de recherche pertinente pour observer comment il agit, au cours des interactions langagières, pour aider les élèves à construire le contenu scientifique.

Pour introduire la notion de médiation[23] didactique de l'enseignant, nous partons de l'idée de Van Der Maren qui, en référence à Herbert (1964), considère que dans une situation d'éducation, un individu censé savoir (l'enseignant dans notre cas), est en contact régulier avec un groupe d'individus censés apprendre et dont la présence est obligatoire (les élèves dans notre cas), pour leur enseigner un contenu bien déterminé. Il définit l'enseignement comme étant l'ensemble des activités qu'accomplit l'individu censé savoir (l'enseignant) pour conduire les individus censés apprendre (les élèves) afin de réaliser des activités mentales ou physiques qu'ils ne feraient pas sans la présence ou sans l'action de l'enseignant (Herbert, 1964 dans Van Der Maren, 1996, p.27). Dans notre étude, cette action de l'enseignant est conçue en tant que médiation didactique. Dans ce chapitre, nous allons présenter la médiation didactique de l'enseignant comme action sur le rapport d'objectivation élève-contenu, puis nous nous intéressons aux performances didactiques des élèves comme moteur essentiel de la médiation didactique de l'enseignant. Sont ensuite discutées les formes possibles d'intervention de l'enseignant pour assurer son rôle dans la médiation didactique en nous focalisant sur : la mobilisation des fonds de connaissances des élèves, l'utilisation des moyens d'aide didactique et le recours au translangage ou à la traduction pour dépasser l'obstacle langagier dû au contexte bilingue.

[23] Dans le mot « médiation », le préfixe médiat fait rappeler qu'il s'agit du fait d'agir grâce à un moyen intermédiaire (Vinatier et Laurent, 2008)

3.1. La médiation comme action sur le processus d'objectivation élève-contenu

La médiation didactique renvoie ici à l'intervention de l'enseignant pour aider l'élève à construire le contenu. Freynet (1995) parle de l'intervention comme étant l'insertion dans un rapport que quelqu'un établit avec quelque chose ou un autre. Dans ce sens, Vygotski insiste sur l'importance de l'action d'autrui dans le processus d'apprentissage « *en collaboration, sous la direction et avec l'aide de quelqu'un, l'enfant peut toujours faire plus et résoudre des problèmes plus difficiles que lorsqu'il agit tout seul* » (Vygotski, 2019, p.362). Dans une logique qui appréhende le processus d'apprentissage en tant que rapport d'objectivation qui s'établit entre un sujet et un objet, ou entre un ensemble des sujets et un ensemble des objets, Freitag (1986) observe une sorte de rupture entre le sujet et l'objet, rupture qui ne peut être surmontée que par l'introduction d'un système de régulation, autrement dit, par la mise en œuvre d'une médiation pertinente (Lenoir, 2009). Lenoir (1996) reprend cette idée et considère que le rapport entre un sujet (l'élève dans notre cas) et un objet (le contenu d'enseignement) n'est pas un processus immédiat, il est toujours médiatisé. Il considère le rapport sujet-objet comme un rapport d'objectivation et souligne que le processus d'objectivation est fondé sur trois composantes essentielles : le sujet humain, l'objet de connaissance et le rapport cognitif sujet-objet qui nécessite l'intervention d'une médiation convenable (Lenoir et al., 2007). De ce fait, l'enseignement qui consiste à agir sur le rapport sujet-objet peut être observé en tant que processus d'objectivation. Le fait de considérer l'enseignement comme processus d'objectivation est fondé sur quatre points de vue essentiels présentés par Lenoir (1996) comme suit :

- Le premier point de vue se situe dans le cadre de la psychologie génétique de Piaget qui dicte que le sujet ne s'approprie pas immédiatement de l'objet, mais passe par deux processus : l'assimilation et l'accommodation d'une manière active. Ce point de vue est valable dans l'enseignement étant donné qu'au cours de l'enseignement, l'élève intègre le contenu enseigné aux schèmes cognitifs existants (assimilation) et procède par une accommodation des schèmes aux spécificités du contenu assimilé.
- Le deuxième point de vue est fondé sur la position de Vygotski qui souligne la fonction médiatrice du langage comme outil symbolique principal dans l'interaction entre le sujet et l'objet. Ce deuxième point de vue nous ramène à notre sujet principal déjà discuté

qui est celui du lien entre le langage voire les interactions langagières en classe et la construction du contenu visé.

- Le troisième point de vue est celui de Hegel qui mentionne le Désir comme élément principal au processus d'objectivation. Le Désir renvoie à la motivation qu'apporte l'enseignant à l'élève envers le contenu enseigné.
- Le quatrième point de vue concerne la formation du rapport au savoir qui englobe, à côté des modalités d'accession au savoir, les représentations de ce qu'est le savoir. L'enseignement consiste à la construction du savoir, mais aussi à l'établissement du rapport au savoir (Lenoir, 1996).

Selon cette perspective qui évacue toute appropriation immédiate, le rapport d'objectivation entre le sujet et l'objet, ou entre l'élève et le contenu enseigné dans le cas de l'enseignement, se réalise à travers une double médiation : une médiation interne (cognitive) au processus d'objectivation élève-contenu qui se réalise grâce au langage et aux démarches d'apprentissage (Figure 4), et une médiation externe (didactique) incarnée principalement par la médiation didactique de l'enseignant qui agit sur le processus d'objectivation élève-contenu enseigné dans lequel les interactions détiennent un rôle essentiel (Zaid, 2012). La médiation didactique externe met en jeu une action didactique qui crée des conditions didactiques et pédagogiques nécessaires aux démarches d'apprentissage (Figure 5).

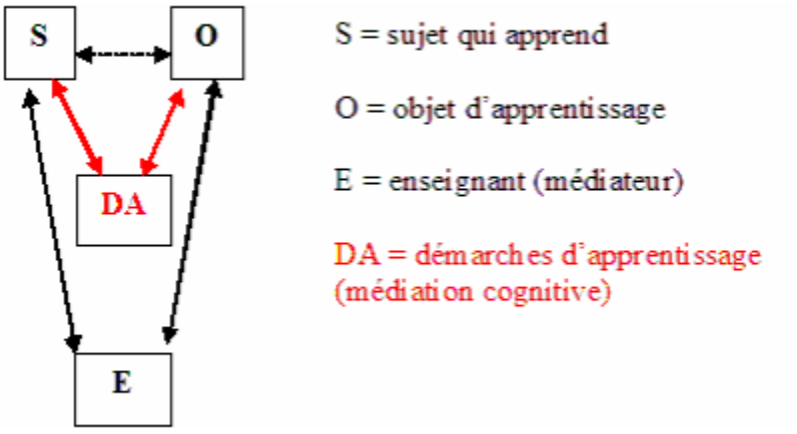


Figure 4: la médiation cognitive interne (Lenoir, 1996, p.224)

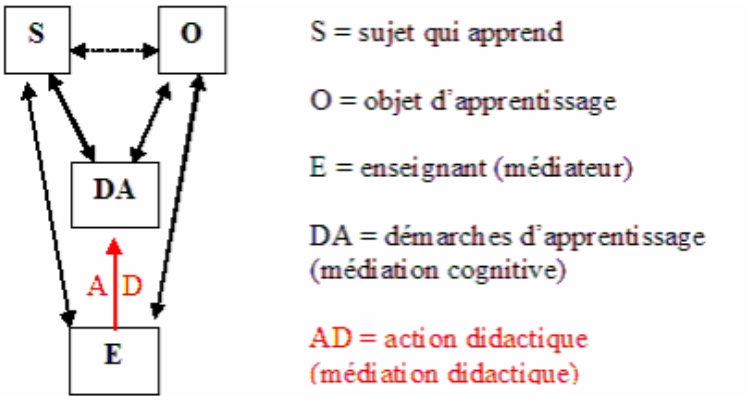


Figure 5: la médiation didactique externe (Lenoir, 1996, p.240)

Basé sur ce qui précède, l'enseignant joue le rôle médiateur en organisant des situations d'apprentissage qui favorisent la médiation cognitive interne entre l'élève et le contenu (Lenoir, Maubant, Zaid, 2012). En revanche, l'élève a un rôle actif dans l'apprentissage tant au niveau individuel que collectif. Il reçoit le contenu médiatisé par l'enseignant, interagit avec ses pairs et avec l'enseignant afin de construire, par lui-même, et en coopérant avec les autres, son propre apprentissage (Lenoir, 1996). De plus, l'élève manifeste des performances didactiques sur lesquelles se base l'enseignant pour adapter l'enseignement. De ce fait « *l'action de l'élève n'est plus une simple forme de perturbation du cours « normal » de l'action de l'enseignant, elle en est un élément déterminant* » (Zaid, 2012, p.126). Cette interdépendance entre l'action de l'enseignant comme médiateur de l'enseignement et celle de l'élève comme agent actif constitue un pilier de base pour la réalisation de l'objectif d'enseignement. Dans notre étude, nous allons considérer, à la suite de Zaid (2012), l'action des élèves en tant que performances didactiques et la médiation didactique de l'enseignant comme action sur des performances didactiques des élèves. En effet, la médiation didactique apportée par l'enseignant agit sur les performances didactiques des élèves, en revanche, les performances didactiques des élèves incitent l'enseignant à mettre au jour des ajustements en fonction des modes de faire scolaires dominants des élèves (Bautier, 2006 ; Zaid, 2012).

Dans ce qui suit, nous allons introduire le concept « performances didactiques » en tant qu'élément central du cadre conceptuel, puis nous allons développer la médiation comme action de l'enseignant sur les performances didactiques des élèves. Pour le travail sur terrain, nous allons observer la médiation didactique de l'enseignant en deux moments : 1) au cours de la planification

de la leçon lors de la préparation avant l'intervention en classe et 2) au cours de l'intervention de l'enseignant en classe lorsqu'il interagit en face à face avec ses élèves. Cette démarche est basée sur l'hypothèse que la médiation didactique est un phénomène continu et dynamique : la planification guide la médiation didactique en classe, en revanche, l'évaluation de ce qui se passe en classe oriente la planification des séances suivantes.

3.2. Les performances didactiques des élèves comme moteur de la médiation didactique

La notion de performances didactiques s'appuie sur des travaux de recherche présentés dans un séminaire de recherche de l'équipe Théodile-CIREL (2007-2009)[24] qui a interrogé le lien entre les performances et les apprentissages disciplinaires. Ce séminaire a proposé les fondements conceptuels et méthodologiques pour construire la notion de performances d'un point de vue didactique. Reuter (2011) avance deux arguments pour justifier la construction de la notion de performance didactique : 1) le positionnement scientifico-social des didactiques en tant que disciplines de recherche « impliquées » appelées à agir face à l'évaluation des performances des élèves et il mentionne les évaluations internationales telles que PISA et TIMSS[25] qui évaluent les performances des élèves. Par conséquent, l'évaluation des performances prend une dimension scientifico-sociale et fait appel à des actions didactiques qui montrent l'importance de la notion de performance didactique. 2) L'évaluation des performances des élèves permet de penser le fonctionnement des disciplines et de caractériser l'interaction entre l'action des élèves et celle de l'enseignant (Zaid, 2012).

Pour clarifier le concept de performances didactiques, il semble pertinent d'expliquer la différence entre les deux concepts « performances des élèves » et « performances didactiques des élèves ». L'expression de « performances des élèves » est généralement associée à leurs résultats dans une tâche ou une évaluation. Il s'agit d'un indicateur qualitatif ou quantitatif qui reflète la réussite des élèves dans sa dimension cognitive (donner une bonne réponse), pratique (ce que font les élèves) ou comportementale (leur participation). Quant à la performance didactique de l'élève dans le sens

[24] La notion de performance didactique a aussi fait l'objet de deux numéros thématiques (numéros 8 et 9) de la revue Les Cahiers Théodile (actuellement connue sous le nom Recherches en didactiques – Cahiers Théodile).

[25] PISA= Programme international pour le suivi des acquis des élèves ; TIMSS= Trends in Mathematics and Science Study.

de construit, elle ne s'attache pas à associer des valeurs aux résultats observables en tant que réussite ou échec ou des résultats chiffrés seulement, il met plutôt l'accent sur ce que produit l'élève dans une situation d'apprentissage en interagissant avec le contenu scientifique en jeu. En ce sens, une performance didactique est l'expression de la façon dont l'élève opère avec le savoir à travers ses paroles, ses productions écrites, ses représentations graphiques, mais aussi ses silences et ses hésitations. Zaid (2012) définit la performance didactique comme étant « *l'expression manifeste, interprétée par un acteur de la situation d'enseignement/apprentissage, du rapport de l'élève au contenu en tant que forme d'engagement dans la situation de classe* » (p.126-127). Il insiste que les indicateurs de performances didactiques ne soient pas « *systématiquement interprétés comme des réussites ou des échecs* » (ibid, p.128) mais se manifestent en tant qu'indicateurs du rapport de l'élève au contenu dans la situation d'enseignement (gestes, paroles, productions, hésitations, interrogations, silence, etc.). Il distingue plusieurs types de performances didactiques, dont les plus importants sont : les performances didactiques cognitives, sociales, techniques et de silence (Zaid, 2012).

Dans cette perspective, la performance didactique de l'élève s'intéresse à la manière selon laquelle il mobilise ses ressources langagières, cognitives, sociales et techniques dans une situation didactique particulière. Ces performances didactiques clarifient ce qui se passe durant l'enseignement, dans les interactions, au moment où les élèves réfléchissent ou écoutent (performance de silence), répondent ou parlent (performances cognitives), interagissent et discutent (performance sociale) ou manipulent (performance technique) et permettent d'analyser des pratiques des enseignants et d'observer comment ils réagissent face aux performances didactiques des élèves pour ajuster et soutenir la construction du contenu d'enseignement.

3.2.1. Plusieurs définitions des performances didactiques

Des didacticiens définissent le concept de « performances didactiques » en s'inspirant de la performance des élèves dans la discipline dont ils sont spécialistes. A titre d'exemple, Daunay, didacticien du français, définit les performances didactiques comme étant « *tous les contenus enseignables et/ou apprenables dont on cherche à analyser la maîtrise chez les élèves* » (Daunay, 2008, p.8). Elles englobent les savoirs acquis, les connaissances, les savoir-faire, les rapports à, les attitudes, les conduites, les compétences (ou les capacités), etc. (Daunay, 2008). Lahanier- Reuter (2008), spécialiste en didactique de mathématiques, définit une performance didactique d'un élève

comme étant « *une suite d'actions reconstruites par le chercheur, qui sera interprétée en tant que mouvement de l'élève dans un système didactique* » (Lahanier-Reuter, 2008, p.56). De plus, elle s'interroge sur « *les rapports entre les performances didactiques des enseignants et les apprentissages des élèves* » (ibid, p.53). Thépaut (2008) définit la performance didactique, à propos de l'éducation physique et sportive EPS, comme étant une « *prestation qui surpasse toutes les précédentes et s'affirme alors comme la meilleure d'entre elles* » (Thépaut, 2008, p.28). Il signale que « *la performance n'est que dans l'activité d'un sujet qui la réalise* » (ibid). Reuter (2011) conçoit la performance didactique comme étant « *le faire de sujet(s) didactique(s) en tant qu'il a été reconstruit par des acteurs déterminés en fonction de leurs questions dans une perspective évaluative* » (Reuter, 2011, p.134).

Pour revenir au processus d'objectivation élève-contenu et à la médiation didactique de l'enseignant (Lenoir, 1996), que nous avons déjà explicités, nous considérons que la performance didactique d'un élève est « *l'expression manifeste, interprétée par un acteur de la situation d'enseignement/ apprentissage, du rapport de l'élève au contenu en tant que sa forme d'engagement dans la situation de classe* » (Zaid, 2012, p.127). Cet auteur insiste sur le caractère heuristique de la performance didactique. En se référant aux définitions déjà citées, il déduit qu'« *une performance didactique offrirait une image des apprentissages de l'élève qui sont à l'origine de l'évolution des transformations du système didactique* » (ibid).

Les définitions de la notion de performances didactiques se rencontrent dans plusieurs aspects, notamment en ce qu'elles reflètent la construction du contenu par les élèves à travers des interactions, des productions, des actions, etc. Une performance est didactique dans la mesure où elle s'inscrit dans l'apprentissage d'un contenu bien défini. Elle permet aussi d'observer l'engagement d'un élève dans un contenu et elle est soumise à l'évaluation (Wojcieszak, 2017).

Après avoir présenté des définitions des performances didactiques des élèves et montré en quoi ces définitions convergent, il parait important d'identifier les différents types de performances didactiques.

3.2.2. Les types de performances didactiques

Zaid (2012) identifie des indicateurs d'apprentissage manifestes comme les paroles, les gestes et les silences dans la mesure où ces indicateurs donnent une image sur l'évolution des

transformations du système didactique et dès lors de l'acquisition, ou non, du contenu scientifique. Il distingue quatre types de performances didactiques : les performances cognitives reliées aux savoirs et compétences notionnelles, les performances sociales en relation avec les interactions qui ont lieu entre l'enseignant et les élèves, les performances techniques reliées à l'utilisation des objets ou des supports et les performances de silence manifestées par un silence en situations d'écoute ou d'attente d'une réponse par exemple (Zaid, 2012). On voit bien l'importance que détiennent les interactions langagières en classe qui peuvent être manifestées sous les quatre formes des performances didactiques. Ainsi les interactions langagières peuvent mettre en évidence, plus ou moins clairement, des performances cognitives, sociales, techniques ou de silence. Les indicateurs qui permettent de distinguer ces performances seront explicités ultérieurement dans la partie méthodologie.

Pour revenir à la médiation didactique de l'enseignant, nous allons considérer les performances didactiques des élèves comme étant le *« moteur essentiel, mais non exclusif, de l'évolution du système didactique* » (Zaid, 2012, p.132). Autrement dit, l'action de l'enseignant induit des performances didactiques chez les élèves. En revanche, ces performances didactiques « *sont à l'origine de l'évolution et des transformations du système didactique* » dans la mesure où elles offrent à l'enseignant une image sur les apprentissages des élèves et le conduisent à adopter une médiation didactique. L'analyse de la médiation didactique de l'enseignant peut être basée sur la modélisation théorique du dialogue enseignant-élèves proposée par Lemke (1990) qui peut être résumée en huit étapes : la préparation de l'enseignant, la question posée par l'enseignant, le moment de silence en attente d'une réponse, la proposition des élèves pour répondre, la désignation d'un élève par l'enseignant pour répondre, la réponse de l'élève, l'évaluation par l'enseignant de la réponse, la synthèse par l'enseignant (Lemke, 1990). Pour résumer, l'enseignant pose une question qui induit la réponse d'un ou de plusieurs élèves, évaluée par l'enseignant qui s'y base pour poursuivre son action. « *L'action de l'enseignant consiste ainsi à sélectionner, parmi les performances didactiques des élèves, celles qui lui permettent de progresser dans le déploiement de son dispositif didactique et pédagogique* » (Zaid, 2012, p.127).

Cette interdépendance entre la médiation didactique de l'enseignant et les performances didactiques des élèves constitue le point focal de notre analyse. Dans un système didactique enseignant-élève-contenu, c'est la façon selon laquelle l'enseignant détecte les performances

didactiques des élèves et s'y base pour avancer dans l'enseignement du contenu qui nous importe. Cette médiation didactique peut avoir lieu selon plusieurs formes, citons parmi d'autres : le recours à l'exploitation des fonds de connaissances des élèves, l'utilisation des moyens d'aide didactique, le recours au translangage ou à la traduction pour dépasser l'obstacle dû à la langue étrangère d'enseignement. La Figure 6 résume l'interdépendance entre les performances didactiques des élèves et la médiation didactique de l'enseignant.

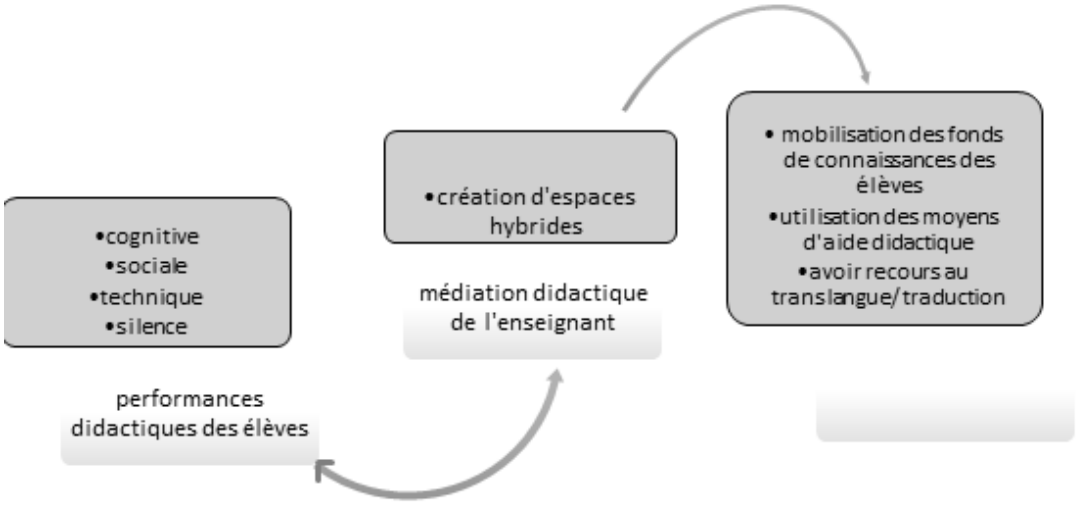


Figure 6: l'interdépendance entre les performances didactiques des élèves et la médiation didactique de l'enseignant

Dans ce qui suit, nous allons nous approfondir dans les concepts déjà cités qui complètent notre cadre conceptuel.

3.3. Les fonds de connaissances des élèves : des connaissances quotidiennes au contenu scientifique

Des recherches en didactique des sciences montrent l'importance d'accorder une plus grande attention aux ressources culturelles et aux connaissances quotidiennes fondées sur l'appartenance et sur les expériences des élèves dans leurs mondes pour soutenir leur apprentissage (González et al., 2001). Les conceptions initiales des élèves sont désignées sous plusieurs noms comme les concepts quotidiens (Vygotsky, 1986), les conceptions des élèves (Paccaud, 1991), les structures cognitives de départ (Astolfi et Develay, 2016), les connaissances naïves (Tiberghien, 2002), le « contenu de l'élève » ou son « contenu empirique » et personnel (Zaid, 2012, p.136), les représentations préscientifiques (Orange et Ravachol Orange, 2013), les fonds de connaissances

(Irish et Kang, 2018) … Tous ces concepts convergent dans le fait qu'ils désignent les structures cognitives « déjà-là », dans la pensée des élèves. Dans notre étude, nous avons fait le choix d'utiliser le concept « fonds de connaissances » qui inclut les pratiques culturelles et linguistiques (González et al., 2005), mais aussi les ensembles des connaissances historiquement accumulées qui sont puisées dans la communauté des élèves (Saubich et Esteban-Guitart, 2011) et dont la capitalisation joue un rôle important en facilitant l'apprentissage (Irish et Kang, 2018). Pour mentionner les fonds de connaissances, Karlsson et ses collaborateurs (2019) utilisent la métaphore de sac à dos plein d'expériences quotidiennes « *a backpack full of experiences* » (p.2051) que chaque élève apporte en classe pour l'utiliser au cours de l'apprentissage.

Vygotski distingue entre les concepts spontanés et les concepts non-spontanés de l'enfant en considérant que « *les concepts non-spontanés sont formés sous l'influence de son entourage adulte* » (Vygotski, 2019, p.293). Il précise que l'apprentissage des enfants commence bien avant qu'ils n'aillent à l'école et que tout apprentissage qu'un enfant rencontre à l'école a une histoire antérieure. En ce sens, d'un point de vue vygotskien, l'éducation précède et favorise le développement des enfants. Alors pour être efficace, il est important que l'enseignement soit lié à la vie des élèves et que les pratiques pédagogiques soient basées sur les histoires locales et les contextes communautaires (González et al., 2005) dont l'investissement dans des contextes scolaires pourrait combler l'espace entre les mondes de vie des élèves et l'école (Little, 2017). Autrement dit, pour améliorer les résultats scolaires, il faut concevoir des cadres culturels convenables comme l'intégration, au cœur de l'enseignement, des compétences, des expériences, des savoirs, des aptitudes, voire des fonds de connaissances puisés de la vie familiale (Saubich et Esteban-Guitart, 2011).

En sciences, l'étude des fonds de connaissances des élèves et du système dans lequel ils sont exploités avant, pendant et après les situations didactiques, nous permettrait de comprendre le processus de conceptualisation manifesté sous la forme de *« glissement de sens du quotidien vers le scientifique grâce à des actions et à des ruptures* » (Boyer, 2000, p.149). En effet, lors de l'apprentissage des sciences, les élèves se basent sur leurs connaissances déjà acquises comprenant la langue maternelle, les valeurs culturelles et les idées issues de leur environnement familial que nous avons appelées « fonds de connaissances » et capitalisent ce répertoire linguistique et culturel en tant que ressources intellectuelles pour un nouvel apprentissage en sciences lorsqu'ils

bénéficient d'opportunités d'apprentissage équitables (Lee et Fradd, 1998 ; Moje et al., 2004 ; Lee, 2003).

Irish et Kang (2018) distinguent deux aspects des fonds de connaissances qui peuvent être mobilisés en sciences : 1) les pratiques linguistiques et culturelles et 2) les connaissances et les compréhensions conceptuelles qui peuvent résulter des expériences des élèves dans un contexte extrascolaire. Les deux chercheurs s'intéressent plutôt au deuxième aspect dans le désir de regarder au-delà des pratiques du groupe démographique culturel auquel appartiennent les acteurs en classe et de se concentrer plutôt sur la façon dont les élèves, ayant un large éventail de cultures étudiantes, exploitent ces connaissances au mieux pendant les événements de discours en classe de sciences.

Pour revenir à la médiation didactique de l'enseignant, Moll et ses collaborateurs considèrent que l'enseignant agit comme un pont entre les fonds de connaissances des élèves et l'expérience en classe « *the bridge between the students' world, theirs and their family's funds of knowledge, and the classroom experience* » (Moll et al., 1992, p.137). Cette action prend deux formes : soit par le tissage des liens entre les savoirs culturels et les connaissances scientifiques académiques scolaires, ou bien par la création d'*espaces hybrides* qui s'appuient sur ces fonds de connaissances pour façonner, adapter et transformer les connaissances académiques afin de faciliter leur acquisition (Barton et Tan, 2009). Les deux points de vue convergent dans l'importance de la prise en compte des connaissances initiales des élèves lors de l'apprentissage par les enseignants des sciences mais aussi par les décideurs qui élaborent les programmes scolaires (Tiberghien, 2002). Toutefois, les connaissances initiales, ou les fonds de connaissances, peuvent causer des obstacles (Bachelard, 1934 ; Boyer, 2000) et être à la base de fausses conceptions « misconceptions » chez les élèves. Parmi les obstacles majeurs se manifestent les invariants présents dans les connaissances naïves voire dans les fonds de connaissances des enfants, dont certains sont enracinés dans la pensée et restent résistants à l'enseignement, même au niveau universitaire (Tiberghien, 2002). En effet, lorsqu'un élève apprend un nouveau contenu, il le traite en se basant sur ses idées « déjà-là », ce qui pourrait poser un défi supplémentaire surtout lorsque le nouveau contenu enseigné à l'école se trouve en rupture avec les cultures et les points de vue des élèves sur les sciences (Boyer, 2000 ; Lee, 2003). Dans ce cas, un problème supplémentaire surgit et réside dans les conflits cachés entre les cadres conceptuels scientifiques et les cadres conceptuels et

culturels (y compris linguistiques) issus de l'expérience des élèves, voire les conflits cachés entre les connaissances quotidiennes et les savoirs scientifiques.

3.4. Une médiation didactique basée sur l'utilisation des moyens d'aide didactique

Au-delà de la mobilisation des fonds de connaissances des élèves, la médiation didactique des enseignants fait également appel aux moyens d'aide didactique. Les aides didactiques sont des moyens sélectionnés ou élaborés par l'enseignant, utilisés à différents moments de l'activité didactique et constituent des facilitateurs dans l'enseignement (Astolfi et al., 2008) dans la mesure où ils « *constitute one way to make abstract phenomena and ideas more concret and accessible to students* » (Unsal et al., 2020, p.2404).

Les moyens d'aide didactique sont diversifiés mais répondent à une triple finalité : ils aident les élèves à s'approprier des savoirs et savoir-faire en sollicitant leurs activités et leurs réflexions personnelles, en leur permettant un travail autonome et en les familiarisant avec des outils de communication dans les domaines scientifiques (Astolfi et al.2008).

Unsal et ses collaborateurs résument le rôle des moyens d'aide didactique dans un contexte bilingue en considérant que « *artefacts as mediating means to support bilingual student's learning in science* » (Unsal et al., 2020, p.2387). Les moyens d'aide didactique peuvent êtres caractérisés par leurs formes et leurs fonctions.

3.4.1. Les moyens d'aide didactique

Par rapport à leurs formes, les moyens d'aide didactique peuvent être classifiés selon plusieurs critères, parmi lesquels, la classification la plus simple distingue entre moyens d'aide didactique matériels et symboliques.

Dans notre travail de thèse, nous considérons comme moyens d'aide didactique matériels ou physiques les supports observables et/ou tangibles. Ces moyens peuvent être détectés par la vue ou par le toucher comme les maquettes, les dessins, les figures, les tableaux, etc.

Les moyens d'aide didactique symboliques ne sont pas observables mais sont imaginés par les élèves suite à la proposition de l'enseignant, comme les exemples, les métaphores, les analogies, les questions posées, etc. Ces moyens d'aide didactique, proposés par l'enseignant, sont imaginés

par les élèves qui les relient à leurs fonds de connaissances ou aux connaissances déjà construites dans leur pensée. Cette construction par l'élève peut dépendre de la médiation didactique de l'enseignant.

À côté des deux types de moyens d'aide didactique déjà mentionnés, nous distinguons les moyens d'aide didactique multimodales comme la vidéo qui est l'exemple type de cette catégorie. Ces moyens collectent des ressources sémiotiques multiples comme le langage oral, les produits visuels et matériels en même temps. Ainsi la vidéo combine des photos et des schémas que nous avons classifiés comme matériels, avec des explications orales pour représenter des analogies et des symboles donc symboliques.

Il est à noter que les frontières de distinction entre matériel et symbolique sont perméables. En effet, un moyen d'aide didactique matériel aura un effet de symbolisation dans la pensée des élèves. Par exemple, l'utilisation d'un modèle formé des ballons avec une bouteille en plastique comme moyen d'aide didactique matériel pour expliquer le fonctionnement du diaphragme lors de la respiration ne contribue à accomplir ce rôle que lorsque les élèves réussissent à comprendre l'analogie et à imaginer le fonctionnement du diaphragme dans leur pensée. Pour résoudre ce problème de chevauchement entre matériel et symbolique et pouvoir distinguer entre les deux types, nous allons déterminer le type voire la forme du moyen d'aide didactique en nous référant à la nature observable ou tangible pour les moyens d'aide didactique matériels et imaginable pour les moyens d'aide didactique symboliques.

3.4.2. Les fonctions d'aide didactique

La fonction générale des moyens d'aide didactique renvoie à aider les élèves à construire le contenu scientifique visé. Cette fonction générale peut être observée dans différentes phases de la démarche d'apprentissage des sciences. De ce fait, plusieurs fonctions peuvent être distinguées :

1- Les aides didactiques de motivation dont le rôle est de susciter la motivation des élèves envers le sujet étudié.

2- Les aides didactiques de démonstration, comme les photos, les dessins, les schémas ou les vidéos, permettent de soutenir l'apprentissage en illustrant les phénomènes scientifiques et les activités pratiques, surtout lorsque le matériel expérimental est indisponible.

3- Les aides didactiques informatives qui donnent des informations pour faciliter l'acquisition du contenu (tableau des valeurs numériques, exemples, analogies, etc.)

4- Les aides didactiques d'évaluation qui permettent une évaluation formative ou une auto-évaluation pour mettre le point sur l'acquisition, ou non, du contenu enseigné.

En reprenant les travaux de Astolfi et Vérin (1985), Astolfi et ses collaborateurs ont organisé un tableau qui fait apparaitre l'articulation entre chaque étape d'une démarche expérimentale et les fonctions des documents créés ou sélectionnés par l'enseignant comme outils pour aider les élèves à apprendre. Cette classification distingue entre des documents de motivation, des documents sources d'idées, des documents d'approfondissement, d'information, des documents techniques, des documents d'illustration d'une communication, des documents d'évaluation (Astolfi et Vérin, 1985 dans Astolfi et al., 2008). L'utilisation des différents types n'est pas obligatoire ni systématique, leur efficacité dépend de leur lisibilité de telle façon qu'un choix quelconque, inorganisé, peut être source d'obstacles. Dès lors, les moyens d'aide didactique doivent être adaptés aux destinataires pour assurer la fonction pour laquelle ils sont utilisés (Astolfi et al., 2008).

Dans le cas particulier du contexte bilingue, l'importance de l'utilisation des moyens d'aide didactique est particulièrement soulignée. Par exemple Gibbons étudie ce qui se joue à l'échelle intellectuelle, en classe de sciences contenant un grand nombre d'élèves qui apprennent l'anglais comme langue étrangère (ESL : English Science Learners). Il conclut que « *students make connections between the spoken and written language and the semiotic tools and artefacts of the discipline* » (Gibbons, 2008, p.167) et que la production du sens en sciences par utilisation de différentes ressources à côté de la langue, offre des moyens alternatifs qui aident à la compréhension et promeut l'apprentissage chez les élèves bilingues (Gibbons, 2008). Le rôle des moyens d'aide didactique matériels est précisément signalé dans un contexte bilingue dans la mesure où ils permettent aux élèves d'expérimenter le contenu scientifique en l'observant et en le discutant par utilisation de leur langue quotidienne, ce qui supporte l'acquisition du contenu scientifique lorsque la langue étrangère d'enseignement limite les possibilités de création de sens. Ainsi Unsal et ses collaborateurs concluent que « *using physical artefacts not only resulted in students observing the science content, it also helped them learn new words and overcome language limitations* » (Unsal et al., 2020, p.2403).

3.5. Le translangage et/ou la traduction pour surmonter l'obstacle de la langue étrangère

L'enseignement des sciences est inséparable des situations et du contexte dans lesquels les facteurs sociaux, culturels et langagiers sont considérés comme cruciaux pour acquérir le contenu scientifique (Stevenson, 2013). Plus particulièrement, les interactions langagières sont d'une grande importance dans l'apprentissage des sciences, cette importance est signalée par Orange qui considère que « *les travaux d'épistémologie, de sociologie des sciences et de didactique sont en effet d'accord pour dire que l'activité scientifique ne se réduit pas à la conduite d'expériences ou d'observations, mais qu'elle est caractérisée par une attitude critique qui ne se développe que dans des échanges écrits et oraux* » (Orange, 2003, p.83). Dans un contexte bilingue où l'enseignement des sciences se fait en langue différente de la langue maternelle, deux paradigmes de savoirs sont pointés : les savoirs de la discipline non linguistique[26], comme les « sciences » dans notre cas et les savoirs directement liés au répertoire linguistique (Gajo et Grobet, 2008). Ainsi, le fait de promouvoir un enseignement des sciences de qualité se pose comme un défi, puisque les enjeux liés à la langue, aux politiques éducatives, à l'identité et à la justice sociale croisent ceux liés à l'enseignement et l'apprentissage des sciences (Salloum et BouJaoude, 2020). Plus particulièrement, l'enjeu de la conceptualisation du contenu scientifique est doublé par celui de l'acquisition des concepts en langue étrangère utilisée pour l'enseignement des sciences, et inversement, à l'opacité de la langue étrangère s'adjoint la densité des savoirs disciplinaires (Gajo,2007). Il s'ensuit qu'une tâche première de l'éducation scientifique serait celle d'aider les élèves à construire les ressources linguistiques nécessaires qui leur permettent de communiquer, de s'exprimer, voire de participer au *discours scientifique*. Or ceci nécessite l'utilisation de la langue selon des modalités spécifiques, qui sont souvent peu familières et difficiles pour les élèves, surtout pour les élèves bilingues. Ce qui impose aux enseignants de reconnaître les expériences culturelles comme étant des fonds à exploiter, et de trouver des moyens pour intégrer ces ressources dans les programmes d'études afin de faciliter l'articulation des connaissances personnelles et culturelles (González et al. 2005) et d'offrir un apprentissage en opportunités équitables :« *Recognizing students' cultural experiences as intellectual resources in science*

[26] Gajo a utilisé le terme « disciplines dites non linguistiques ou DdNL » pour mentionner les disciplines qui ne sont pas directement liées aux langues, comme les mathématiques, la physique, la chimie, etc. Il considère que les enjeux linguistiques sont au cœur de tout travail en enseignement bilingue (Gajo, 2009).

education can help provide them with ‘‘equitable learning opportunities » (Lee, 2003, p. 465). Autrement dit, les élèves viennent à l'école en apportant la langue et les connaissances puisées de la vie quotidienne qu'ils tentent d'intégrer dans le nouveau discours scientifique pour réussir. La réussite dépend des opportunités qu'ils rencontrent en classe pour développer leur discours scientifique (Stevenson, 2013).

La médiation didactique de l'enseignant agit sur le plan langagier en proposant des pratiques langagières visant à dépasser l'obstacle de la langue étrangère d'enseignement, parmi d'autres le translangage « *can be transformative for teaching and learning by making students' diverse linguistic resources a meaningful part of classroom discourse* » (Pierson et al., 2021, p.776). Les fondements théoriques de translangage en sciences peuvent être trouvés dans le concept bakhtinien « hétéroglossie » (Bakhtine, 1981) dans le sens que les discours différents s'entremêlent et fusionnent et que des voix différentes se réunissent et forment ce que Bakhtine a nommé « espace hybride » (ibid). Ceci dit, les espaces hybrides dans une classe de sciences « *are mediated from different perspectives such as student's experiences, the pedagogical ideas of the teacher and the teachers' ability to compose the dimension of professionnal science practice with their own pedagogical ideas* » (Karlsson et al.,2019, p.2052).

Ceci nous conduit à conclure que, dans un contexte bilingue, pour une médiation didactique pertinente, l'enseignant peut aider les élèves à créer un espace hybride qui permet le glissement des connaissances quotidiennes au contenu scientifique tout en veillant à la double dimension langagière : langage quotidien vs langage scientifique et langue maternelle vs langue étrangère. Le translangage invite les élèves et les enseignants bilingues à mobiliser toutes les ressources et les répertoires linguistiques disponibles (langue maternelle, langage oral, écrit, signes, symboles, gestes, etc.) pour s'exprimer sans avoir de frontières claires entre les langues utilisées (Karlsson et al., 2019, 2020) ce qui offre aux élèves bilingues un support dans leur apprentissage de nouveaux contenus (Lan et Oliveira, 2019 ; Poza, 2018) et un engagement disciplinaire productif (Suárez, 2020). Les élèves seraient alors capables de relier et de contextualiser le contenu scientifique avec leurs connaissances antérieures et de comprendre les relations sémantiques entre les mots et les concepts scientifiques (ibid) et de les relier dans des « *larger thematic patterns* » arrivant à « *parler sciences* » (Lemke, 1990).

Conclusion

Nous avons explicité, tout au long de ce chapitre, le cadre conceptuel adopté pour notre travail. Ce cadre se situe conjointement par rapport à la recherche internationale (revue de littérature) et les développements issus de la didactique des sciences. Il est ancré dans la perspective socioculturelle, focalise les interactions langagières en classe de sciences dans un contexte bilingue et tend à comprendre comment les enseignants des sciences agissent pour médiatiser l'acquisition du contenu scientifique. Pour saisir la médiation didactique de l'enseignant, nous avons considéré que les performances didactiques des élèves structurent l'évolution de l'action de l'enseignant et *« constituent le moteur essentiel, mais non exclusif, de l'évolution du système didactique* » (Zaid, 2012, p.132). Notre étude focalise la médiation didactique de l'enseignant comme étant une succession d'espaces hybrides (Bakhtine (1934/1981)) créés en réponse aux performances didactiques des élèves. La médiation didactique prend plusieurs formes parmi lesquelles le recours aux fonds de connaissances des élèves (Irish et Kang, 2018), la mobilisation des moyens d'aide didactique, le recours à la traduction et au translangage (Karlsson *et al*., 2019 ; Pierson *et al*., 2021 ; Poza, 2018; Stevenson, 2013) en vue de dépasser l'obstacle de la langue étrangère d'enseignement dans un contexte bilingue. La Figure 7 schématise le cadre conceptuel proposé.

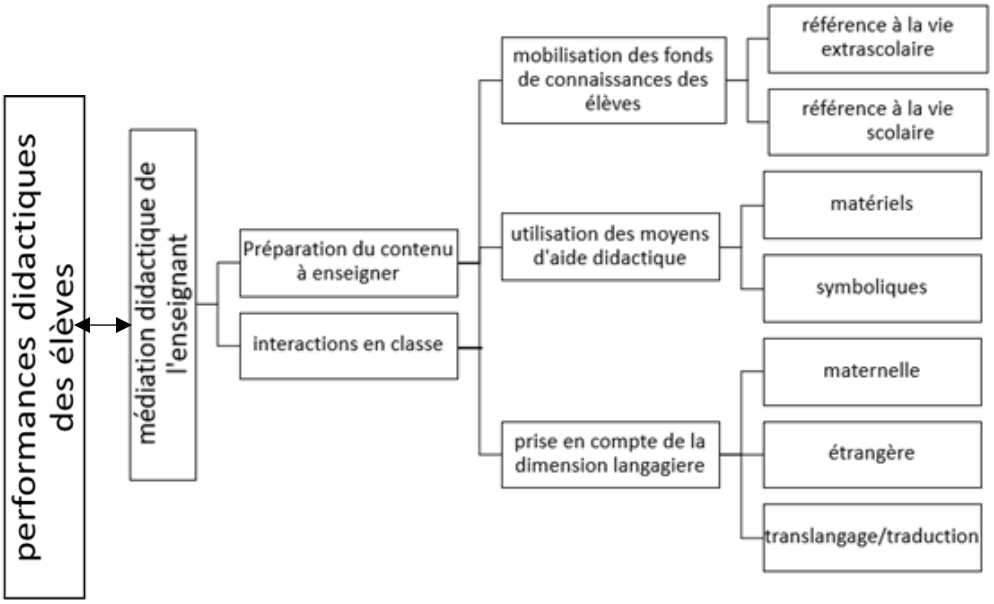


Figure 7: cadre conceptuel pour l'étude de la médiation didactique de l'enseignant dans un contexte bilingue.

Chapitre 4 : L'appareil respiratoire de l'Homme : un contenu d'enseignement et d'apprentissage

Introduction

Le processus d'enseignement et d'apprentissage « *ne tourne pas à vide, il porte sur un contenu scientifique* » (Zaid, 2012, p.126). La notion de contenu, énoncée par Reuter et ses collègues comme étant « *tout ce qui est objet d'enseignement et d'apprentissage, implicites ou explicites* » (Reuter et al., 2013, p.43), renvoie à des choses aussi diverses que les savoirs, les savoir-faire, les compétences mais aussi des valeurs, des pratiques, des « rapports-à », des comportements et des attitudes (ibid). Daunay introduit le système didactique comme étant le système des relations entre le contenu, l'apprenant et l'enseignant. Il définit le contenu comme étant « *ce dont un système didactique peut susciter l'apprentissage par les apprenants du fait d'un enseignement* » (Daunay, 2015, p.22).

Dans notre étude, nous avons fait le choix du thème « l'appareil respiratoire et la respiration chez l'Homme » comme contenu d'enseignement et d'apprentissage. Ce choix s'explique par la complexité des savoirs qu'il mobilise, notamment en raison de la difficulté à appréhender la notion de gaz et dès lors des gaz respiratoires chez des enfants de 10 à 12 ans. D'autre part, l'apprentissage de la respiration ne se limite pas à une simple compréhension de l'alternance entre inspiration et expiration en tant qu'action mécanique de respirer, mais elle implique des dimensions scientifiques plus complexes qui englobent des dimensions empiriques (le soulèvement et l'abaissement de la cage thoracique et du diaphragme et leurs rôles dans la respiration) et des dimensions scientifiques (le trajet de l'air dans les organes de l'appareil respiratoire (nez, trachée-artère, bronches, bronchioles, alvéoles pulmonaires) , la composition en gaz dans l'air inspiré et expiré, la fonction de la respiration dans l'enrichissement du sang en oxygène pour être distribué aux organes et son rôle de nettoyage lorsqu'il est chargé en dioxyde de carbone). D'ailleurs, le concept de la respiration mobilise plusieurs systèmes (respiratoire, circulatoire et digestif), ce qui le rend un objet d'enseignement fondamental mais aussi difficile. Il est donc intéressant d'étudier la façon selon laquelle les enseignants des sciences, au cycle primaire, s'approprient de ce contenu et comment ils le médiatisent, et en revanche, comment les élèves le construisent, l'interprètent et s'en approprient progressivement à leur tour.

Pour mener l'analyse, il est essentiel de s'appuyer sur un cadre qui permet d'articuler les différents niveaux de savoir et de mettre en relation les observations et les expériences, d'une part, et les représentations explicatives, d'autre part. Pour cela, nous avons choisi de nous appuyer sur le modèle de Martinand (1986), dans la mesure où il distingue les différents niveaux de savoirs : le savoir empirique (ce que l'élève observe ou manipule), le savoir à enseigner (ce que l'enseignant vise à médiatiser) et le savoir savant (le savoir scientifique validé). Ce modèle permet davantage de rendre compte du processus de modélisation dans l'enseignement de l'appareil respiratoire de l'Homme en tant que contenu scientifique d'apprentissage. Il nous offre une sorte de grille de lecture qui nous aide à étudier la médiation didactique en œuvre du côté de l'enseignant, et l'acquisition, ou non, de la logique de modélisation du côté des élèves.

Dans ce qui suit, nous présentons le savoir à enseigner « la respiration » par une analyse a priori de la progression du concept de la respiration dans le curriculum des sciences au Liban comme une entrée pour comprendre la portée et la séquence de ce contenu, puis nous nous intéressons à des exemples des études en didactique des sciences qui concernent la respiration comme contenu scientifique, avant de passer à la présentation de la modélisation, dans le sens de Martinand, comme modèle didactique qui sera mobilisé pour analyser les interactions et activités.

4.1. Le statut et l'organisation du contenu « la respiration et l'appareil respiratoire de l'Homme » dans le curriculum libanais

Le thème de « la respiration » figure parmi les thèmes principaux dans l'enseignement des sciences au Liban. Ce contenu commence avec les élèves du cycle primaire et suit une progression qui leur permet de passer d'une compréhension générale du contenu à une interprétation approfondie des échanges gazeux respiratoires et des mécanismes respiratoires en lien avec la santé et l'environnement. Dans les classes du premier sous-cycle du cycle primaire (EB1-EB2-EB3 donc élèves de 6 à 9 ans) : il s'agit de reconnaitre que l'air est un besoin essentiel au développement des animaux et des enfants, puis de comprendre la respiration chez certains animaux. Le concept de la respiration chez l'Homme commence dans la classe EB3 (élèves entre 8 et 9 ans) et se limite à la reconnaissance de la respiration comme une des fonctions générales du corps humain et de comprendre la complémentarité et l'interdépendance entre les différents appareils du corps humain. Ce contenu réapparait d'une façon beaucoup plus détaillée dans la classe EB5 (élèves de 10 à 11 ans) où les élèves découvrent la respiration des plantes et le cycle de l'oxygène et de

dioxyde de carbone dans la nature. Puis ils passent à l'appareil respiratoire humain où ils étudient les organes de l'appareil respiratoire et le trajet de l'air inspiré et expiré. Ils arrivent à définir la fonction globale de la respiration comme étant le processus de purification du sang du dioxyde de carbone et de son enrichissement en oxygène. À la fin du chapitre « l'appareil respiratoire » dans la classe EB5, les élèves sont censés mettre en pratique les principes fondamentaux du soin préventif de l'appareil respiratoire : inspirer de l'air pur, pratiquer du sport, éviter les causes de contagion du rhume, etc… Ce contenu réapparait dans le troisième sous-cycle du cycle primaire ou le cycle élémentaire d'une façon plus approfondie.

Pour simplifier la présentation, nous nous référons au curriculum libanais publié dans le décret numéro 10227 daté le 8 mai 1997 [27]pour organiser, pour chaque classe où figure le thème de la respiration ou de l'appareil respiratoire, le contenu, les objectifs d'apprentissage et les activités dans un tableau, ce qui nous facilite la compréhension de la portée et séquence de ce thème à travers la progression dans l'apprentissage des sciences au Liban. Le tableau en question est grand, raison pour laquelle nous avons décidé de le placer en annexe plutôt que dans le texte principal (Annexe 2).

Après avoir présenté l'ensemble des objectifs d'apprentissage, nous allons désormais recentrer notre attention sur les objectifs d'apprentissage propres à la classe EB5 (élèves de 10 à 11 ans) qui constitue le cadre de notre étude de terrain. Les objectifs en question consistent, selon le curriculum libanais, à reconnaitre l'appareil respiratoire, le schématiser, décrire l'inspiration et l'expiration, préciser le rôle des organes de l'appareil respiratoire, définir la fonction globale de la respiration dans l'enrichissement du sang en oxygène mais aussi son nettoyage lorsqu'il est chargé en dioxyde de carbone, identifier la présence du dioxyde de carbone et de la vapeur d'eau dans l'air expiré, prévoir des pratiques pour protéger l'appareil respiratoire, etc.

Ce contenu pose plusieurs questions didactiques à titre d'exemple : comment l'enseignant des sciences agit-il pour aider les élèves à construire ce contenu, particulièrement dans un contexte bilingue ? Comment il interagit avec ses élèves pour les aider à mobiliser leurs fonds de connaissances ? Quels moyens d'aide didactique il utilise pour véhiculer le contenu ? Dans quelle

[27] Le Centre de Recherche et de Développement Pédagogiques (CRDP) au Liban est en train de faire un renouvellement curriculaire, mais jusqu'à la date de soutenance de la thèse, le curriculum adopté au Liban est celui de 1997.

mesure les élèves manifestent-ils la construction du contenu scientifique ? Où se situe la langue d'enseignement dans la médiation didactique ? ...

4.2. La respiration et l'appareil respiratoire dans des travaux didactiques antérieurs

Plusieurs travaux en éducation étudient la respiration et l'appareil respiratoire comme contenus d'enseignement. Par exemple, Vuala (1991) a étudié l'évolution des conceptions des élèves sur la respiration à la suite de l'observation d'un dessin animé intitulé « il était une fois la vie » et des jeux autour des images extraites de ce dessin animé. La chercheuse signale le rôle motivant de ces deux moyens d'aide didactique et recommande de les utiliser pour favoriser la construction du contenu scientifique (Vuala, 1991). Ménard et Pineau (2006) analysent les productions écrites et les débats qui ont lieu dans deux classes du cycle 3 autour de la respiration humaine dans le but de comprendre les registres explicatifs[28] mobilisés par les élèves, âgés entre 8 et 10 ans, pour s'engager dans une explication sur la respiration humaine et pour démontrer les problèmes construits par les élèves au cours des débats scientifiques (Ménard et Pineau, 2006). Plus récemment, en 2023, Chalak et Briaud ont étudié la problématisation dans une séquence forcée[29] sur la respiration au cycle 3 (CM2), dans le but de comprendre dans quelles mesures les cadrages didactiques « faibles » imposés par des séquences « forcées » permettent aux élèves d'apprendre des savoirs problématisés sans être source de malentendus. Les chercheurs analysent quatre entretiens individuels effectués avec quatre élèves en fin d'école primaire (élèves de 10 ans) après

[28] « *Ces registres explicatifs définissent, à une période de l'histoire, les normes, les principes d'explication scientifique et délimitent aussi les faits retenus et les modèles possibles* » (Ménard et Pineau, 2006, p.111). Parmi les registres explicatifs : le vitalisme, la pensée mécaniste, le vitalisme physico-chimique. L'analyse se base sur l'identification des relations entre les propos des élèves, les significations du concept de respiration selon les scientifiques à différentes époques et les registres explicatifs. Par exemple, pour le propos des élèves « « l'air sert à vivre », la signification du concept de respiration selon les scientifiques renvoie au « soufflet du forgeron qui entretient la vie biologique », le registre explicatif est « le vitalisme ». D'ailleurs, les deux auteures identifient des espaces de contraintes dans les propositions des élèves en les catégorisant selon des registres empiriques (RE), des registres de modèle (RM) et des registres qui mettent en tension des propos relevant du registre empirique et du registre de modèle (RE-RM). Ensuite elles relient ces catégories aux registres explicatifs déjà identifiés (Ménard et Pineau, 2006).

[29] Les situations forcées rejoignent des éléments de l'ingénierie didactique. Elles sont « *des situations d'enseignement construites au sein d'un groupe de recherche comportant des chercheurs en didactique et des enseignants engagés dans une formation par la recherche, dont l'enseignant de la classe* » (Orange, 2010, p.2). Dans ces situations, deux types d'objectifs sont prédéfinis : les objectifs d'apprentissages (définis à partir des préconisations officielles) et les objectifs de recherche de la séquence. Ce double objectif et ce qui s'est passé dans des séances précédentes orientent la préparation des séances par les didacticiens en coopération avec l'enseignant (Orange, 2010).

une séquence forcée sur la respiration qui porte sur l'approvisionnement du sang en oxygène. Ils étudient les productions individuelles des élèves (écrites ou orales) lors de la séquence en vue de dévoiler la relation entre les savoirs qu'ils mobilisent et ce qu'ils disent lors des entretiens post-séances : « *il s'agit de partir de ce qu'ils disent dans les entretiens et de remonter à leurs activités langagières orales puis écrites* » (Chalak et Briaud, 2023, p.91). Les chercheurs concluent que les élèves sont focalisés sur la solution plutôt que sur la construction du problème explicatif de la respiration et ce qui constitue un obstacle à l'apprentissage visé basé sur la problématisation. De plus, ils ont pointé des décalages entre la logique de l'enseignant et celle des élèves qui peuvent être dus « *à un malentendu lié au contrat didactique* » (Chalak et Briaud, 2023, p.95). Par exemple, malgré que l'enseignante eût insisté, au cours des séances forcées, sur l'importance et la nécessité du problème de la respiration dans l'explication de ce phénomène et de son fonctionnement, les élèves interviewés ont seulement restitué ce qui concerne le « comment » se fait la respiration. Seul un élève parmi les quatre interviewés revient sur le tri qui a lieu au niveau des alvéoles pulmonaires mais sans expliciter l'importance de ce tri pour la respiration. Les auteurs déduisent que les élèves n'ont pas réussi à construire un savoir problématisé par la mise en place d'une séquence forcée sur la respiration (Chalak et Briaud, 2023).

Dans sa thèse, Wojcieszak (2017) étudie la construction de la matière scolaire « sciences et technologie » par les enseignants de l'école élémentaire selon des points de vue infradisciplinaire. Il questionne le rapport entre la matière « sciences et technologie » curriculairement variable, et les pratiques des enseignants institutionnellement polyvalents dans le but de comprendre comment des enseignants, de cultures universitaires variables, interprètent la matière enseignée et comment cette interprétation se reflète dans leurs pratiques d'enseignement. Le choix du thème et du nombre de séances est laissé aux enseignants. Un des enseignants observés choisit le rythme respiratoire comme exemple des contenus abordés. Ce contenu, qui ne figure pas dans les programmes de 2008 et 2012, semble être une « *reconstruction personnelle de l'enseignant des textes injonctifs à partir de la notion d'air expiré présent dans la liste du vocabulaire à employer sur ce thème* » (Wojcieszak, 2017, p.113). Les activités effectuées et observées portent sur le rythme respiratoire : il s'agit de mesurer les rythmes respiratoires dans des situations différentes arrivant à comprendre la relation entre le rythme respiratoire et les activités physiques. L'étude met en relation les fonctions de la médiation (descriptive, énonciatrice, évaluative, explicative, informative, injonctive, justificative, mémorielle, pédagogique, récapitulative et réflexive), le mode

d'engagement des élèves (élève récepteur, élève trouveur, élève chercheur) et le contenu enseigné (Wojcieszak, 2017). Elle aboutit à la conclusion que le contenu visé *« est mis en mouvement au cours des actions de médiations de l'enseignant* » (Wojcieszak, 2012, p.300) et qu'il « *émerge et vit par l'action en retour d'un élève sur la médiation de l'enseignant* » (ibid).

Après avoir effectué un bref tour d'horizon sur des recherches antérieures qui ont considéré la respiration et le système respiratoire comme contenus d'enseignement dans les séances étudiées et avant de présenter notre façon d'étudier ce même contenu sous le prisme de notre cadre conceptuel déjà explicité, il nous parait nécessaire de présenter le modèle didactique que nous allons mobiliser pour analyser les interactions et les activités. Nous allons considérer le processus de modélisation comme cadre d'analyse. Pour cela, nous allons observer dans quelle mesure l'action de l'enseignant, conçue comme une médiation didactique basée sur les performances didactiques des élèves, manifeste les caractéristiques d'un processus de modélisation qui consiste en une dynamique d'aller et de retour entre référent empirique et modèle construit. Dans ce qui suit, nous allons présenter la modélisation en tant que modèle didactique adopté pour l'analyse d'une activité d'enseignement de la respiration.

4.3. Un modèle didactique pour l'analyse d'une activité d'enseignement de la respiration : la modélisation

L'enseignement du contenu du chapitre « l'appareil respiratoire de l'Homme » comprend l'enseignement des notions comme l'inspiration, l'expiration, les organes de l'appareil respiratoire, etc. Ces notions peuvent être organisées en modèles (les organes de l'appareil respiratoire, les mouvements respiratoires, la fonction de l'appareil respiratoire). D'autre part, ce chapitre fait appel à des compétences telles que schématiser l'appareil respiratoire, interpréter les échanges gazeux respiratoires au niveau des alvéoles pulmonaires, justifier le changement dans la composition en gaz de l'air inspiré et expiré, etc. Ces compétences peuvent être observées en tant que compétences de modélisation. Nous remarquons l'importance des modèles et du processus de modélisation dans le contenu enseigné si bien que nous pouvons considérer que l'action de l'enseignant vise à ce que les performances didactiques des élèves manifestent les caractéristiques du processus de modélisation.

4.3.1. Les modèles

Un modèle peut être conçu comme une approximation de la réalité qui donne un aperçu du modèle scientifique sans en donner la représentation exacte. Martinand définit un modèle comme étant « *une construction intermédiaire entre le réel et la théorie. Il permet à l'élève d'accéder à une représentation fonctionnelle du phénomène étudié en rendant visible ce qui ne l'est pas directement* » (Martinand, 1986, p.102). Selon Martinand (2010) le modèle présente une double face abstraite-concrète et joue le rôle de médiateur entre 1) un référent empirique qui englobe des objets, des phénomènes, des actions sur les objets et des interventions sur les phénomènes et 2) un modèle scientifique qui englobe des concepts, des lois, des théories, des savoirs disponibles nommés par Martinand le « *déjà-là* ». Aurousseau (2017), en référence à Drouin (1988), considère que le modèle (objet concret, représentation imagée ou système d'équations, etc.) « *se substitue au réel jugé trop complexe ou inaccessible à l'expérience* » (Aurousseau, 2017, p.44). Les modèles sont caractérisés par trois caractéristiques essentielles : 1) ils sont hypothétiques ; 2) ils sont modifiables pour s'adapter aux besoins et 3) ils sont pertinents pour certains problèmes dans certains contextes (Martinand, 2010). Aurousseau résume la définition d'un modèle par la figure suivante (Figure 8).

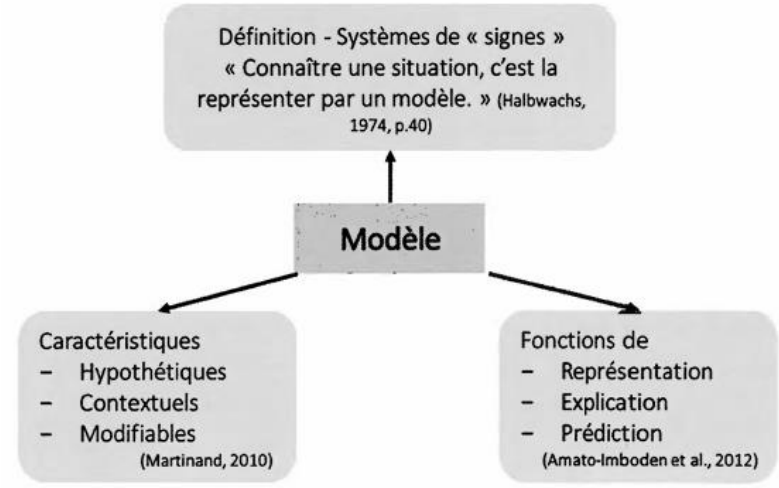


Figure 8: le modèle (Aurousseau, 2017, p.47)

Roy et Hasni (2015) dégagent quatre principaux attributs qui caractérisent un modèle : « *1) Un modèle est une représentation simplifiée d'une entité du monde réel. 2) Différents modèles peuvent représenter un même référent et un même modèle peut représenter plusieurs référents. 3) Un modèle est un objet intermédiaire entre la théorie et le phénomène dont la fonction est de*

représenter, d'expliquer et de prédire. 4) Un modèle est assujetti à des révisions » (Roy et Hasni, 2015, p.353).

4.3.2. La modélisation : un cadre d'analyse didactique

La modélisation est la démarche suivie pour construire un modèle ou pour s'approprier d'un modèle construit (Drouin, 1988 dans Aurousseau, 2017). Cette démarche constitue une étape fondamentale et incontournable dans la construction des connaissances scientifiques. Dans le but d'amener les élèves à s'approprier les modèles scientifiques, diverses démarches d'enseignement-apprentissage peuvent être adoptées, parmi lesquelles des démarches s'inscrivent dans une logique de transmission (démarche de modélisation inductiviste), d'autres s'appuient sur une logique constructiviste (démarche de modélisation constructiviste). Dans le premier type, l'enseignant agit comme détenteur du savoir qui transmet les modèles scientifiques à faire apprendre aux élèves : il présente le problème de départ, introduit des faits scientifiques et propose des expériences déjà organisées. Les élèves, à leur tour, vérifient simplement la correspondance du modèle au contenu enseigné et mémorisent les savoirs exposés.

Dans le deuxième type, les démarches visent à engager les élèves intellectuellement dans l'apprentissage et dans l'élaboration conceptuelle. L'enseignant introduit une phase de problématisation au lieu de proposer directement une expérience de référence. Les élèves sont invités à construire des problèmes pertinents avant de proposer des manières pour les résoudre. La deuxième étape de ce type de démarche consiste à formuler des hypothèses et des modèles explicatifs du phénomène. Dans la dernière étape, les élèves proposent et mettent en œuvre un protocole pour tester leur modèle proposé.

En résumé, dans la démarche de modélisation inductiviste, l'enseignant présente et explique le modèle au début de la démarche, alors que la démarche de modélisation constructiviste aboutit à la construction du modèle par les élèves (Roy et Hasni, 2015).

Par conséquent, lors d'une situation de modélisation, l'enseignant est amené à préparer des tâches qui guident les élèves à adopter une dynamique « *des allers et des retours entre ce que Martinand appelle référent empirique et modèle scientifique* » (Zaid, 2012, p.128).

Deux responsabilités didactiques sont imposées à l'enseignant : il est amené à « *effectuer les choix qui constituent le référent empirique pour les élaborations modélisantes* » (Zaid, 2012, p. 128), il

doit choisir des objectifs, des phénomènes, introduire des manipulations, adopter des règles pour faire réussir les manipulations, utiliser des concepts et des notions pertinents pour décrire les phénomènes (Martinand, 2010). Cette première responsabilité est principalement dans la phase de préparation où la médiation didactique de l'enseignant consiste à planifier la façon selon laquelle il va agir pour aider les élèves à construire le contenu. La deuxième responsabilité consiste à faire comprendre aux élèves les problèmes, les visées, les cadrages, les théories, les outils et le champ de validité des modèles proposés (Zaid, 2012). Cette deuxième responsabilité apparait dans la préparation mais aussi au cours de l'interaction en classe. La médiation didactique de l'enseignant sera analysée comme une action sur les performances didactiques des élèves qui conduit leurs activités selon des allers-retours entre référent empirique et modèle scientifique (ibid). Elle peut être schématisée comme le montre la Figure 9.

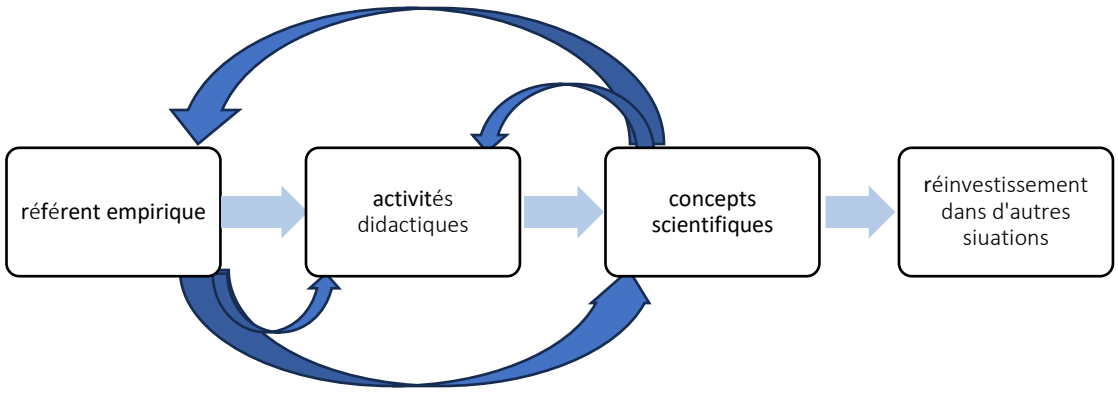


Figure 9: la médiation didactique conduit les activités des élèves entre référent empirique et modèle scientifique[30]

[30] Le référent empirique peut être une situation réelle, observable et expérimentale ; l'activité didactique est basée sur le référent empirique pour engager les élèves dans une exploration ou pour résoudre un problème ; À travers l'activité didactique, les élèves construisent ou mobilisent les concepts scientifiques. Les connaissances acquises sont réinvesties dans d'autres contextes ou situations, ce qui renforce la compréhension et la transférabilité des savoirs.

Cette médiation didactique sera observée selon trois modalités : la mobilisation des fonds de connaissances, l'utilisation des moyens d'aide didactique et le recours au translangage ou à la traduction pour dépasser l'obstacle dû à la langue d'enseignement. Pour ne pas rester enfermée dans les limites de la description de ce qui se passe en classe et faire une analyse selon une approche didactique, après avoir présenté la médiation didactique de l'enseignant selon ses trois modalités, nous allons focaliser dans quelle mesure cette médiation didactique manifeste les caractéristiques de modélisation en guidant l'activité des élèves entre référent empirique et modèle construit. La médiation sera observée dans deux phases :1) la phase de planification où l'enseignant prépare le contenu à enseigner. Dans cette phase, nous observons dans quelle mesure les préparations des enseignants font appel au processus de modélisation. 2) La phase d'intervention où l'enseignant interagit avec ses élèves en classe. Dans cette phase nous analysons les situations faisant appel au processus de modélisation.

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons commencé par la présentation du statut et de l'organisation du contenu concernant « l'appareil respiratoire et la respiration » dans le curriculum libanais, pour conclure en des questions didactiques que pose ce contenu. Ensuite, nous avons présenté des recherches en didactique qui portent sur la respiration comme contenu d'enseignement. Puis nous avons présenté succinctement la modélisation comme un modèle didactique que nous allons mobiliser pour analyser les interactions et les activités.

Dans la partie suivante, nous présentons la méthodologie de la recherche et le domaine d'étude effectuée.

Partie 2 : Méthodologie de la recherche et domaine d'étude

Introduction

En nous basant sur les appuis théoriques explicités dans la partie précédente, nous nous centrons ici sur le terrain d'étude pour observer la manière dont les enseignants des sciences interagissent avec les élèves bilingues pour parvenir au but qu'ils ont fixé. Notre démarche à visée compréhensive a pour objectif de comprendre comment les enseignants des sciences aident les élèves du cycle primaire à construire le contenu scientifique lors des interactions langagières dans un contexte bilingue. Nous procédons selon une démarche qualitative par une étude de cas multiple (Yin, 2009 ; 2014 ; 2016) en choisissant trois classes dans trois écoles pour faire notre étude.

Tenant compte de notre problématique dont le but principal est d'étudier les interactions langagières en sciences au cycle primaire, nous allons focaliser la médiation didactique de l'enseignant et la manière dont il agit pour véhiculer le contenu scientifique visé dans un contexte bilingue.

Dans cette partie nous exposons les outils méthodologiques mobilisés pour le recueil et l'analyse des données. Dans un premier temps, nous expliquons notre méthodologie basée sur l'étude des situations d'enseignement ordinaires, puis nous présentons la population et les éléments de notre corpus. Ensuite, nous clarifions le choix des données empiriques (fiches de préparation écrites, observations filmées, évaluations écrites, entretiens semi-directifs). Enfin, nous explicitons la démarche d'analyse utilisée en clarifiant en quoi la méthodologie mise en œuvre permet de progresser dans l'étude et de répondre aux questions de la recherche.

1. Une méthodologie basée sur l'étude des séquences « ordinaires » en classe de sciences dans un contexte bilingue

Pour répondre à notre problématique, deux choix méthodologiques étaient possibles : soit d'observer les pratiques des enseignants à partir d'une ingénierie didactique, désignée par Orange (2010) comme situations et séquences forcées, ou bien d'observer la pratique quotidienne de ce qui se joue en classe sans notre intervention (Naboulsi et Abou Raad, 2012). Notre étude, inscrite dans une approche compréhensive, vise à appréhender les pratiques d'enseignement-apprentissage dans leur complexité contextuelle, en privilégiant leur description et leur analyse dans leur déroulement ordinaire, sans recourir à une logique expérimentale de validation de dispositifs ni à

la production d'effets mesurables. Pour cela, nous avons choisi le deuxième type qui consiste en une méthodologie fondée sur l'étude des situations « ordinaires » et permet « *l'observation des phénomènes didactiques dans leur environnement ordinaire* » (Mercier, 2008, p.16). L'importance de ce choix est qu'il réduit les contraintes qui peuvent être causées par l'intervention du chercheur comme facteur extérieur à la classe. En effet, ces situations se font sans intervention des chercheurs « *qui sont de simples observateurs de ce qui se passe habituellement en classe. Les didacticiens s'abstiennent d'influencer ce qu'ils observent et ne cherchent, en aucun cas, à modifier les effets attendus* » (Chalak, 2012, p.101-102). Pour notre travail, nous nous intéressons à ce type de méthodologie parce que ce sont les interactions langagières habituelles en jeu et la médiation didactique ordinaire de l'enseignant telles qu'elles se font en classe qui nous importent. Les phases d'une méthodologie basée sur des séquences « ordinaires » sont schématisées par Chalak (2012) selon la Figure 10 suivante :

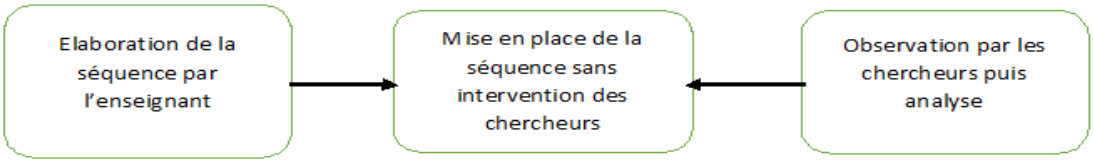


Figure 10: les phases de la méthodologie des séquences ordinaires (d'après Chalak, 2012, p.102)

Il est à noter que la seule intervention que nous avons faite est celle de choisir les mêmes thèmes pour les trois classes observées : l'appareil digestif et l'appareil respiratoire.

Avant d'effectuer la collecte des données, nous avons organisé un rendez-vous avec chacun des trois enseignants observés pour expliquer l'objectif des observations et des enregistrements vidéo et surtout pour leur expliquer que notre objectif ne contient aucune volonté de juger leur enseignement (Naboulsi et Abou Raad, 2009, p.10) ni d'évaluer la performance des élèves et pour leur demander que les séances se déroulent aussi normalement que possible. Pour réduire le nombre de variables qui peuvent influencer notre étude, nous leur avons demandé de nous informer lorsqu'ils envisagent commencer par les chapitres « l'appareil digestif » et « l'appareil respiratoire » sans aucune intervention de notre part touchant le contenu enseigné ni l'action de l'enseignant. Les trois enseignants suivent des plans d'organisation de travail différents, il s'en suit que les observations soient effectuées dans des temps différents pendant la même année scolaire (2022-2023).

2. Echantillon choisi

Pour répondre à notre problématique basée sur l'étude de la médiation didactique de l'enseignant dans un contexte bilingue, nous avons choisi trois écoles situées dans le caza de Nabatieh, au Sud Liban qui représentent les trois types d'écoles au Liban fréquentées par les élèves libanais : une école publique, une école privée et une école privée subventionnée[31]. Ce choix a été guidé par des contraintes géographiques, économiques et sécuritaires, dans un contexte de crise limitant les possibilités de déplacement. Par ailleurs, la proximité géographique a contribué à la réussite du travail de terrain en facilitant la collecte des données.

Nous avons contacté, en premier lieu, l'enseignante de l'école privée vue que la collecte des données dans les deux autres écoles nécessite l'accord de la part du directeur général de l'éducation au Liban. Elle était bienveillante en acceptant de nous accueillir dans sa classe pour la réalisation des observations filmées. C'est également sur sa proposition que ces observations ont été réalisées dans la classe de EB5 (équivalent à CM2 dans le système éducatif français, soit des élèves âgés de 10 à 11 ans) et qu'elles ont porté sur les deux chapitres « l'appareil digestif » et « l'appareil respiratoire ». L'accord donné par l'enseignante est ensuite confirmé par la directrice de l'école.

Nous avons contacté l'enseignante de l'école privée subventionnée et l'enseignant de l'école publique pour leur expliquer notre objectif, leur affirmer qu'il ne s'agit pas d'une mission d'inspection mais d'un travail de recherche et pour leur clarifier que les observations filmées seraient effectuées dans le cadre d'un travail de thèse pour obtenir le doctorat puisque cette méthode de travail est peu connue au Liban[32]. De plus, nous leur avons demandé de nous informer lorsqu'ils veulent commencer par les deux chapitres « l'appareil digestif » et « l'appareil respiratoire ». Pendant le temps d'attente, nous avons fait la démarche nécessaire pour obtenir l'accord du ministère de l'Éducation nationale et de l'Enseignement supérieur au Liban (Annexe

[31] Dans le contexte libanais, il y a un quatrième type d'écoles : les écoles de l'UNRWA. Ces écoles accueillent seulement des élèves palestiniens, mais notre étude se focalise sur les élèves libanais, c'est pourquoi notre échantillon ne contient pas de classe dans une école de l'UNRWA.

[32] La plupart des études en éducation au Liban s'effectuent en utilisant des recherches documentaires et des questionnaires. La pratique des observations filmées n'est pas très connue par les enseignants libanais.

3). Cet accord est ensuite confirmé par les directrices des écoles publique et privée subventionnée pour être dans les cadres légaux et respecter la hiérarchie administrative robuste imposée au Liban.

Par conséquent, dans chacune des trois classes, nous avons observé deux séquences « ordinaires » portant sur les deux thématiques « l'appareil digestif » et « l'appareil respiratoire ». Le nombre total des séances observées et filmées est 29 séances distribuées comme le montre le Tableau 10.

Chapitre / Classe dans	Appareil digestif	Appareil respiratoire
Ecole Publique	6 séances	6 séances
Ecole Privée payante	2 séances	5 séances
Ecole Privée subventionnée	4 séances	6 séances
Total	12 séances	17 séances

Tableau 10: nombre de séances observées dans chaque école selon les chapitres

Vue le nombre important de séances observées (29 séances au total), l'analyse exhaustive de l'ensemble du corpus recueilli s'avère difficile. De plus, les observations montrent que les interactions en jeu sont semblables dans les deux chapitres et que le nombre de séances observées dans le chapitre « l'appareil respiratoire » est plus grand que celui dans le chapitre « l'appareil digestif ». C'est pourquoi, nous avons fait le choix de centrer notre analyse sur les séances concernant « l'appareil respiratoire » voire 17 séances sont analysées sur le total de 29 séances observées.

3. Population concernée

Malgré les ressemblances entre les élèves de trois classes observées de point de vue âge (élèves âgés de 10 à 11 ans), les trois classes étaient hétérogènes de point de vue nombre d'élèves, expérience des enseignants et statut socioéconomique des parents qui se reflète généralement sur le niveau de maîtrise de la langue française[33] adoptée pour l'enseignement des sciences. Le Tableau 11 résume les caractéristiques de la population de l'étude.

[33] En général, la langue française a un statut privilégié au Liban. Les familles de statut socio-économique élevé maîtrisent généralement la langue française mieux que celles de statut socio-économique faible ou moyen et les problèmes liés à la langue étrangère d'enseignement « *are much less prominent in affluent school settings, where parents usually speak at least two languages fluently and communicate with children using multiple languages at a very early age* » (Salloum et BouJaoude, 2020, p.2340). Par conséquent, les élèves des écoles privées payantes, appartenant à des familles aisées, maîtrisent généralement la langue étrangère (française ou anglaise) mieux que les élèves de l'école privée subventionnée et beaucoup mieux que ceux des écoles publiques.

	Ecole privée	Ecole publique	Ecole privée subventionnée
Nombre d'élèves en classe	29 élèves (20 filles + 9 garçons)	15 élèves (10 filles+ 5 garçons)	5 élèves (4 filles+ 1 garçon)
Age des élèves	10-11 ans	10-11 ans	10-11 ans
Genre de l'enseignant	Femme	Homme	Femme
Niveau académique de l'enseignant	Universitaire (License d'enseignement des sciences)	License en biochimie+ Master en gestion des ressources humaines	Master en biochimie
Ancienneté dans l'enseignement	29 ans	16 ans	11 ans
Ancienneté dans l'enseignement de la classe observée	29 ans	16 ans	6 ans
Formation initiale	Université (diplôme licence d'enseignement.)	Aucune	Oui (formation avec une commission européenne ONG).
Formation continue	En langue française : le DELF Formation continue dans d'autres écoles	Avec les conseillers pédagogiques, dans l'institut national des professeurs, avec des associations ONG…	Formation continue annuelle à l'école Sessions générales de formation pour tous les enseignants (non spécialisées pour les sciences)

Tableau 11: caractéristiques de la population de l'étude

4. Outils méthodologiques de recueil des données

Notre recueil des données s'est déroulé entre le mois de janvier 2023 et le mois de mai 2023. Pour répondre aux questions de la recherche, et puisque « *la recherche gagne en validité lorsque la constitution des données est multi-méthode : lorsque différents types de données sont croisés* » (Der Maren, 1996, p.479), nous procédons par la multiplication des données pour renforcer la validité de nos résultats. Nous avons choisi les quatre outils de collecte de données suivants :

- Les fiches de préparation écrites de trois enseignants observés.
- Les observations directes dans les classes avec prise de notes et des enregistrements vidéo.
- Les évaluations effectuées dans les classes observées.
- Les entretiens semi-directifs post-séances enregistrés avec les trois enseignants.

4.1. Les fiches de préparation écrites

Une fiche de préparation écrite est un outil préparé par un enseignant pour planifier son action en classe. C'est un support écrit qui présente le plan du déroulement prévu de la séance et renvoie aux objectifs, aux intentions et aux outils que l'enseignant envisage utiliser en classe.

Selon l'article numéro 19 de la décision numéro 1130 datée le 10/9/2001 publiée par le ministre libanais de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur « *le directeur de l'école est responsable de surveiller le cahier de préparation écrite de chaque enseignant une fois par mois au minimum, de le signer, d'inscrire ses remarques et de les informer à l'enseignant le cas échéant*». L'inspecteur d'éducation, à son tour, surveille les cahiers de préparation lors des missions d'inspection technique. La préparation écrite doit contenir des informations qui suivent une organisation déterminée, elle doit *a minima* contenir le titre, les objectifs, la démarche à suivre, le matériel utilisé, l'organisation temporelle et la distribution du temps alloué pour chaque activité, les tâches proposées et l'évaluation.

L'analyse des fiches de préparation permet d'observer la façon selon laquelle l'enseignant interprète le contenu à enseigner et planifie son action qui aura lieu en classe. Basés sur notre cadre conceptuel, nous allons observer si l'enseignant attend des performances didactiques des élèves dans la préparation, s'il prévoit l'exploitation des fonds de connaissances et s'il propose des moyens d'aide didactique (des supports matériels et symboliques) dans sa préparation écrite. D'ailleurs, l'analyse de la fiche de préparation écrite reflète si la dimension langagière est prise en compte et si l'enseignant s'occupe de la particularité imposée par le contexte bilingue et par l'utilisation d'une langue d'enseignement qui diffère de la langue maternelle. Nous cherchons aussi, dans les fiches de préparation, si l'enseignant prévoit des situations de modélisation dans lesquelles il guide les élèves dans une dynamique de va et vient entre référent empirique et modèle scientifique.

4.2. Observations filmées des séances « ordinaires »

Pour observer la médiation didactique de l'enseignant en action lors de son intervention en classe, nous avons eu recours à l'observation directe au sein des classes comme outil de recherche empirique parce que « *l'observation est une opération de prélèvement et de structuration des données de façon à faire apparaitre un réseau de signification* » (Postic et De Ketele, 1988, p.79).

En respect aux dimensions éthiques, juridiques et déontologiques de recherche, nous étions conscients d'avoir l'acceptation des enseignants, des directeurs, des parents des élèves et du directeur général de l'éducation au Liban pour filmer les séances observées. Les enregistrements vidéo offrent la possibilité de visionner l'enregistrement de manière itérative, ce qui facilite

« *l'usage indirect de l'observation qui permet d'accéder à la dimension cognitive de l'activité des enseignants* » (Piot, 2012, p.111) et aide à « *saisir les interactions de l'enseignant avec les élèves de manière précise et dans leur ancrage temporel* » (Zaid, 2012, p.128).

Pour l'enregistrement vidéo, nous avons utilisé, dans chaque classe, deux caméras : une caméra placée au fond de la salle de classe, cette caméra, gérée par la chercheuse observatrice, permet de filmer l'enseignant et les élèves et de détecter les interactions qui ont lieu en classe. Une deuxième caméra est focalisée sur une paire d'élèves, choisie par l'enseignant pour filmer les interactions entre eux. Mais puisque le recours au travail de groupe était rare dans les classes observées et que l'enseignant joue le rôle principal en classe, les interactions avaient principalement lieu entre l'enseignant et les élèves et les interactions entre les pairs des élèves filmées par la deuxième caméra étaient rares. La transcription et l'analyse sont alors limitées aux vidéos filmées par la première caméra focalisée sur la totalité de chaque classe observée. Toutes les interventions de l'enseignant ainsi que les interactions langagières enseignant/élèves sont transcrites (Annexes 4, 5 et 6). Les transcriptions sont complétées par des remarques que nous avons prises lors de l'observation directe[34]. Ces interactions langagières sont les supports d'analyse de la médiation didactique de l'enseignant au cours de son intervention en classe.

4.3. Les entretiens semi-directifs avec les enseignants

Puisque notre étude porte sur l'analyse de la médiation didactique de l'enseignant des sciences au cycle primaire dans un contexte bilingue, nous avons fait le choix méthodologique de distinguer entre la médiation didactique lors de la planification et celle lors de l'intervention de l'enseignant face à face par rapport aux élèves. Nous étudions aussi, comme cas particulier, l'impact de la médiation didactique de l'enseignant sur les évaluations effectuées.

Du point de vue méthodologique, l'étude des préparations écrites et l'observation des actions des enseignants ne suffissent pas pour mettre en évidence leur interprétation du contenu à enseigner et pour concevoir leur médiation didactique. Ces données sont étayées par des entretiens semi-directifs avec les trois enseignants observés pour aller voir comment ils verbalisent leurs actions.

[34] Au cours des observations, nous avons relevé une variation lexicale entre les enseignants observés. Par exemple, ils utilisaient les mots (Oxygène et dioxygène) et (azote, diazote et nitrogène) indifféremment. Afin de respecter la diversité de leurs usages et par souci de fidélité aux pratiques langagières, nous avons conservé toutes ces formes dans le texte et dans les transcriptions.

L'entretien semi-directif est une méthode de collecte des données de nature qualitative (Blanchet, 1985). Il est qualifié de semi-directif ou semi-dirigé dans la mesure « *qu'il n'est entièrement ouvert, ni canalisé par un grand nombre de questions précises* » (Campenhoudt et Quivy, 2011, p.171). L'interviewer pose des questions relativement ouvertes et laisse à l'interviewé la liberté de répondre en veillent à recentrer l'entretien sur les objectifs fixés pour la thématique de recherche.

Nous effectuons avec les enseignants observés des entretiens post-séances, audio-enregistrés, qui contiennent des questions portant sur leurs expériences professionnelles, sur la phase de préparation ou de planification, sur leurs interventions en classe et sur les problèmes qu'ils rencontrent surtout ceux concernant l'engagement des élèves en classe et la façon dont ils agissent pour résoudre ces problèmes. Les enseignants sont invités à verbaliser ce qu'ils envisageaient faire et ce qu'ils ont réalisé effectivement en classe.

Basés sur notre cadre conceptuel, nous analyserons le discours des enseignants à propos de leur façon d'interpréter le contenu à enseigner, de choisir des moyens d'aide didactique, d'exploiter les fonds de connaissances des élèves et de concevoir les interactions langagières pour rendre compte globalement de leur médiation didactique.

Ces entretiens semi-directifs clarifient les observations effectuées et nous aident à mieux comprendre ces observations en répondant à des questions que nous nous sommes posées lors des observations des séances et lors de l'analyse des préparations écrites. Le fait d'entendre les enseignants parler de leurs pratiques nous donne une piste supplémentaire de réflexion et justifie des choix effectués lors de leurs interventions en classe.

Vue les contraintes liées aux responsabilités des enseignants, nous avons effectué les entretiens semi-directifs par téléphone en dehors du temps scolaire selon la disponibilité de chaque enseignant. Pour que les enseignants interviewés soient à l'aise et puissent s'exprimer facilement, nous avons effectué les entretiens semi-directifs en langue arabe (dialecte libanaise). Les questions posées et les réponses sont enregistrées, puis nous les avons traduites et transcrites en français pour les analyser (Annexes 7, 8 et 9). Les entretiens ont duré 35 minutes pour l'enseignant de l'école publique, 49 minutes pour l'enseignante de l'école privée et 52 minutes pour l'enseignante de l'école privée subventionnée. Ils comportent plusieurs questions présentées dans le Tableau 12.

Questions posées lors des entretiens semi-directifs (recueil des données 2023-2024)
Q1 : Quel est votre parcours de formation et votre expérience professionnelle ? Q2 : Avez-vous reçu une formation initiale ou continue en enseignement des sciences ? Q 3 : Quels sont les principaux objectifs dans le chapitre « l'appareil respiratoire » ? Q4 : Lors de la préparation des leçons, particulièrement l'appareil respiratoire, comment vous manipulez en général pour réaliser les objectifs visés ? Q5 : Quels sont les principaux matériels que vous utilisez lors de l'explication de la leçon « l'appareil respiratoire » ? Q6 : Sur quels critères vous avez choisi ces moyens ? Q7 : Le choix de ces moyens est-il général ou bien spécifique pour quelques élèves ? (*Autrement dit, les moyens utilisés diffèrent d'un élève à un autre et respectent les différences individuelles, ou bien ce sont des « passe-partout » ?)* Q8 : Avez-vous pris en considération les niveaux langagiers des élèves en choisissant les moyens d'aide didactique ? Q9 : En termes d'exemples, comment vous avez choisi les exemples ? Vous pouvez développer ? (*Lorsque vous avez donné l'exemple de…, est-ce que vous l'avez proposé pendant la préparation ou bien vous en avez pensé au cours de la séance ? Et pourquoi ?*) Q10 : En quoi vous trouvez une relation dans la comparaison de … à … ? (*En quoi la comparaison de… avec … vous semble servir le concept de…*). Q11 : Dans quelle mesure vous trouvez que ces moyens utilisés (matériels, exemples, analogies…) sont efficaces ? C'est-à-dire ont-ils contribué à la réussite ou à faciliter l'apprentissage des élèves ? (*Est-ce que les élèves ont investi ces moyens dans leurs réponses aux évaluations ?*) Q12 : Est-ce que vous connaissez le contexte d'où viennent les élèves ? Le travail de leurs parents ? Le statut socio-économique de leurs familles ? Q 13 : Avez-vous pensé aux connaissances des élèves (connaissances de la vie quotidienne) au cours de la préparation ? Q 14 : Etes-vous basés sur les connaissances quotidiennes des élèves au cours de l'enseignement en classe ? Expliquez. Q15 : Comment les avez-vous pris en compte ? Et pourquoi ? Q 16 : Comment l'utilisation de l'exemple (du matériel) … vous semble servir la mobilisation des connaissances des élèves ? Q17 : Pendant les interactions avec les élèves, avez-vous trouvé des situations où les connaissances de la vie quotidienne conduisent la réflexion des élèves ? (Et ça se pose alors comme obstacles ou bien comme ressources ?) Q18 : Rencontrez-vous des difficultés particulières à engager les élèves en classe bilingue ? *(Ces difficultés peuvent, ou non, être reliés à la langue d'enseignement des sciences)* Q19 : Y a-t-il une politique ou une obligation concernant la langue d'enseignement des sciences dans votre école ? Q20 : Les élèves parlent normalement en français ou bien en arabe au cours des interactions pendant les séances des sciences ? Q21 : Est-ce que vous trouvez que l'utilisation de la langue française dans l'enseignement des sciences se présente comme une ressource ou bien comme un obstacle pour l'apprentissage des élèves en sciences ? Expliquez… Q 22 : Le recours au translangage vous semble-t-il servir l'enseignement des sciences dans un contexte bilingue ? *(C'est-à-dire mélanger librement la langue maternelle avec la langue d'enseignement pour s'exprimer).* (Q pour PEPu et PEPsub[35]) Pendant l'observation des séances, nous avons remarqué que vous traduisez, mot à mot, ce que vous expliquez. Prévoyez-vous cette pratique lors de la préparation ? Et pensez- vous que traduire en arabe facilite l'explication ? Q 23 : Donnez-vous, lors de la préparation, de l'importance à l'acquisition de la langue d'enseignement ou bien vous pensez que le plus important c'est de comprendre le contenu peu importe la langue ou les moyens utilisés ? Q24 : Comment vous manipulez pour favoriser les interactions en classe ? Q 25 : Pendant les interactions avec les élèves, avez-vous rencontré des situations où les élèves utilisent le langage quotidien et s'y réfèrent pour acquérir le langage scientifique ?

Tableau 12: questions posées lors des entretiens semi-directifs

Pour l'analyse, des extraits des réponses transcrites des enseignants sont organisés dans une grille catégorielle thématique (Paillé et Mucchielli, 2016) pour éclairer les intentions des enseignants et la façon selon laquelle ils conçoivent leur propre médiation didactique. Le Tableau 13 montre la

[35] PEPu= enseignant de l'école publique et PEPsub= enseignante de l'école privée subventionnée. Nous avons posé cette question à ces deux enseignants seulement car la troisième enseignante (l'enseignante de l'école privée) n'a pas recours à la traduction et utilise exclusivement la langue française en classe.

grille catégorielle thématique que nous avons utilisée pour analyser les réponses des trois enseignants à l'entretien semi-directif. Il est à noter que la grille complétée par les réponses des enseignants figure dans l'annexe 10.

Thème		**Interviewé** / **Sous-thème**	E1 (enseignante à l'école privée)	E2 (enseignante à l'école privée subventionnée)	E3 (enseignant à l'école publique)
expérience professionnelle		Expérience professionnelle			
		Formation initiale			
		Formation continue			
Médiation didactique	**aides didactiques**	Lesquels			
		Critères de choix (général/spécifique)			
		Quand ? (Pendant la préparation/en classe ?)			
		Types de moyens d'aide (matériels/symboliques ; Investigation scientifique/langue…)			
		Efficacité des moyens utilisés (en quoi ils servent l'acquisition des concepts ?)			
	Fonds de connaissances des élèves	Reconnaissance de l'arrière-plan des élèves			
		Se baser sur les fonds de connaissances des élèves lors de la préparation			
		Se baser sur les fonds de connaissances des élèves lors de l'explication			
		Lien entre les connaissances des élèves et les aides didactiques			
		Effet des connaissances quotidiennes sur la pensée des élèves			
La langue dans l' enseignement des sciences		Politique/obligation concernant la langue utilisée en sciences			
		Langue utilisée lors des interactions des élèves			
		Langue française en sciences : ressource ou obstacle ?			
		Effet du translangage			
		Importance de l'acquisition de la langue d'enseignement			
Interactions en classe		Difficultés particulières (liées ou non à la langue d'enseignement)			
		Pendant les interactions en classe, avez-vous rencontré des situations où les élèves se réfèrent au langage quotidien pour acquérir le langage scientifique ?			
		Comment favoriser les interactions en classe			

Tableau 13: grille catégorielle thématique utilisée pour analyser les réponses des trois enseignants à l'entretien semi-directif

4.4. Le recueil des évaluations effectuées

Au-delà des observations, des fiches de préparation et des entretiens semi-directifs, et dans le but d'observer dans quelle mesure la médiation didactique de l'enseignant planifiée dans la fiche de préparation, incarnée dans son intervention en classe et discutée au cours des entretiens semi-directifs, contribue à véhiculer le contenu scientifique dans le contexte bilingue libanais, nous avons ajouté, à notre corpus, les évaluations effectuées.

L'évaluation prend différents aspects et ne se limite pas à l'appréciation du travail scolaire des élèves (Mialaret, 1991). En effet, à côté de l'analyse du travail des élèves, l'évaluation reflète la médiation didactique de l'enseignant : en analysant les questions posées et en cherchant le lien entre ce qui est planifié dans la préparation écrite, ce qui est observé dans les séances filmées et les questions posées dans l'évaluation, nous allons reconstruire le fil conducteur qui guide la médiation didactique de l'enseignant et la logique selon laquelle celui-ci agit pour réaliser son objectif visé. C'est un « *temps d'arrêt rétrospectif qui permet de comprendre ce qui a été réalisé et temps d'arrêt prospectif qui oriente ou réoriente ce qui va être réalisé* » (Petitjean, 1984, p.5). L'évaluation prend différentes formes parmi d'autres l'évaluation orale, écrite, en faisant des projets… et a lieu à différents moments : ainsi on distingue l'évaluation diagnostique, l'évaluation formative et l'évaluation sommative.

Dans notre étude, nous avons choisi d'analyser les évaluations écrites effectuées à la fin de la séquence. Nous observons les questions posées mais aussi les réponses des élèves. Les questions posées pour l'évaluation orale sont analysées en tant qu'interactions langagières en classe.

Dans les trois classes observées, l'évaluation écrite se déroule en classe, dans des conditions habituelles d'un cours, et non dans une salle d'examen formelle. Les élèves restent installés normalement à leurs places et l'enseignant(e) se contente de distribuer les fiches d'évaluation et de surveiller. Il n'intervient, ni lit ni explicite les questions à haute voix. Mais il laisse les élèves lire, comprendre et répondre aux questions de manière autonome.

Nous avons pu collecter toutes les fiches d'évaluation sommative dans les classes de l'école publique et de l'école privée subventionnée, mais l'enseignante de l'école privée n'a pas accepté

de nous donner les réponses des élèves aux examens[36] sous prétexte qu'ils sont tous intelligents, qu'ils ont correctement répondu aux questions, qu'ils ont eu de bonnes notes et que les parents n'acceptent pas de partager le travail de leurs enfants. C'est pourquoi nous n'avons eu qu'une seule réponse d'une élève à l'école privée que nous allons analyser en tant qu'étude de cas. Paradoxalement, l'enseignante, elle-même, nous a envoyé les photos des élèves avec les projets qu'ils ont effectués en groupes après avoir terminé les chapitres « l'appareil digestif, l'appareil respiratoire et l'appareil circulatoire ». Elle les a envoyés pour nous montrer que les élèves sont intelligents et braves. Ces projets seront analysés succinctement en tant que forme particulière d'évaluation.

En nous basant sur notre cadre conceptuel, l'analyse des évaluations porte sur l'exploitation des fonds de connaissances des élèves au cours de l'évaluation et sur les moyens d'aide didactique utilisés. D'ailleurs, nous allons observer si la dimension langagière du contexte bilingue est reflétée dans les questions mais aussi dans les réponses des élèves, et si les questions posées et les réponses des élèves reflètent des situations de modélisation.

Globalement, nous avons essayé d'explorer le terrain de recherche et de collecter les données qui pourraient servir notre problématique principale, celle de l'observation de la médiation didactique de l'enseignant des sciences au cycle primaire dans un contexte bilingue. Le Tableau 14 résume la collecte des données déjà explicitée.

[36] Nous avons discuté ce point avec l'enseignante avant de faire les observations filmées et elle était d'abord convaincue par le fait que nous ne sommes pas ici pour évaluer son travail, mais pour mener une recherche afin de mieux comprendre comment se construit le contenu scientifique dans un contexte bilingue. De plus, nous lui avons montré l'autorisation écrite signée de la part du ministère de l'éducation du Liban, ainsi que notre attestation d'engagement à utiliser les données collectées exclusivement pour le travail de thèse qui vise à une contribution scientifique dans le domaine des sciences de l'éducation. Pourtant, quand nous sommes arrivée aux évaluations écrites, elle n'a pas accepté de nous donner les réponses des élèves.

Classe / Données		Classe de l'école publique	Classe de l'école privée	Classe de l'école privée subventionnée
Nombre de séances observées	Appareil digestif	6 séances	2 séances	4 séances
	Appareil respiratoire	6 séances	5 séances	6 séances
Date des observations en classe		Année scolaire 2022-2023	Année scolaire 2022-2023	Année scolaire 2022-2023
Date de l'entretien semi-directif avec l'enseignant		25-1-2024	8-1-2024	11-1-2024
Documents recueillis		Fiches de préparation de l'enseignant+ fiches des évaluations des élèves	Fiches de préparation de l'enseignante+ une fiche d'évaluation d'une élève+ projets des élèves	Fiches de préparation de l'enseignante+ fiches des évaluations des élèves

Tableau 14: données collectées

5. Démarche d'analyse

Après avoir présenté les choix méthodologiques et la construction du corpus des données collectées, il nous parait important de consacrer la partie suivante à expliciter la démarche d'analyse. Cette démarche combine la construction théorique présentée dans le cadre conceptuel basé principalement sur la médiation didactique de l'enseignant avec la pratique effective telle qu'elle est observée par la chercheuse (Zaid, 2012). Notre travail de thèse vise à comprendre comment les enseignants des sciences au cycle primaire agissent pour assurer une médiation didactique pertinente lors des interactions langagières dans un contexte bilingue. Pour y parvenir et en nous référant au cadre conceptuel et aux outils méthodologiques déjà développés, nous présentons la méthode d'analyse suivie et les outils que nous mobilisons dans l'analyse des données collectées. Comme déjà précisé, nous concevons la médiation didactique de l'enseignant comme action sur le processus d'objectivation élève-contenu (Lenoir, 1996). Partant de cette définition, nous allons faire fonctionner notre cadre conceptuel et investir les outils méthodologiques dans le but de questionner la façon selon laquelle l'enseignant agit pour aider les élèves du cycle primaire à construire le contenu scientifique dans un contexte bilingue. La médiation didactique de l'enseignant est étudiée en deux temps : 1) au cours de la planification c'est-à-dire avant d'entrer en classe et 2) pendant l'intervention en classe face à face par rapport aux élèves.

Pour étudier la phase de la planification, nous nous intéressons particulièrement aux fiches de préparation des enseignants, mais aussi à leurs réponses à une partie des questions des entretiens semi-directifs pour y repérer comment l'enseignant interprète le contenu à enseigner, propose des

moyens d'aide didactique, prévoit les fonds de connaissances des élèves et si la dimension langagière est présente dans sa réflexion avant l'intervention en classe. Pour la phase de mise en œuvre, nous cherchons à voir comment l'enseignant procède en classe et la manière qu'il privilégie pour véhiculer le contenu scientifique visé. L'analyse met en évidence la façon dont il s'appuie sur les performances didactiques des élèves pour adopter une médiation didactique en mobilisant les fonds de connaissances des élèves et/ou en proposant des moyens d'aide didactique et en nous focalisant toujours sur la dimension langagière parce qu'on travaille dans un contexte bilingue. En effectuant l'analyse, nous gardons à l'esprit des objectifs d'analyse parmi lesquels :

- Dans quelle mesure la médiation didactique de l'enseignant est-elle basée sur les performances didactiques des élèves ? De quel type de performances didactiques s'agit-il ?
- L'action de l'enseignant relève-t-elle d'un processus de modélisation ?
- La médiation didactique en jeu montre une mobilisation des fonds de connaissances des élèves ? De quel type de fonds de connaissances s'agit-il ? Dans quelle visée sont mobilisés ces fonds de connaissances ?
- Quels sont les moyens d'aide didactique proposés ou utilisés par l'enseignant pour assurer une médiation didactique pertinente ?
- Quelles contraintes en relation avec la langue d'enseignement font face à la médiation didactique de l'enseignant ?
- Peut-on repérer la dimension langagière dans la pratique de l'enseignant ? Peut-on identifier des moments de translangage, de traduction, de l'utilisation des gestes... pour réduire l'obstacle langagier ?

5.1. Indicateurs d'analyse pour chaque élément du cadre conceptuel

Nous caractérisons la médiation didactique de l'enseignant comme action sur les performances didactiques des élèves qui, en revanche, orientent cette médiation didactique. Elle peut prendre plusieurs formes parmi lesquelles : la mobilisation des fonds de connaissances des élèves, l'utilisation des moyens d'aide didactique et le recours au translangue ou à la traduction en respect de la dimension langagière du contexte bilingue.

Pour clarifier l'analyse et avant de passer à la présentation de la méthode d'analyse de chaque type de données collectées, nous précisons les indicateurs que nous avons utilisés comme codage pour

caractériser, voire pour catégoriser, les éléments du cadre conceptuel. Ces indicateurs sont déterminés selon une approche inductive, partant des observations des données collectées d'une façon itérative mais aussi en nous basant sur nos lectures, plus particulièrement sur la revue systématique de littérature déjà présentée. Dans ce qui suit, nous explicitons ces catégories et les indicateurs correspondants qui distinguent une catégorie de l'autre.

5.1.1. La caractérisation de la médiation didactique de l'enseignant

La médiation didactique de l'enseignant combine un travail de réflexion et un travail d'action : l'enseignant interprète le contenu à enseigner pour planifier son action (travail de réflexion) puis adapte ou non cette planification lorsqu'il intervient en classe face à face avec ses élèves (travail d'action). La médiation didactique de l'enseignant se caractérise par ses fonctions qui reflètent l'intention de l'enseignant lors de sa réflexion au moment de la planification, mais aussi au cours de son interaction avec les élèves en classe. Le Tableau 15 montre la catégorisation de la fonction de la médiation didactique de l'enseignant et les indicateurs correspondants.

Fonction	**Indicateurs**
Conductrice	-L'enseignant détient le fil conducteur des échanges et guide les élèves vers la réponse attendue. Les élèves essayent de décoder les attentes de l'enseignant pour lui donner la réponse prévue. -L'enseignant pose des questions successives et agit comme s'il met la réponse dans la bouche des élèves. - Présence de l'effet Topaze (Brousseau, 2003) où **l'enseignant conduit les élèves vers la réponse attendue** sans s'assurer qu'ils ont bien compris pourquoi c'est la bonne réponse.
Enonciatrice	-Designer par un terme scientifique un phénomène, un objet, un processus, etc. - Donner la définition d'un concept **L'enseignant parle et les élèves sont passifs**.
Explicative	-**Expliquer la cause d'un fait par un discours monologique** en argumentant. - L'enseignant explique en cours magistral, donne des justifications, des interprétations, des argumentations d'une façon monologique, **les élèves entendent l'explication passivement.**
Mémorielle	-Rappeler des faits éloignés ou des idées antérieures à la séance. -Réviser des informations, des discussions déjà vues en situations scolaires. - **L'enseignant et/ou les élèves rappellent des informations déjà apprises.**
Récapitulative	-Reprendre et faire une synthèse autour des idées évoquées au cours de la même séance. **- L'enseignant et/ou les élèves sont actifs.**
Réflexive	-L'enseignant pose une question qui conduit à une réponse de nature explicative, argumentative ou descriptive qui permet de comprendre un phénomène, une action ou résoudre un problème. **Les élèves sont actifs, ils réfléchissent à la question et répondent.**

Tableau 15: catégorisation des fonctions de la médiation d'aide didactique d'un enseignant

5.1.2. La caractérisation des performances didactiques des élèves

A la suite de Zaid (2012), nous concevons les performances didactiques des élèves comme étant « *l'effet du système didactique construit par un observateur (enseignant, chercheur, etc.) pour inférer les apprentissages des élèves* » (p.127). Les performances didactiques des élèves reflètent

leurs apprentissages et se manifestent sous forme de l'évolution et des transformations du système didactique. Elles sont repérées grâce à des indicateurs comme les paroles, les gestes, les actions et même les moments de silence (ibid). La médiation didactique de l'enseignant consiste à agir sur les performances didactiques des élèves tant au moment de la préparation qu'au moment de l'interaction en classe. L'enseignant évalue l'effet de ses actions en détectant les performances didactiques manifestées par les élèves pour ajuster sa médiation. Pour caractériser les performances didactiques des élèves, nous reprenons la catégorisation de Zaid qui distingue quatre types de performances didactiques (Zaid, 2012). Le Tableau 16 montre les indicateurs de la catégorisation des performances didactiques des élèves.

Performances didactiques	Indicateurs
Performances didactiques cognitives (manifestation d'un **travail intellectuel des élèves**)	-Formuler, reformuler des énoncés de la consigne -Discuter en groupe des notions spécifiques au contenu en jeu -Manifester un savoir antérieur déjà construit -Commenter ou poser des questions par rapport à la consigne de la tâche à réaliser… etc.
Performances didactiques techniques (mobilisation des **compétences techniques** des élèves)	-Manipuler un matériel, un support, une maquette -Réaliser une expérience (des gestes techniques) -Argumenter ou justifier l'usage d'un matériel ou d'un protocole imaginé
Performances didactiques sociales (**interactions** entre les élèves ou entre l'enseignant et les élèves)	-Discuter avec l'enseignant ou avec les pairs autour de la consigne ou de la tâche à faire. - Demander la parole pour poser une question ou pour répondre à une question par parole ou par gestes (lever la main). -Exprimer un accord, un désaccord. -Compléter ou commenter une réponse de l'enseignant.
Performances didactiques de **silence** (écoute, attente)	-Manifester un silence vis-à-vis d'une explication, d'une question ou d'un rappel à l'ordre de l'enseignant -Manifester un silence exprimant un engagement dans la situation didactique. -Manifester un silence vis-à-vis de l'explication ou d'une question d'un autre élève.

Tableau 16: catégorisation des performances didactiques des élèves (Zaid, 2012, p.78)

5.1.3. Catégorisation des fonds de connaissances des élèves

Les fonds de connaissances englobent les pratiques culturelles et linguistiques (González et al., 2005), mais aussi les ensembles de connaissances historiquement accumulées puisées de la communauté des élèves (Saubich et Esteban-Guitart, 2011) et dont la capitalisation joue un rôle important en facilitant l'apprentissage (Irish et Kang, 2018). Nous catégorisons les fonds de connaissances selon leurs sources et selon leurs fonctions. Le Tableau 17 présente la catégorisation des sources des fonds de connaissances.

Sources de fonds de connaissances	Indicateurs
Référence à la vie extrascolaire	-Référence à la vie familiale, expériences vécues au quotidien, pratiques liées à l'alimentation, connaissances référées au travail des parents… -Choses entendues au quotidien (invisibles directement) : Pratiques ou informations entendues par l'élève sans qu'il en fait partie -La culture populaire : musique ; événements sportifs ; télévision ; médias ; Internet…
Référence à la vie scolaire	-Informations déjà apprises à l'école lors de l'enseignement/ apprentissage (à l'échelle cognitive et technique) -Savoirs appris par les interactions avec les pairs, travail en groupes…

Tableau 17: catégorisation des sources des fonds de connaissances des élèves

La mobilisation des fonds de connaissances peut être intuitive lorsque l'élève s'y réfère sans stimulation directe de la part de l'enseignant ou stimulée par l'enseignant. Elle répond à des fonctions différentes parmi lesquelles celles représentées dans le Tableau 18.

Fonction des fonds de connaissances des élèves		Indicateurs
Action de l' enseignant	Avancer la séquence (d'un point de vue conceptuel)	-Se référer aux fonds de connaissances des élèves pour progresser dans l'explication **(pour faire les liens au cours de l'explication**). -Inciter l'élève à se rappeler des fonds de connaissances en relation avec ce qui est présenté et s'y référer pour avancer dans l'explication.
	Motiver la réflexion des élèves	-Poser des questions pour faire rappeler aux élèves des fonds de connaissances en relation avec le sujet **pour les motiver** et les étayer dans l'explication.
	Ouvrir l'horizon	-Trouver un lien entre le contenu enseigné et les fonds de connaissances et **appliquer le contenu à une autre situation** (exemple proposer des moyens pour protéger l'appareil respiratoire en rappelant les fonds de connaissances puisés du milieu scolaire en relation avec la photosynthèse…).
Action des élèves	Exprimer la compréhension ou l'acquisition du contenu	-L'élève se réfère à ses fonds de connaissances pour donner un exemple en relation avec le contenu enseigné pour montrer sa compréhension (nous avons déjà vu ça dans … ça ressemble à …)

Tableau 18: catégorisation des fonctions des fonds de connaissances des élèves

5.1.4. Catégorisation des moyens d'aide didactique

La notion des aides didactiques est envisagée comme étant des outils « *sélectionnés ou élaborés par l'enseignant pour constituer des facilitateurs, à différents moments des activités didactiques* » (Astolfi et al., 2008, p.15). Ils peuvent être classés selon plusieurs critères. Nous avons fait le choix de les classer selon leur nature en moyens d'aide didactique matériels et symboliques. Une troisième catégorie, les moyens d'aide didactique multimodales, combine les deux en même temps. Le Tableau 19 montre la catégorisation des moyens d'aide didactique.

Nature des aides didactiques	Indicateurs
Matériels	Des moyens directement observables et/ou tangibles utilisés par l'enseignant pour aider les élèves à construire le contenu visé (maquette, modèle, dessin, schéma, tableau, etc.). Peuvent être **repérés par la vue (directement observables devant les yeux des élèves)**.
Symboliques	Des moyens non observables mais qui aident les élèves à construire le contenu visé (exemples, métaphores, analogies, etc.) **Imaginés, ne peuvent pas être directement repérés par la vue** (ils peuvent être repérés par l'ouïe mais nécessitent une transformation cognitive par les élèves pour jouer leur rôle comme aides didactiques).
Multimodales	-Des ressources sémiotiques multiples (langage oral, produits audiovisuels et matériels en même temps), étudiées en tant que supports pour l'enseignement (exemple : la vidéo) Ils sont lisibles par les organes des sens mais supposent ensuite une seconde transformation voir plus cognitive[37].

Tableau 19: Catégorisation des moyens d'aide didactique

5.1.5. Des catégories concernant la dimension langagière dans un contexte bilingue

Dans un contexte bilingue, la langue utilisée lors des interactions en classe se présente comme élément essentiel. Pour exercer sa médiation didactique en réponse aux performances didactiques des élèves, l'enseignant mobilise plusieurs types de langages. Les élèves, à leur tour, utilisent différents types de langages pour réagir et s'exprimer. L'analyse des types de langages utilisés lors des interactions est effectuée selon deux plans différents mais complémentaires. Le premier plan concerne la langue utilisée lors des interactions, on parle alors des langues maternelle, étrangère, ou translangue (Tableau 20). En deuxième plan, nous sommes intéressés par le type de langage utilisé, pour cela, nous nous référons aux travaux de Lemke (1998) qui distingue quatre types de langages auxquels nous ajoutons le langage gestuel (Tableau 21). Le discours dominant (celui de l'enseignant ou des élèves) et la structure des phrases (phrases simples faciles à comprendre ; phrase complexe ; tournure des phrases, etc.) sont aussi deux pistes intéressantes que nous mentionnons brièvement lors de l'analyse. Le Tableau 20 montre les indicateurs de catégorisation des langues utilisées.

Langue	Indicateurs
Maternelle	Utiliser la langue maternelle arabe exclusivement lors des interactions
Étrangère	Utiliser la langue française (ou anglaise) exclusivement lors des interactions
Translangue	Mélanger les deux langues dans le même discours (maternelle et étrangère)

Tableau 20: Catégorisation des langues utilisées

[37] Par exemple dans la vidéo utilisée à l'école privée, les organes de l'appareil respiratoire sont observables et, en même temps, des commentaires oraux dictent des comparaisons et des analogies pour faciliter la compréhension (ex : parallèlement aux photos des alvéoles pulmonaires, le commentateur les compare aux grappes des raisins…).

Les types de langages utilisés et des exemples d'indicateurs sont présentés dans le tableau suivant (Tableau 21)

Langage	Indicateurs
Gestuel	Utilisation des gestes face à une performance didactique des élèves pour exprimer une réaction à valeur évaluative : gestes de la main, des doigts, regard, hochement de tête, etc., accompagnant l'intervention
Procédural	Manipuler un objet, faire une expérience, utiliser des instruments, gestes techniques, etc.
Verbal (oral/écrit)	Utilisation des interventions orales (des mots, des phrases, etc.), ou écrites (des mots, des phrases, des textes, des légendes, etc.) inscrites au tableau ou sur un document distribué aux élèves (fiches, exercices supplémentaires, etc.).
Visuel	Utilisation d'une représentation visuelle (Dessin, schéma, photo, vidéo, etc.) produite par l'enseignant, ou issue d'un support sélectionné.
Mathématique	Utilisation des données chiffrées, des formules, des mesures, etc. ou des gestes mathématiques (mesurer) pour étayer le rôle médiateur de l'enseignant

Tableau 21: Catégorisation des types de langage mobilisés (Wojcieszak, 2017)

5.2. La méthode d'analyse des données collectées

L'objectif principal de l'analyse des données est de comprendre la médiation didactique de l'enseignant tant au moment de la planification qu'au moment de l'intervention en classe. Chaque type de médiation sera catégorisé en fonction du type de performance didactique que prévoit l'enseignant (pendant la préparation) ou que manifeste l'élève pendant l'interaction sur « l'appareil respiratoire de l'Homme ». Dans un premier temps, notre analyse porte sur les fiches de préparations écrites, cela va nous aider à comprendre l'intention de l'enseignant et la façon selon laquelle il interprète le contenu à enseigner et comment il planifie son intervention en classe. Nous commençons par la présentation de l'enchainement des séances observées en séquence dans chaque classe à part, puis l'application de notre cadre conceptuel dans l'analyse en situant les fonds de connaissances, les moyens d'aide didactique et en cherchant la dimension langagière dans les fiches de préparation. Nous allons parallèlement chercher dans quelle mesure la préparation de l'enseignant prévoit des situations de modélisation. Autrement dit, nous allons observer, dans chaque préparation, si l'enseignant prévoit conduire les élèves selon des allers et des retours entre référent empirique et modèle scientifique.

Puis nous nous attacherons à l'analyse des observations des séances filmées en classe de sciences. Suite à Zaid (2012), pour analyser les interactions langagières qui se déroulent entre l'enseignant et les élèves, nous distinguons des moments particuliers où la médiation didactique de l'enseignant se manifeste comme réponse aux performances didactiques manifestées par les élèves. La médiation didactique de l'enseignant, suscitée par les performances didactiques des élèves, agit

pour créer un espace hybride. Ceci a lieu selon plusieurs modalités parmi lesquelles : l'exploitation des fonds de connaissances des élèves, l'utilisation des moyens d'aide didactique matériels ou symboliques ou en mettant en œuvre le translangue ou la traduction pour faciliter le dépassement de l'obstacle dû à la langue étrangère d'enseignement. En d'autres mots, l'enseignant des sciences explique le contenu, attend le retour d'un ou de plusieurs élèves et c'est le retour des élèves qui va guider la progression du travail de l'enseignant. Vu le corpus énorme collecté qui rend difficile l'analyse intégrale des séances observées, nous avons choisi, comme moments particuliers intéressants à analyser, ce « laps de temps » où la réaction de(s) élève(s), manifestée en tant que performances didactiques, oriente la médiation didactique de l'enseignant vers la création des espaces hybrides. Nous allons retenir dans ces moments particuliers la modélisation et observer si la manière dont il fait appel aux fonds de connaissances, à l'utilisation des aides didactiques ou au translangue incarne des processus de modélisation.

Nous poursuivons, avec l'analyse des entretiens semi-directifs des enseignants en nous basant sur les éléments du cadre conceptuel déjà mentionnés. Enfin, nous analysons les évaluations effectuées comme étant des cas particuliers qui reflètent la contribution de la médiation didactique dans la construction du contenu scientifique visé.

5.2.1. Analyse de la médiation didactique de l'enseignant lors de la planification

Pour construire la grille d'analyse des préparations, nous nous basons sur le cadre conceptuel déjà explicité et nous partons de l'idée que les pratiques de l'enseignant ne sont pas du tout détachées de ce qu'il a prévu en tant que choix pédagogiques à adopter en classe. A cela s'ajoute notre expérience professionnelle en tant qu'enseignante de chimie au cycle secondaire puis comme inspectrice pédagogique où l'observation des préparations écrites des enseignants et la méthode selon laquelle ils agissent en classe constituent des éléments primordiaux des missions d'inspection, ce qui nous offre l'opportunité d'être en contact quotidien avec les préparations mais aussi avec les pratiques des enseignants. Ces éléments réunis ensemble nous ont permis de suivre une logique inductive pour construire notre grille d'analyse des préparations (annexe 11). Dans cette grille, nous nous intéressons aux performances didactiques attendues des élèves, aux fonds de connaissances prévus, aux moyens d'aide didactique proposés et nous cherchons la dimension langagière dans la planification.

En suivant la même logique de l'analyse de la médiation didactique avant l'intervention en classe, nous analysons les réponses des enseignants aux questions posées lors de l'entretien semi-directif post séances qui concernent leur interprétation du contenu à enseigner au cours de la préparation. Pour ce faire, nous reprenons en détail les transcriptions des entretiens effectués pour y repérer la logique adoptée par les enseignants au cours de la préparation. Nous nous intéressons particulièrement à observer s'il y a, dans le discours de l'enseignant, ce qui relève de la façon selon laquelle il conçoit l'exploitation des fonds de connaissances, la logique selon laquelle il choisit les moyens d'aide didactique et comment il positionne la langue d'enseignement dans sa réinterprétation du contenu. La Figure 11 résume la démarche d'analyse de la médiation didactique de l'enseignant lors de la phase de planification.

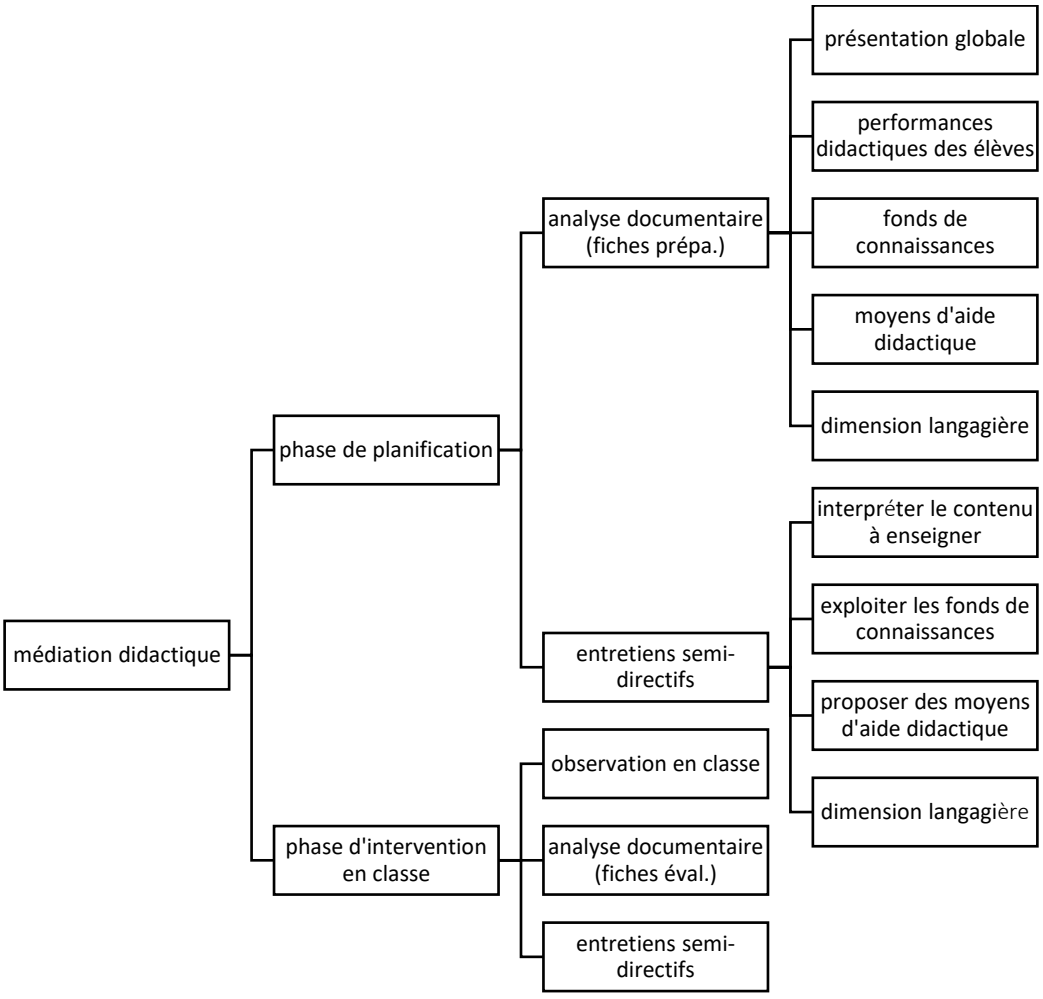


Figure 11: Analyse de la médiation didactique de l'enseignant lors de la planification

5.2.2. Analyse de la médiation didactique de l'enseignant au cours de l'action en classe

5.2.2.1. Déroulement de chaque séance

Dans le but d'avoir une vision globale du déroulement de la séquence « l'appareil respiratoire de l'Homme » et d'observer les progressions de la construction du contenu étayée par la médiation didactique de l'enseignant au niveau global (à l'échelle de la séquence) ou plus détaillé (à l'échelle d'une séance), nous avons organisé un tableau résumant l'objectif principal de chaque séance observée dans chacune des classes[38] (Tableau 22).

Séance	Objectif principal (école publique)	Objectif principal (école privée payante)	Objectif principal (école privée subventionnée)
1	Définir la respiration. Nommer les parties du système respiratoire. Indiquer les alvéoles pulmonaires comme le lieu principal des échanges gazeux respiratoires.	Définir la respiration, les parties du système respiratoire.	Définir le système respiratoire, ses parties, rôle des vaisseaux sanguins dans le transport des gaz respiratoires.
2	Comprendre le trajet de l'air au cours de la respiration. Préciser le rôle de la luette	Les mouvements respiratoires : Comparer l'inspiration et l'expiration	Comparer l'inspiration et l'expiration.
3		Les échanges gazeux respiratoires au niveau des alvéoles pulmonaires : Identification du dioxyde de carbone et de vapeur d'eau dans l'air expiré.	Comprendre comment protéger le système respiratoire. Exercices
4	Les mouvements respiratoires, les modifications survenues durant l'inspiration et l'expiration	Identifier l'oxygène et le dioxyde de carbone dans l'air inspiré et expiré. Indiquer le trajet de l'air inspiré et de l'air expiré. Préciser la composition en gaz de l'air inspiré et expiré.	Comparer la composition en gaz de l'air inspiré à celle de l'air expiré
5	Comparer l'inspiration et l'expiration. Identifier la présence de la vapeur d'eau et du dioxyde de carbone dans l'air expiré (que se passe-t-il pour l'air dans les poumons ?) Étudier les échanges gazeux respiratoires au niveau des alvéoles pulmonaires	Comparer la quantité d'oxygène, de dioxyde de carbone et de vapeur d'eau dans l'air inspiré et dans l'air expiré. Déduire ce qui se passe quand on respire. Comprendre le fonctionnement des cordes vocales. Comparer la composition en gaz du sang entrant et du sang sortant des poumons.	Comparer l'air inspiré et l'air expiré.
6			Préciser les échanges gazeux au niveau des alvéoles pulmonaires. Comparer les quantités de dioxygène et de dioxyde de carbone dans le sang entrant et le sang sortant des poumons.

Tableau 22: La progression de la séquence choisie « l'appareil respiratoire de l'Homme » dans les trois classes observées

[38] Il ne s'agit pas des titres des séances ou des objectifs explicitement fixés par les enseignants, nous avons déduit ces objectifs principaux après avoir observé les séances et leurs enregistrements d'une manière itérative.

Ce tableau nous permet d'observer globalement le déroulement de l'ensemble des séances dans la séquence.

A une échelle plus étroite, chaque séance est découpée en trois phases qui marquent l'action globale de l'enseignant, ce découpage s'effectue à partir des observations des séances : 1) introduction ou ouverture de la séance, 2) activités (individuelles/ collectives), cette phase est découpée en épisodes qui montrent la réalisation des tâches par les élèves et 3) phase de synthèse. Nous construisons alors un synopsis qui représente une première analyse et qui permet « *d'avoir une idée de ce qui se passe en classe et de suivre le contenu des séances, afin de comparer, d'une part, les séances dans une séquence et, d'autre part, des séquences de classes différentes* » (Tiberghien et al., 2007, p.105). Il servira de base pour des analyses plus approfondies dans la mesure où il reflète une vision intégrale de ce qui se déroule en classe et aide à positionner les moments particuliers dans chaque séance. Le synopsis que nous adoptons pour analyser notre corpus sera organisé comme le montre le Tableau 23 (Annexes 12).

Intitulé de la phase	Définition de la phase	Durée de la phase	Objectif
Introduction			
Activités (individuelle/ collective)	Episode 1		
	Episode 2		
	Episode n		
Synthèse			

Tableau 23: synopsis montrant l'organisation de chaque séance observée

5.2.2.2. Analyse de la médiation didactique de l'enseignant pendant l'interaction en classe

Pour une analyse systématique détaillée des observations filmées, nous nous appuyons sur un modèle didactique construit par Zaid (2012). Le modèle en question « *rend compte de l'interdépendance de l'action de l'enseignant et de celle des élèves* » (Zaid, 2012, p.126). Il se base sur l'idée que « *les performances didactiques des élèves constituent le moteur essentiel, mais non exclusif, de l'évolution du système didactique* » (ibid, p.132). Selon cette vision, les performances didactiques des élèves, manifestées sous forme d'actions différentes (des gestes, des paroles, des écrits, de silence, etc.) structurent l'évolution de l'action de l'enseignant.

Dans le but d'observer l'interdépendance entre la médiation didactique de l'enseignant et les performances didactiques des élèves et de focaliser comment l'enseignant prend la performance didactique de l'élève comme point d'appui pour agir et aider les élèves à construire le contenu scientifique visé et à dépasser un problème, lié, ou non, à la langue d'enseignement, des moments

particuliers sont choisis. Les moments particuliers en question sont délimités par des évènements qui marquent des évolutions des actions de l'enseignant en réponse à des performances manifestées par les élèves.[39]

Pour chaque séance observée, nous avons visionné l'enregistrement vidéo de manière itérative et nous sommes arrêtés à chaque fois là où il y a une performance, manifestée par un ou plusieurs élèves, qui emmène l'enseignant à agir pour créer un espace hybride. Cet espace hybride vient donc comme réponse à une difficulté ou à une réaction exprimée par l'élève sous la forme d'une performance didactique. Afin de saisir les interactions de l'enseignant avec les élèves de manière précise dans leur ancrage temporel (Zaid, 2012) et de repérer la médiation didactique en réponse aux performances manifestées, nous avons organisé pour chaque séance observée, sur un fichier Excel, une grille qui collecte :

- Les segments représentant les moments particuliers déjà mentionnés,
- Les tâches proposées, les repères temporels qui marquent le début et la fin du segment, les événements délimitant le segment,
- La médiation didactique de l'enseignant pour voir comment il agit pour construire l'espace hybride (la fonction de la médiation, les aides didactiques choisis, les fonds de connaissances mobilisés, la langue utilisée lors des interactions dans le segment analysé),
- Les performances didactiques manifestées au début et à la fin du segment
- Le lien entre la médiation didactique de l'enseignant et les performances didactiques manifestées par les élèves au début et à la fin du moment particulier, c'est-à-dire du segment choisi pour l'analyse.

Pour chaque classe, nous avons organisé un fichier Excel collectant les séances observées (un fichier Excel pour chaque séance et un dossier Excel pour chaque classe). Le tableau suivant (Tableau 24) montre la grille que nous avons organisée pour l'analyse des moments particuliers qui manifestent l'interdépendance entre les performances didactiques des élèves et la médiation didactique de l'enseignant dans chaque séance.

[39] Il est à noter que seuls les événements montrant l'action de l'enseignant lorsqu'elle est suscitée par des performances didactiques des élèves sont considérés dans l'analyse, les autres événements liés à des prises de décisions de l'enseignant sont laissés à part pour simplifier l'analyse (Zaid, 2012).

Segment "i"	Tâche proposée	Repères temporels	Evènements délimitant le segment i	médiation didactique de l'enseignant				Performances manifestées par les élèves	Lien entre médiation didactique de l'enseignant et performances des élèves	"type de performance qui suscite la médiation didactique "
				fonctions de la médiation didactique de l'enseignant	aide didactique	fonds de connaissances mobilisés	langue utilisée			
Segment « n » (moment particulier)		Début :	Evènement (n-1)					Performance au début du moment choisi (segment n)		
		Fin :	Evènement (n)					Performances à la fin du moment choisi (segment n)		

Tableau 24: grille pour l'analyse des moments particuliers qui manifestent l'interdépendance entre les performances didactiques des élèves et la médiation didactique de l'enseignant

L'analyse des observations est étayée par l'étude des évaluations effectuées et des entretiens semi-directifs avec les enseignants dans lesquels ils ont parlé de leurs pratiques lors de l'intervention en classe.

En ce qui concerne les entretiens semi-directifs, l'analyse des réponses des enseignants, leurs commentaires et leurs explications sur les pratiques, mais aussi sur les difficultés rencontrées enrichit nos résultats et permet de construire une conclusion générale concernant la séquence en jeu. Pour l'analyse des entretiens semi-directifs, nous repérons dans les discours des enseignants les éléments qui permettent d'identifier et de caractériser leur médiation didactique pendant leurs interactions avec les élèves en classe, tout en appuyant nos résultats par des extraits des verbatim qui nous paraissent utiles à clarifier l'analyse.

Les évaluations seront caractérisées et analysées en lien avec notre problématique et au regard de notre cadre conceptuel. Dans une perspective de travail systématique, nous avons élaboré deux grilles d'analyse : la première est consacrée à l'étude des questions d'évaluation, l'autre à l'analyse des réponses des élèves (Annexe 13). Nous y repérons, en premier lieu, la nature des questions posées en veillant à les relier au cadre conceptuel. Chaque question est analysée afin d'identifier les fonds de connaissances mobilisés, qu'ils soient issus du milieu scolaire ou extrascolaire, afin de comprendre comment l'enseignant pousse l'élève à s'appuyer sur ses connaissances antérieures pour traiter la tâche proposée. L'analyse vise également à repérer les performances didactiques visées, à identifier les moyens d'aide didactique utilisés et à détecter, en particulier, des dimensions empirique/modèle pour observer dans quelle mesure chaque question fait appel à un processus de modélisation dans le sens de Martinand (1986).

Nous nous sommes intéressés, dans un second temps, aux réponses des élèves. Analyser les réponses des élèves dans une perspective didactique implique aller au-delà de la simple correction pour essayer de comprendre le processus d'apprentissage, les obstacles rencontrées mais aussi les stratégies mobilisées par les élèves. Pour analyser les réponses des élèves de chaque classe, nous avons organisé un fichier Excel dans lequel sont collectées les réponses à chaque question. Vue la difficulté de faire une analyse intégrale de toutes les réponses pour tous les élèves, nous avons identifié des réponses « particulières » qui dévoilent la construction du contenu, une conception erronée, un obstacle manifeste dû ou non à la langue d'enseignement. Nous nous intéressons en particulier aux erreurs comme trace de raisonnement des élèves, mais aussi aux réponses

manifestant des allers-retours entre référent empirique et modèle scientifique pour observer dans quelle mesure nous pouvons parler de l'acquisition, chez les élèves, de la logique de modélisation dans le sens de Martinand.

Pour articuler les résultats de manière cohérente et logique, nous avons construit une « méga-grille » qui met en relation les différentes analyses menées. Cette grille nous permet de croiser les données et de structurer la discussion en vue de dégager des conclusions pertinentes (Annexe 14).

Conclusion

Nous avons précisé, dans cette partie, nos choix méthodologiques en justifiant en quoi ces choix offrent des outils nécessaires pour répondre à notre questionnement principal. Nous avons adopté une approche qualitative en utilisant quatre types de données. L'analyse, fondée sur une « méga-grille » que nous avons construite selon une approche inductive, nous permet de comprendre la médiation didactique de l'enseignant des sciences au cycle primaire lors des interactions langagières dans un contexte bilingue.

Suite à la précision de la méthodologie de recueil et d'analyse des données, nous consacrons la troisième partie de notre thèse à la présentation des résultats de l'analyse.

Partie 3 : Etude de la médiation didactique de l'enseignant des sciences au cycle primaire dans un contexte bilingue

Introduction

Notre objectif principal est de comprendre comment les enseignants des sciences au cycle primaire aident les élèves à construire le contenu scientifique dans un contexte bilingue. Il s'agit d'observer la médiation didactique de l'enseignant et, par conséquent, la construction du contenu scientifique par les élèves.

La médiation didactique de l'enseignant vise à la création d'un espace hybride (Bakhtine (1934/1981)) dans lequel aura lieu un glissement des connaissances quotidiennes au contenu scientifique (Boyer, 2000). Elle peut avoir lieu selon plusieurs modalités parmi lesquelles : l'exploitation des fonds de connaissances des élèves, la mobilisation des moyens d'aide didactique matériels ou symboliques ou la simplification de la situation en s'appuyant sur la langue maternelle arabe et sur le translangage puisqu'il s'agit d'un contexte bilingue. Nous analysons la médiation didactique de l'enseignant comme étant une succession d'espaces hybrides créés en réponse aux performances observées chez les élèves. Nous cherchons à comprendre, en particulier, dans quelle mesure la médiation didactique de l'enseignant, basée sur les performances didactiques des élèves, manifeste les caractéristiques d'un processus de modélisation en guidant l'activité des élèves entre référent empirique et modèle scientifique (Martinand, 2010). En revanche, nous analysons les performances didactiques des élèves à la lumière des caractéristiques essentielles du processus de modélisation, c'est à dire nous observons en quoi les performances didactiques manifestées par les élèves mettent en évidence leur appropriation de la signification des modèles et adaptent ces modèles à d'autres situations. La médiation didactique de l'enseignant sera analysée en la considérant comme action sur les performances didactiques des élèves qui guide leur activité entre référent empirique et modèle scientifique (Zaid,2012).

En nous appuyant sur notre cadre conceptuel et sur la méthodologie déjà explicitée, nous analysons l'articulation entre les performances didactiques des élèves et la médiation didactique de l'enseignant selon les trois modalités déjà citées en deux phases : la phase de la planification où l'enseignant propose un plan de travail avant d'entrer en classe et la phase active (mise en œuvre) ou la phase d'intervention en classe où il applique la médiation didactique lorsqu'il se trouve en face à face par rapport aux élèves (Figure 12).

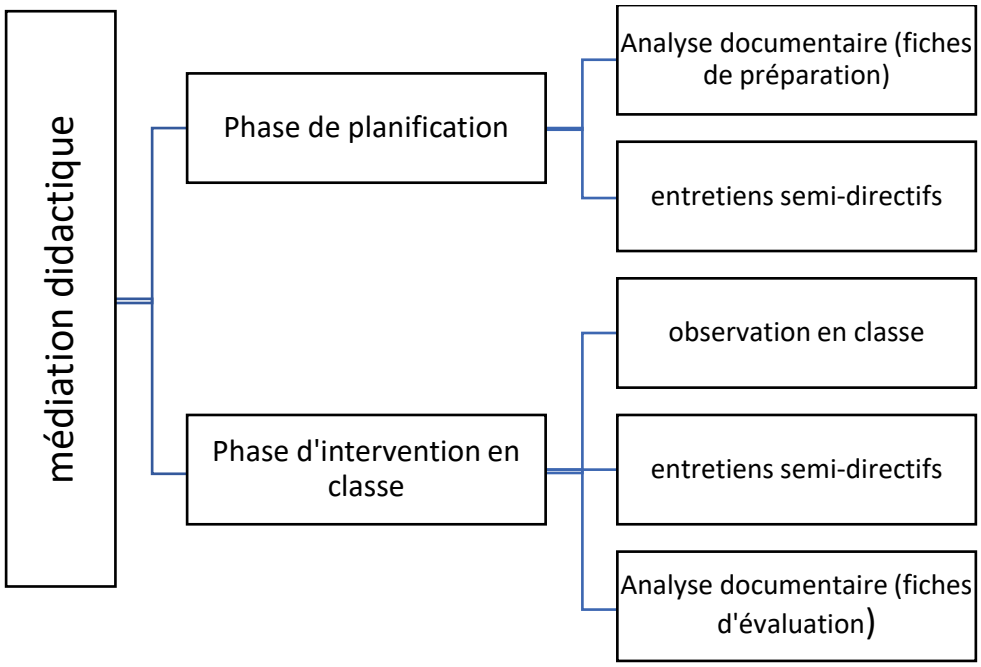


Figure 12: la médiation didactique de l'enseignant est étudiée en deux phases

Après avoir décrit la médiation didactique de l'enseignant selon ses trois modalités dans ces deux phases, nous analysons dans quelle mesure cette médiation didactique correspond au processus de modélisation et si elle intègre les élèves dans tel processus.

Quant à l'organisation de cette partie, l'analyse est structurée autour de trois questions de recherche associées à trois chapitres, en vue d'une correspondance claire entre chaque question et les données analysées. Le premier chapitre concerne la première phase du travail de l'enseignant, « la phase de planification », et vise à répondre à la première question de recherche « Comment l'enseignant interprète le contenu à enseigner dans la phase de préparation ? ». Les chapitres deux et trois portent sur la deuxième phase du travail de l'enseignant, « la phase d'intervention en classe », et apportent des éléments de réponse respectivement à la deuxième question « Comment l'enseignant des sciences interagit avec les élèves pour les aider à construire le contenu scientifique visé ? » et à la troisième question « Dans quelle mesure les interactions langagières en classe contribuent à véhiculer le contenu scientifique visé dans le contexte bilingue libanais ? ». Bien que les deux dernières questions soient rattachées à la phase d'intervention en classe, il nous semble pertinent de les traiter séparément en deux chapitres distincts dans le but de mettre en évidence les éléments spécifiques à chaque question à part et d'éviter toute confusion possible dans l'interprétation des

résultats. Chaque chapitre développe ainsi une dimension spécifique de la médiation didactique de l'enseignant et considère la problématique selon une dimension bien déterminée (Figure 13).

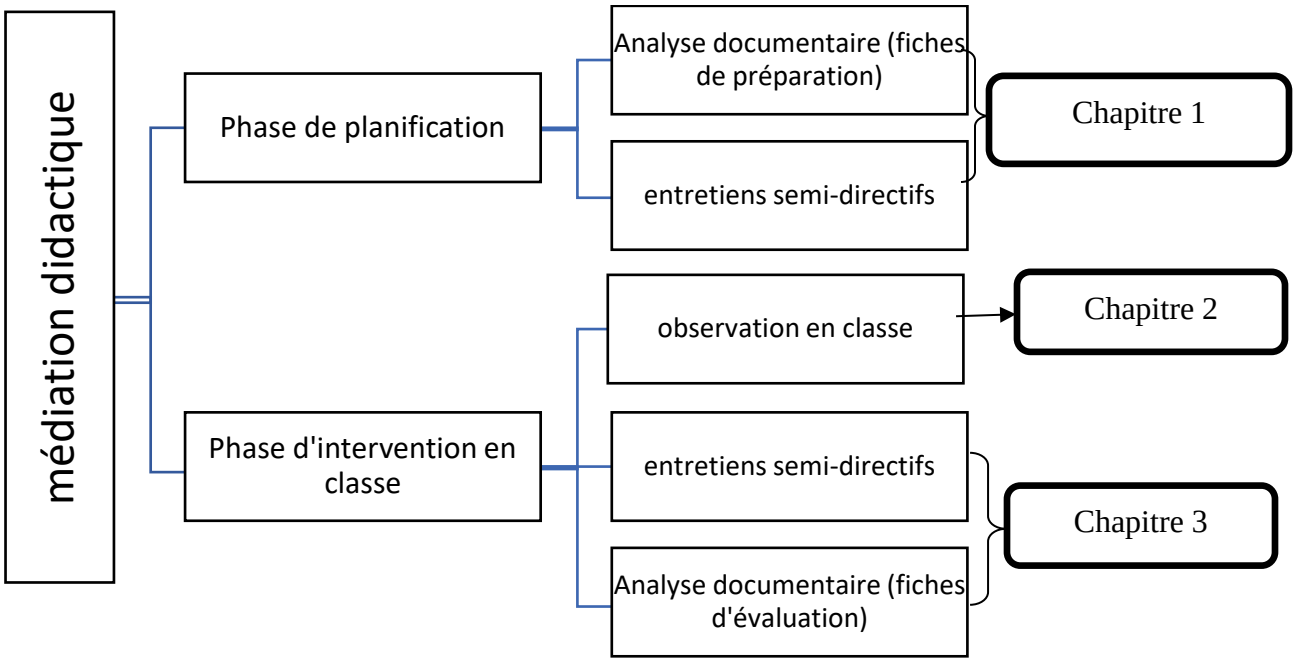


Figure 13: organisation de l'analyse de la partie 3 : l'analyse de la médiation didactique de l'enseignant dans un contexte bilingue

Mais avant d'aborder l'analyse, il nous semble utile de présenter la séquence d'enseignement dans chacune des classes observées, ce qui nous aide à observer l'organisation générale du travail de chaque enseignant et la progression de la construction du contenu enseigné.

Présentation des séquences[40] d'enseignement dans les trois classes observées

Après avoir observé les enregistrements vidéo à plusieurs reprises, nous avons résumé la progression des séquences « l'appareil respiratoire de l'Homme » dans les trois classes observées comme le montre le Tableau 25. Afin de faciliter la lecture du tableau, nous avons adopté un code couleur: les objectifs surlignés en jaune sont communs aux trois classes observées, ceux en vert

[40] Une séquence d'enseignement est définie dans le bulletin officiel français numéro 35 du 17/09/1992 comme étant « *un ensemble continu ou discontinu de séances, articulées entre elles dans le temps et organisées autour d'une ou de plusieurs activités en vue d'atteindre des objectifs fixés par les programmes d'enseignement* ». (B.O. n^0 35 du 17/9/1992).

sont partagés par deux classes sur les trois observés, tandis que les objectifs en rouge sont propres à une seule classe observée.

Classe dans Séance	école publique	école privée payante	école privée subventionnée
1	Définir la respiration, les organes du système respiratoire, indiquer le rôle des alvéoles pulmonaires	Définir la respiration, les organes du système respiratoire.	Définir le système respiratoire, ses organes, rôle des vaisseaux sanguins dans le transport des gaz respiratoires.
2	Le trajet de l'air au cours de la respiration. Préciser le rôle de la luette	Comparer l'inspiration et l'expiration (changement du volume de la cage thoracique, des poumons, mouvement du diaphragme, etc.).	Comparer l'inspiration et l'expiration (changement du volume de la cage thoracique, des poumons, mouvement du diaphragme, etc.).
3		Les échanges gazeux respiratoires au niveau des alvéoles pulmonaires. Identifier la présence de dioxyde de carbone et de vapeur d'eau dans l'air expiré.	Comment protéger le système respiratoire+ exercices (les parties du système respiratoire ; vrai ou faux…).
4	Les mouvements respiratoires, les modifications survenues durant l'inspiration et l'expiration	Exercices du livre scolaire[41] (phrases à compléter, trajet de l'air inspiré et de l'air expiré, composition en gaz de l'air inspiré et expiré)	Exercice supplémentaire (travail par pairs des élèves pour comparer la composition en gaz de l'air inspiré à celle de l'air expiré)
5	Comparer inspiration et expiration, Identifier la présence de la vapeur d'eau et du dioxyde de carbone dans l'air expiré + exercices (comparaison entre air inspiré et air expiré) + étudier les échanges gazeux respiratoires au niveau des alvéoles pulmonaires + exercices d'application	Exercices (comparer la quantité d'oxygène, de dioxyde de carbone et de vapeur d'eau dans l'air inspiré et dans l'air expiré et déduire ce qui se passe quand on respire, interpréter le fonctionnement des cordes vocales,) et du cahier d'activités (vrai ou faux, comparer la composition en gaz du sang entrant et du sang sortant des poumons)	Exercice supplémentaire (l'air inspiré vs l'air expiré)
6			Révision puis explication des échanges gazeux au niveau des alvéoles pulmonaires ; comparer les quantités de dioxygène et de dioxyde de carbone dans le sang entrant et sang sortant des poumons.

Tableau 25: La progression de la séquence choisie « l'appareil respiratoire de l'Homme » dans les trois classes observées

[41] Etant donné que les trois classes observées utilisent des manuels scolaires différents et que nous avons choisi de travailler sur le même chapitre présent dans les trois classes « l'appareil respiratoire de l'Homme », nous avons joint, en annexe, une copie du chapitre tel qu'il figure dans chacun des manuels (Annexe 18).

L'analyse des trois séquences montre une hétérogénéité dans l'organisation entre les trois classes observées au niveau du nombre de séances dans chaque classe, de la distribution des objectifs principaux sur les séances et du temps alloué à chaque objectif principal. En effet, les trois enseignants n'ont pas consacré le même nombre de séances pour le chapitre « l'appareil respiratoire de l'Homme ». Ceci pourrait être dû à la différence du temps alloué à chaque séance dans les classes observées. En effet, le temps consacré à la séance dans l'école privée (55 minutes) est plus grand que celui dans les deux autres écoles (40-45 minutes). Il s'ensuit que le nombre de séances nécessaires pour le chapitre « l'appareil respiratoire de l'Homme » dans la classe de l'école privée (5 séances) soit plus petit que celui dans les deux autres classes (6 séances). D'autres facteurs interviennent au cours des séances et pourraient être contraints par rapport à l'avancement dans la séquence, comme le faible niveau de maîtrise de la langue d'enseignement ou la difficulté évoquée par les élèves qui oblige l'enseignant à répéter ce qu'il a déjà expliqué … Cette difficulté sera examinée à travers l'analyse de la médiation didactique mise en œuvre par l'enseignant, pour essayer de comprendre les raisons pour lesquelles certains élèves n'ont pas assimilé le contenu enseigné, ainsi que les modalités d'intervention que l'enseignant met en place pour les aider à dépasser les obstacles rencontrés.

Du point de vue contenu, plusieurs objectifs sont communs aux trois classes, à titre d'exemple : « définir la respiration et nommer les parties du système respiratoire » sont des objectifs communs à la première séance dans les trois classes observées ; « comparer entre l'inspiration et l'expiration et interpréter les échanges gazeux respiratoires au niveau des alvéoles pulmonaires » est un objectif qui arrive à des moments différents de la séquence dans les trois classes. D'autres objectifs sont communs à deux classes seulement et ne figurent pas comme objectifs d'apprentissage dans la troisième classe comme « comparer la composition en gaz du sang entrant et du sang sortant des poumons » qui ne figure que dans la classe de l'école privée et celle de l'école privée subventionnée. Néanmoins, nous trouvons des objectifs qui ne sont présents explicitement que dans une seule classe comme « relever le rôle de la luette » dans la classe de l'école publique, « interpréter le fonctionnement des cordes vocales » dans la classe de l'école privée et « comprendre comment protéger le système respiratoire » dans la classe de l'école privée subventionnée. Cette différence peut être due à l'utilisation des manuels scolaires différents dans les écoles au Liban (Annexe 18).

Par comparaison avec les objectifs d'apprentissage qui figurent dans le curriculum libanais (Annexe 2) concernant l'appareil respiratoire de l'Homme, et en nous référant aux objectifs principaux dans chaque séance combinés avec nos observations, nous pouvons déduire que les objectifs déterminés dans le curriculum sont couverts dans les trois séquences à part l'objectif « déduire la présence des relations entre les fonctions des appareils digestif, respiratoire et circulatoire et que ces fonctions sont complémentaires pour assurer la vie de l'organisme » : cet objectif, présent implicitement dans les discours des enseignants, ne figure pas comme objectif principal d'apprentissage dans les préparations écrites ni au cours de l'explication en classe, mais aussi l'objectif concernant la protection de l'appareil respiratoire qui ne figure pas explicitement dans deux classes sur les trois classes observées.

Bien que la progression des séances dans chacune des séquences soit hétérogène, la plupart des séances suivent une organisation générale commune : chaque séance commence par une activité de motivation basée sur des exemples de la vie quotidienne ou de rappel du contenu déjà enseigné en rapport avec le nouveau contenu à enseigner, suivie de l'explication puis la synthèse ou l'évaluation. La médiation didactique de l'enseignant ne suit pas une démarche linéaire, c'est un processus dynamique qui commence par la planification des séances, passant par l'action en situation d'apprentissage, arrivant à l'évaluation qui pourrait faire appel à une autre planification. Notre travail vise à positionner la médiation didactique de l'enseignant dans cette dynamique de va et vient entre la planification et l'évaluation.

Cette présentation globale des séquences et des séances observées vise la mise en avant de ce en quoi la méthode d'analyse nous permet de comprendre la médiation didactique de l'enseignant en partant des objectifs qu'il s'est déterminé comme objectifs principaux. Basés sur notre cadre conceptuel et sur la méthodologie déjà explicitée, nous allons observer la médiation didactique de l'enseignant tant au moment de la planification qu'au moment de l'application en classe. Cette partie comporte trois chapitres. Dans le premier chapitre nous étudions la médiation didactique de l'enseignant lors de la phase de planification. Dans le deuxième chapitre, nous étudions la médiation didactique de l'enseignant au cours de son intervention en classe. Le troisième chapitre sera consacré à l'analyse de l'efficacité de la médiation didactique adoptée par l'enseignant.

Chapitre 1 : La médiation didactique de l'enseignant lors de la phase de planification (avant l'intervention en classe)

Introduction

Afin de décrire la manière dont chaque enseignant interprète le contenu à enseigner ainsi que les objectifs prescrits par le curriculum libanais (Annexe 2), en vue de proposer une médiation didactique pertinente agissant sur le processus d'objectivation élève-contenu (Lenoir, 1996), nous analysons dans un premier temps les préparations des enseignants. Nous cherchons également à comprendre comment ils planifient leur action afin de favoriser, chez les élèves, le passage du savoir quotidien au contenu scientifique. Pour compléter l'analyse de cette phase, nous nous intéressons aux réponses des enseignants à des questions que nous leur avons posées lors des entretiens semi-directifs post-séances concernant cette phase de planification. En effet, après les observations en classe, nous avons effectué des entretiens semi-directifs post-séances avec les enseignants observés pour comprendre comment ils verbalisent la phase de planification mais aussi leur intervention en classe. Dans ce chapitre, nous focalisons les réponses en relation avec la phase de planification. À côté de cette analyse descriptive de la phase de planification, nous veillons à analyser si cette médiation didactique prévoit des situations de modélisation et si les enseignants planifient l'intégration des élèves dans le processus de modélisation.

1.1. Une médiation didactique comme planifiée dans les préparations des enseignants

Partant de l'idée que la préparation de l'enseignant traduit, d'une façon opérationnelle, ce qu'il estime avoir à enseigner (Wojcieszak, 2017) et reflète son interprétation du contenu visé, nous nous intéressons à l'analyse des préparations des trois enseignants. Pour caractériser la médiation didactique de l'enseignant pendant la phase de planification, nous avons construit une grille (annexe 11) qui permet de décrire la préparation, d'observer si l'enseignant y prévoit des performances didactiques et des fonds de connaissances des élèves et s'il prédétermine des moyens d'aide didactique (des supports matériels, symboliques, etc.). D'ailleurs, l'analyse de la fiche de préparation reflète la façon selon laquelle la dimension langagière est prise en compte et comment l'enseignant s'occupe, au cours de la phase de la planification de son action, de la particularité imposée par le contexte bilingue et par l'utilisation d'une langue d'enseignement qui diffère de la

langue maternelle. D'autre part, nous focalisons si l'enseignant prévoit la création, chez les élèves, d'une pensée scientifique basée sur le processus de modélisation.

Pour présenter l'analyse, nous décrirons succinctement, en premier lieu, les préparations des trois enseignants. Puis nous nous basons sur les indicateurs d'analyse déjà explicités dans la deuxième partie de la thèse (de la page 87 jusqu'à la page 92) et sur la grille (Annexe 11) pour analyser, dans ces préparations, les concepts principaux de notre cadre conceptuel. Nous analysons ensuite les trois préparations sous le prisme de la modélisation en observant la manière dont l'enseignant anticipe l'aide qu'il apportera aux élèves pour faire les liens entre référent empirique et modèle scientifique. Nous présentons enfin une synthèse de ce que cela peut apporter à la médiation didactique en montrant la diversité des pratiques chez les trois enseignants (Figure 14).

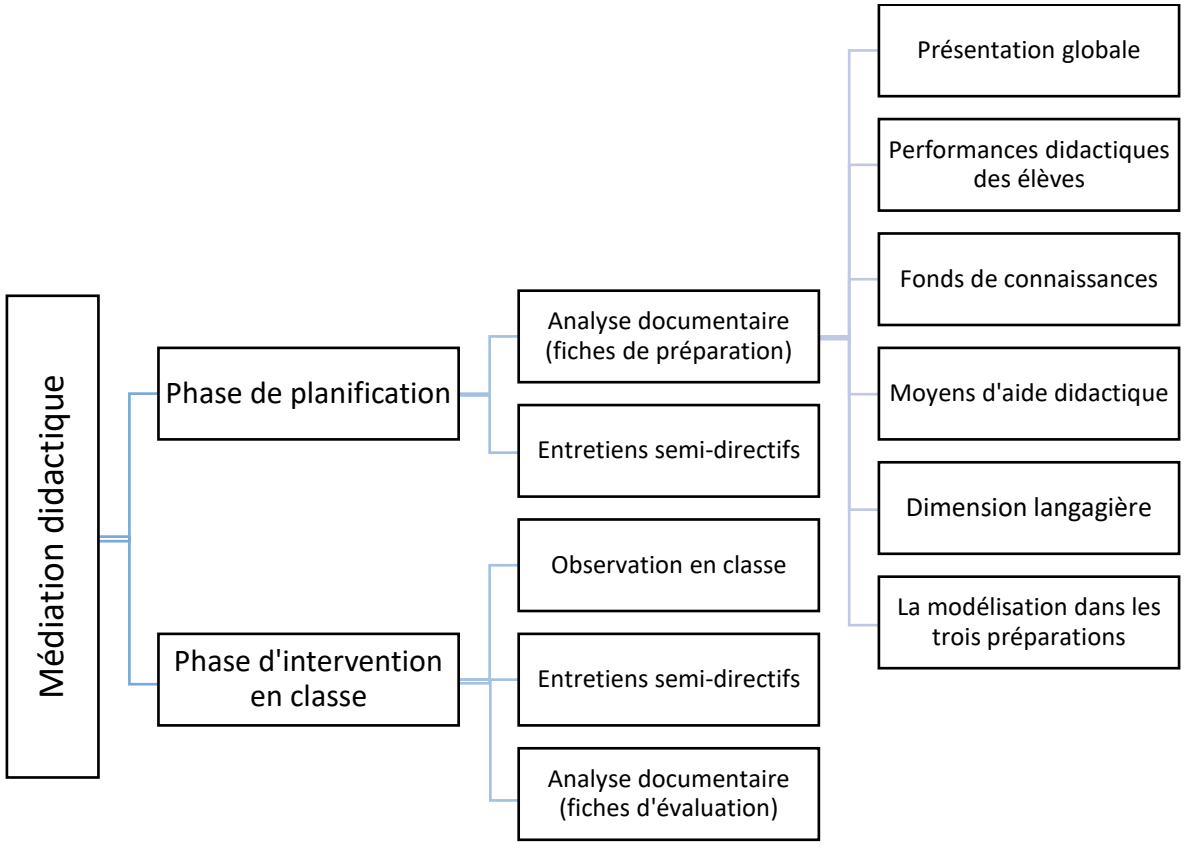


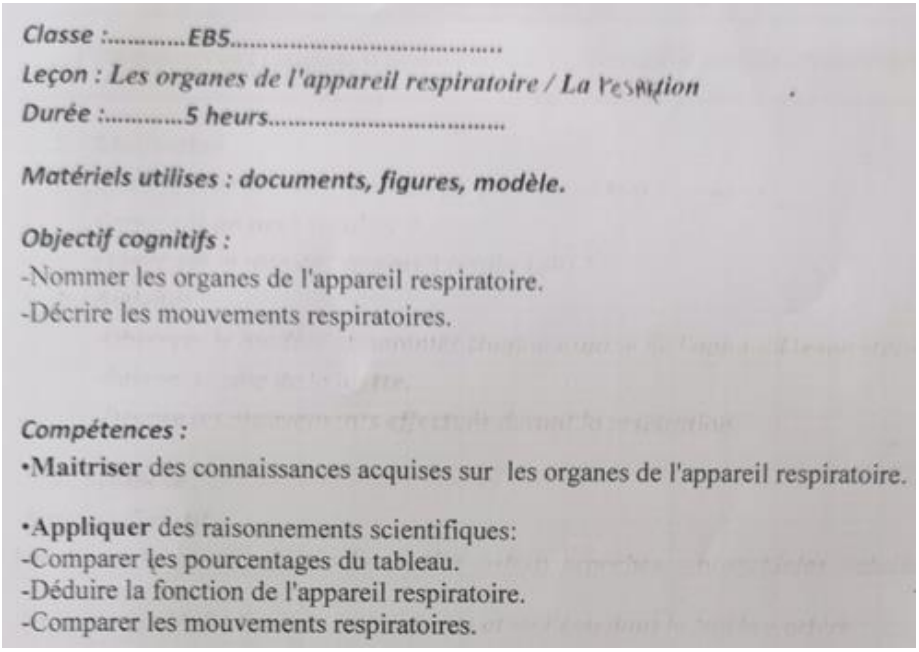
Figure 14: les points principaux abordés dans l'analyse des préparations des enseignants

1.1.1. Présentation générale des préparations des trois enseignants observés

La première observation des écrits de préparation montre une diversité chez les trois enseignants.

1.1.1.1. Préparation de l'enseignant de l'école publique

L'enseignant de l'école publique adopte une préparation écrite par séquence (prévue en cinq séances). Il photocopie la préparation prévue dans le guide des enseignants organisé par le CRDP[42] et la colle sur son cahier de préparation. Cette préparation est très générale, les objectifs et les compétences visés y sont globaux, concernent la séquence entière et n'explicitent pas, conformément aux prescriptions officielles[43] : la distribution des objectifs sur les séances, l'organisation temporelle de chaque séance, la relation entre les objectifs, les activités proposées et leurs moyens d'exécution, le temps consacré à la réalisation de chaque tâche, les matériels utilisés dans chaque activité, etc. (Figure 15).



Classe :.....EB5.....
Leçon : Les organes de l'appareil respiratoire / La respiration
Durée :.....5 heurs.....

Matériels utilises : documents, figures, modèle.

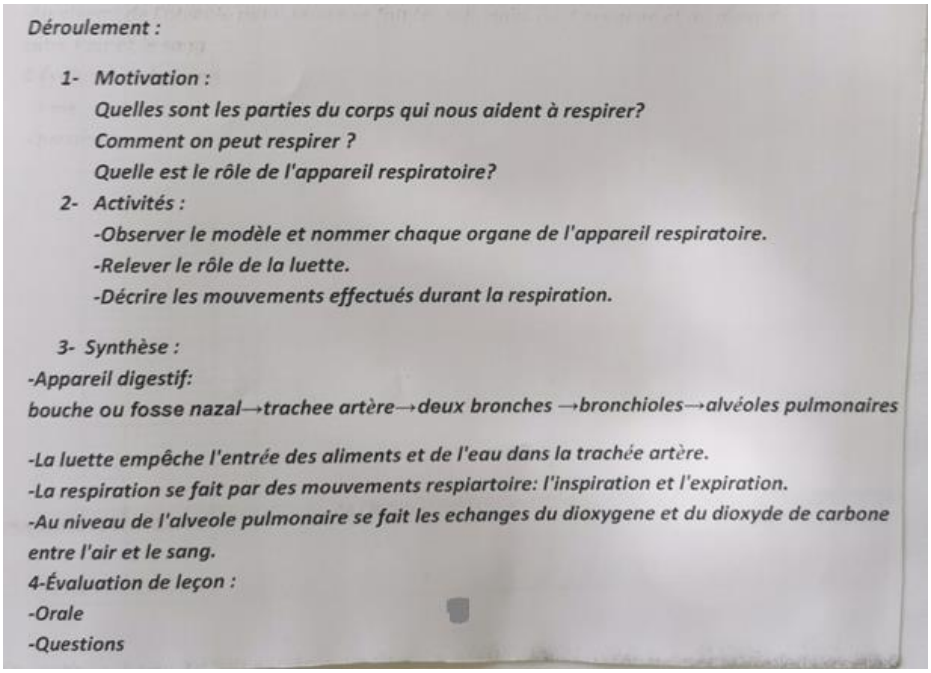
Objectif cognitifs :
-Nommer les organes de l'appareil respiratoire.
-Décrire les mouvements respiratoires.

Compétences :
•Maitriser des connaissances acquises sur les organes de l'appareil respiratoire.

•Appliquer des raisonnements scientifiques:
-Comparer les pourcentages du tableau.
-Déduire la fonction de l'appareil respiratoire.
-Comparer les mouvements respiratoires.

[42] CRDP= Centre de Recherche et de Développement Pédagogique du Liban

[43] Au Liban, les inspecteurs pédagogiques veillent à ce que le directeur de l'école publique assure le suivi des cahiers des préparations écrites des enseignants et qu'il les signe une fois par mois au minimum en discutant ses remarques avec l'enseignant concerné conformément à l'article numéro 19 de la décision du ministre de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur numéro 1130 datée le 10/9/2001. La préparation écrite doit contenir explicitement au moins les objectifs, le matériel utilisé, le déroulement et l'évaluation. Elle doit davantage montrer clairement l'organisation temporelle de la séance. Sur le cahier de préparation, doit figurer le plan annuel de la distribution des chapitres sur les mois et sur les semaines de l'année scolaire.



Déroulement :

1- Motivation :
Quelles sont les parties du corps qui nous aident à respirer?
Comment on peut respirer ?
Quelle est le rôle de l'appareil respiratoire?

2- Activités :
-Observer le modèle et nommer chaque organe de l'appareil respiratoire.
-Relever le rôle de la luette.
-Décrire les mouvements effectués durant la respiration.

3- Synthèse :

-Appareil digestif:
bouche ou fosse nazal→trachee artère→deux bronches →bronchioles→alvéoles pulmonaires

-La luette empêche l'entrée des aliments et de l'eau dans la trachée artère.
-La respiration se fait par des mouvements respiartoire: l'inspiration et l'expiration.
-Au niveau de l'alveole pulmonaire se fait les echanges du dioxygene et du dioxyde de carbone entre l'air et le sang.

4-Évaluation de leçon :
-Orale
-Questions

Figure 15: préparation écrite de l'enseignant de l'école publique (PEPu)

Le déroulement concerne la séquence entière, prévue en cinq séances, et est organisé en quatre moments : la motivation, les activités, la synthèse et l'évaluation, sans détailler la description des savoirs, des activités et des tâches proposées dans l'explication ni dans l'évaluation (Figure 15).

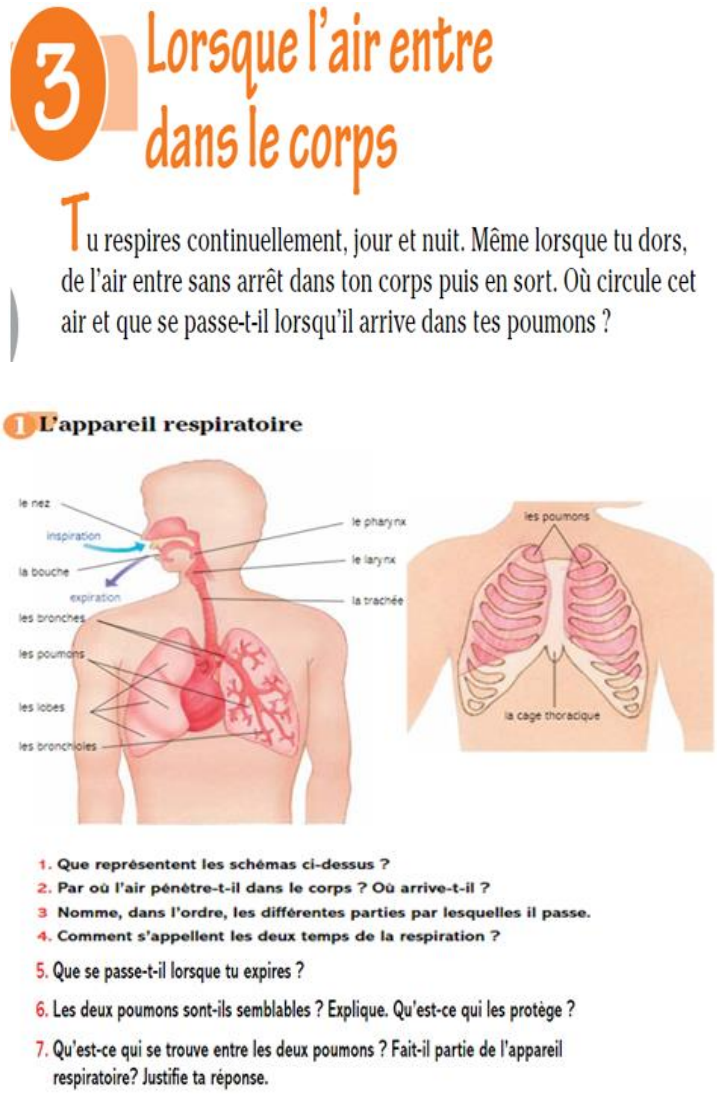
1.1.1.2. Préparation de l'enseignante de l'école privée

L'enseignante de l'école privée adopte une préparation numérique en « PowerPoint » et considère le manuel scolaire des élèves comme support principal de sa préparation (Annexes 15 et 18) : elle prend des photos de chaque page du livre des élèves[44] et les organise en tant que diapositifs pour les présenter sur le tableau interactif en classe. Elle ajoute dans sa présentation « PowerPoint » les réponses aux questions posées sur les documents du manuel scolaire. Cette préparation n'est pas conforme à la prescription officielle, qui prévoit des fiches de préparation écrite[45]. L'enseignante de l'école privée prépare chaque séance à part sans y montrer une organisation temporelle précisant le temps consacré à chaque partie et sans formuler explicitement les objectifs d'apprentissage de chaque séance. Nous pouvons déduire ces objectifs à partir des questions posées autour de chaque

[44] Manuel utilisé : objectif sciences plus ; ISBN : 978-614-438-526-5, Hachette Antoine s.a.l. 2016 ; Nada Hedari, Suzanne Harmouche Assaad, Georges Ghalbouni, Michel Azzi et Claire Baraghid. (voir Annexe 18b).

[45] Il est à noter que les enseignants des écoles privées ne sont pas obligés d'appliquer la décision numéro 1130 datée le 10/9/2001 qui est obligatoire pour les écoles publiques seulement.

document. La Figure 16 montre un exemple de la préparation d'une séance de l'enseignante de l'école privée. Les préparations des autres séances figurent dans les annexes 15 et 16.



3 Lorsque l'air entre dans le corps

Tu respires continuellement, jour et nuit. Même lorsque tu dors, de l'air entre sans arrêt dans ton corps puis en sort. Où circule cet air et que se passe-t-il lorsqu'il arrive dans tes poumons ?

1 L'appareil respiratoire

1. Que représentent les schémas ci-dessus ?
2. Par où l'air pénètre-t-il dans le corps ? Où arrive-t-il ?
3. Nomme, dans l'ordre, les différentes parties par lesquelles il passe.
4. Comment s'appellent les deux temps de la respiration ?
5. Que se passe-t-il lorsque tu expires ?
6. Les deux poumons sont-ils semblables ? Explique. Qu'est-ce qui les protège ?
7. Qu'est-ce qui se trouve entre les deux poumons ? Fait-il partie de l'appareil respiratoire? Justifie ta réponse.

1- les schémas représente l'appareil respiratoire .

2- l'air pénètre par le nez ou la bouche et arrive aux poumons .

3- l'air passe par le nez , pharynx ,larynx , trachée artère , bronches , poumons , bronchioles , alvéoles .

4- les deux temps de la respiration sont : l'inspiration et l'expiration .

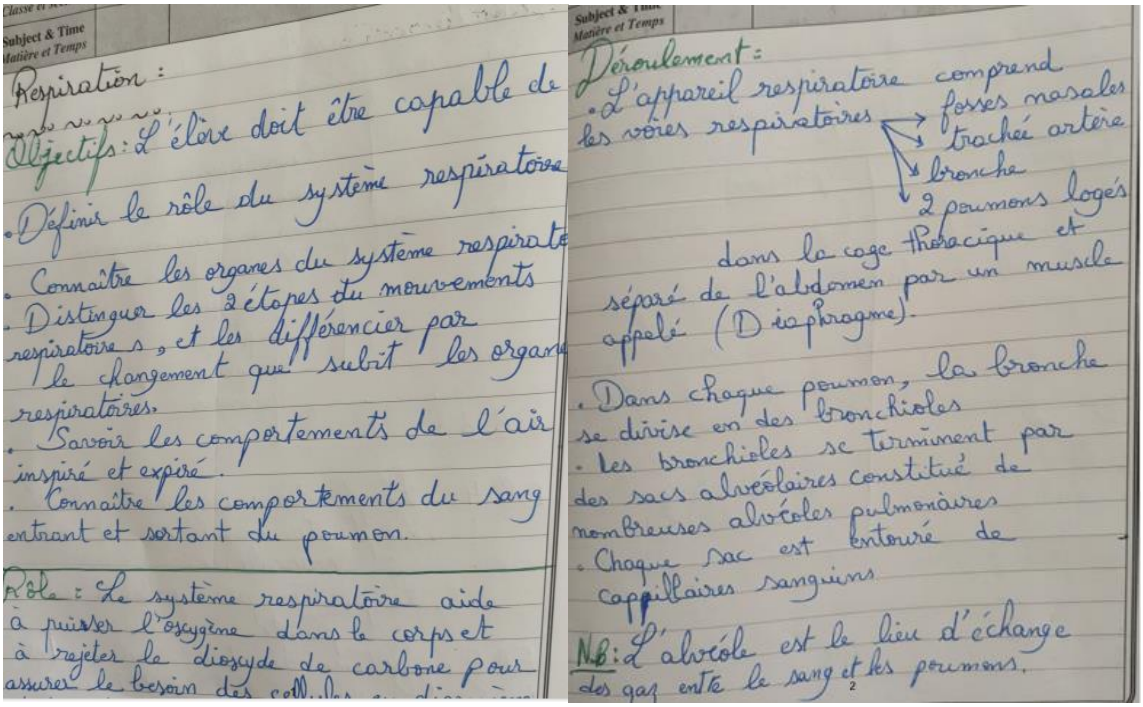
5- lorsque j'expire l'air sort des poumons c'est à dire je rejette le dioxyde de carbone en dehors du corps.

6- les poumons ne sont pas semblables : le poumon droit est trilobé (trois lobes) le poumon gauche est bilobé car le cœur se trouve du côté gauche. Ils sont protégés par les côtes de la cage thoracique
7-le cœur se trouve entre les poumons. Non il ne fait pas partie de l'appareil, il appartient à l'appareil circulatoire.

Figure 16: exemple de la préparation de l'enseignante de l'école privée (PEPr)

1.1.1.3. Préparation de l'enseignante de l'école privée subventionnée

L'enseignante de l'école privée subventionnée adopte la méthode de préparation en séquences sans partager la séquence en des séances distinctes. Elle mentionne les objectifs généraux de la séquence entière, ne montre pas la distribution des objectifs sur les séances, ni l'organisation temporelle de chaque séance. Elle fait le choix d'écrire sa préparation sous la forme de cours à retenir. Elle détaille le contenu à enseigner sans montrer la façon de concevoir ce contenu ni préciser la méthode pour l'enseigner, et sans expliciter les activités ou les tâches qu'elle va proposer lors de son intervention en classe (Figure 17).



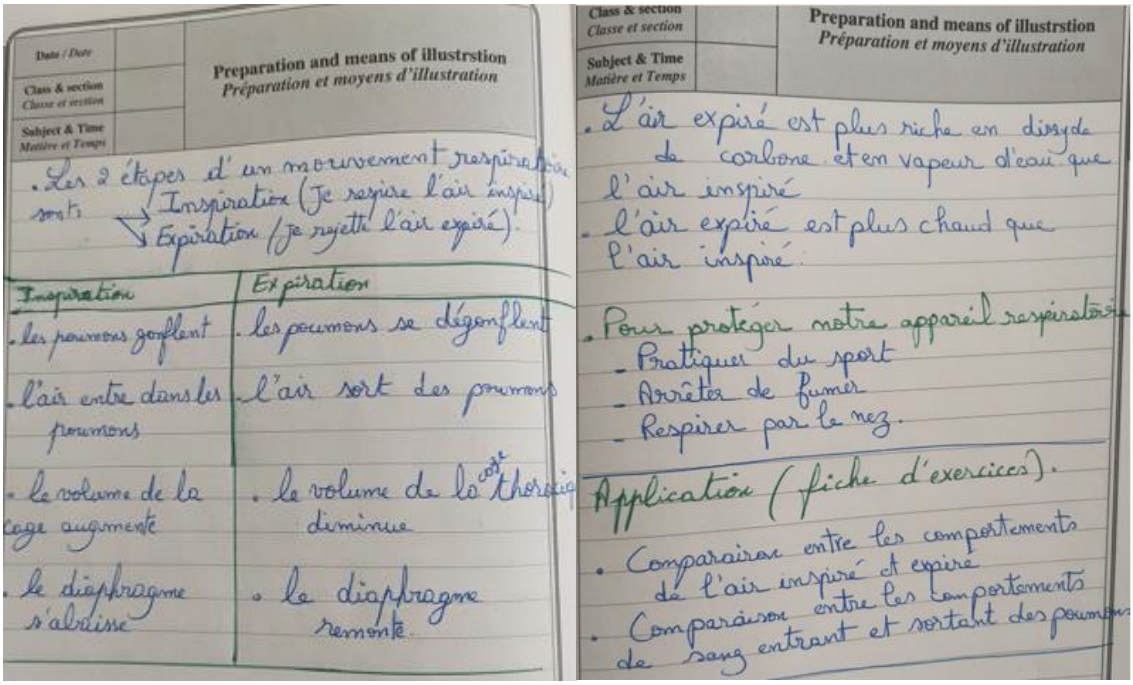


Figure 17: préparation de l'enseignante de l'école privée subventionnée (PEPsub)

Synthèse

Pour conclure sur cette brève description générale des préparations des trois enseignants, nous pouvons dire que chacun d'eux adopte sa propre façon pour planifier l'enseignement du contenu « l'appareil respiratoire de l'Homme ». Deux enseignants préparent la séquence globalement sans distribuer explicitement les objectifs sur les séances. Quant à la troisième, l'enseignante de l'école privée, elle prépare chaque séance à part, néanmoins, sa préparation se limite à photocopier le manuel scolaire des élèves en y ajoutant les réponses aux questions posées (exemple :Figure 16 page 114). Le contenu à enseigner occupe la place la plus importante dans les préparations des trois enseignants, plutôt que la façon de concevoir ce contenu ou la manière selon laquelle l'enseignant planifie son action pour véhiculer ce contenu chez les élèves. Les trois enseignants focalisent donc le savoir plutôt que le savoir-enseigner de ce savoir.

Dans ce qui suit, nous allons faire fonctionner notre cadre conceptuel pour analyser la médiation didactique de l'enseignant pendant la préparation. Nous nous intéressons aux performances didactiques prévues des élèves, à leurs fonds de connaissances et la façon selon laquelle l'enseignant en planifie l'exploitation, aux moyens d'aide didactique qui seraient mobilisés et nous positionnons la langue d'enseignement dans les préparations des trois enseignants vue que l'étude s'effectue dans un contexte bilingue. A côté de cette analyse descriptive, nous allons analyser les

préparations des enseignants sous le prisme de la modélisation. Pour cela, nous allons chercher, dans chaque préparation, si l'enseignant prévoit des situations de modélisation et la façon selon laquelle il agit pour guider l'activité des élèves entre référent empirique et modèle scientifique (Zaid, 2012).

1.1.2. Les performances didactiques des élèves prévues dans les préparations des trois enseignants

En considérant que les performances didactiques des élèves constituent le moteur essentiel mobilisant la médiation didactique de l'enseignant (Zaid, 2012), nous analysons les trois préparations sous le prisme des performances didactiques prévues que l'enseignant cherche à observer chez les élèves pour s'y baser, mais aussi des performances didactiques visées à construire chez les élèves. Nous présentons le cas de chaque enseignant puis nous faisons une synthèse collectant les trois cas observés.

1.1.2.1. Les performances didactiques des élèves dans la préparation de l'enseignant de l'école publique

L'enseignant de l'école publique prévoit, dans sa préparation écrite, des performances didactiques principalement de nature cognitive (Figure 15, page 112). Nous distinguons entre des performances didactiques prévues chez les élèves que l'enseignant cherche à mobiliser pour s'y appuyer et des performances didactiques visées à construire à la fin de la séance ou de la séquence.

Les performances didactiques prévues chez les élèves sont principalement de nature cognitive et figurent dans la partie motivation, généralement au début de la séance, où l'enseignant planifie et pose des questions pour que les élèves se rappellent des informations en relation avec l'appareil respiratoire (Quelles sont les parties du corps qui nous aident à respirer ? Comment on peut respirer ? Quel est le rôle de l'appareil respiratoire ?). En ce qui concerne les performances visées à construire chez les élèves, nous trouvons des objectifs comme nommer les organes de l'appareil respiratoire et décrire les mouvements respiratoires. Ces objectifs renvoient à des performances didactiques cognitives. Même lorsque les verbes d'action laissent penser à des performances didactiques techniques (maîtriser des connaissances acquises sur les organes de l'appareil respiratoire, appliquer des raisonnements scientifiques : comparer les pourcentages du tableau, déduire la fonction de l'appareil respiratoire, comparer les mouvements respiratoires), ils sont généralement liés à des performances cognitives. En effet, maîtriser des connaissances acquises sur l'appareil respiratoire et appliquer des raisonnements scientifiques mobilisent, chez les élèves, des performances de nature cognitive malgré que les verbes d'action utilisés (maîtriser et appliquer) renvoient normalement à des performances techniques. D'autre part, le fait de comparer les pourcentages du tableau et de comparer les mouvements respiratoires pourrait renvoyer à des performances techniques, or l'absence du contenu du tableau et des documents utilisés pour faire

la comparaison des mouvements respiratoires en question ne nous permet pas d'affirmer la dimension technique des performances visées. En effet, à la suite de Zaid (2012), nous avons considéré comme indicateur d'une performance didactique technique le fait de manipuler un matériel, un support, une maquette, réaliser une expérience, etc. (Tableau 16, page 89) donc l'objectif de comparer les mouvements respiratoires sans détailler les documents utilisés ni la tâche proposée ne permet pas d'affirmer s'il s'agit d'une performance technique ou cognitive. Pour clarifier notre positionnement : s'il s'agit d'utiliser un matériel ou d'effectuer une expérience pour comparer les mouvements respiratoires, on parle d'une performance technique mais s'il s'agit d'utiliser deux schémas par exemple pour montrer ce qui se passe dans chaque mouvement pour faire la comparaison, on parle d'une performance plutôt cognitive. C'est pourquoi nous disons qu'il y a des objectifs qui font appel à des performances didactiques qui oscillent entre cognitive et technique.

1.1.2.2. Les performances didactiques des élèves dans la préparation de l'enseignante de l'école privée

Les préparations de l'enseignante de l'école privée ne montrent pas de performances prévues chez les élèves mais surtout des performances visées à construire. Deux types de performances sont visées à être construites chez les élèves : des performances didactiques cognitives et des performances didactiques techniques.

Par exemple, dans la préparation de la première séance, il s'agit de présenter un schéma de l'appareil respiratoire de l'Homme et de poser des questions comme (Figure 16, page 114) « par où l'air pénètre-t-il dans le corps ? Nommer, dans l'ordre, les différentes parties par lesquelles l'air passe. Comment s'appellent les deux temps de la respiration ? Que se passe-t-il lorsque tu respires ? Les deux poumons sont-ils semblables ? Qu'est-ce qui les protège ? Qu'est-ce qui se trouve entre les deux poumons ? Fait-il partie de l'appareil respiratoire ? Justifie. ». Toutes ces questions font appel à un travail intellectuel des élèves et donc à des performances didactiques cognitives. Un autre exemple, dans la préparation de la troisième séance, la tâche consiste à se référer à un texte pour répondre aux questions concernant les échanges gazeux respiratoires (Figure 18), ces questions font aussi appel à un travail intellectuel des élèves et prévoient donc de performances didactiques cognitives.

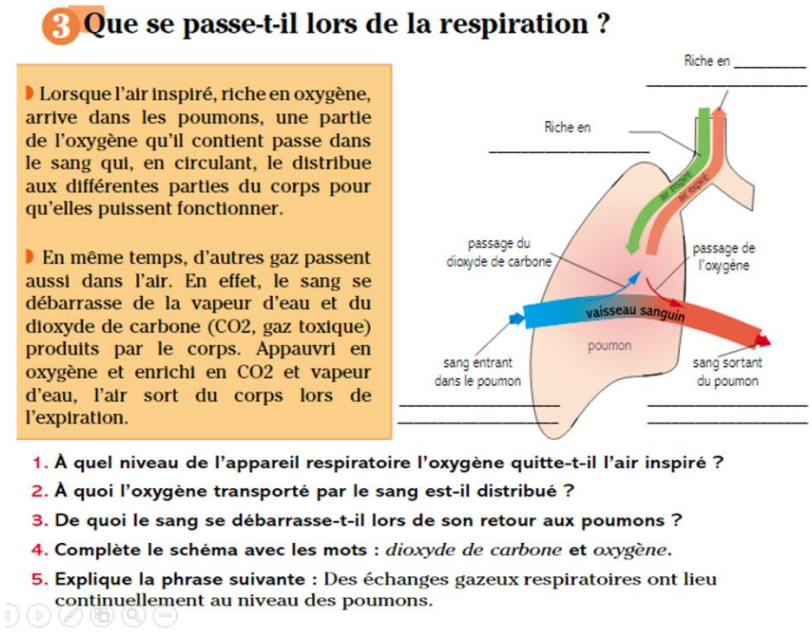


Figure 18: exemple de la préparation de l'enseignante de l'école privée qui prévoit des performances didactiques cognitives

Pour les performances didactiques techniques, dans la préparation de la deuxième séance, l'élève est censé manipuler un matériel (le mètre-ruban) pour mesurer la longueur du tour de sa poitrine et comprendre les changements qui ont lieu lors de l'inspiration et de l'expiration. Dans la quatrième séance, l'élève est censé réaliser deux expériences (des gestes techniques) : souffler sur un miroir pour observer de la buée qui se forme pour montrer la présence de la vapeur d'eau dans l'air expiré, et souffler dans l'eau de chaux pour identifier la présence du dioxyde de carbone dans l'air expiré (Figure 19).



Figure 19: exemple de la préparation de l'enseignante de l'école privée qui prévoit des performances didactiques techniques

La préparation des exercices prévoit des performances didactiques principalement cognitives (complète la phrase avec le mot qui convient ; écris dans l'ordre les noms des différentes parties de l'appareil respiratoire traversé par l'air lors de l'inspiration et de l'expiration, compare la quantité des gaz dans l'air inspiré et expiré en se référant aux histogrammes montrant la composition en gaz de l'air inspiré et expiré, lis le texte et réponds aux questions, vrai ou faux et corriger, compéter le tableau par le nom du gaz convenable, etc.). Il est à noter que le PowerPoint de la préparation des exercices (Annexe 16) contient aussi deux autres exercices qui ne sont pas effectués en classe au cours des séances observées. Parmi lesquels un exercice consiste à ce que l'élève mesure son rythme respiratoire en comptant le nombre de mouvements respiratoires en une minute au repos, puis après avoir sauté vingt fois pour déduire lequel est plus rapide, il s'agit d'une performance didactique technique mais qui n'est pas réalisée effectivement lors de nos observations en classe (Figure 20).

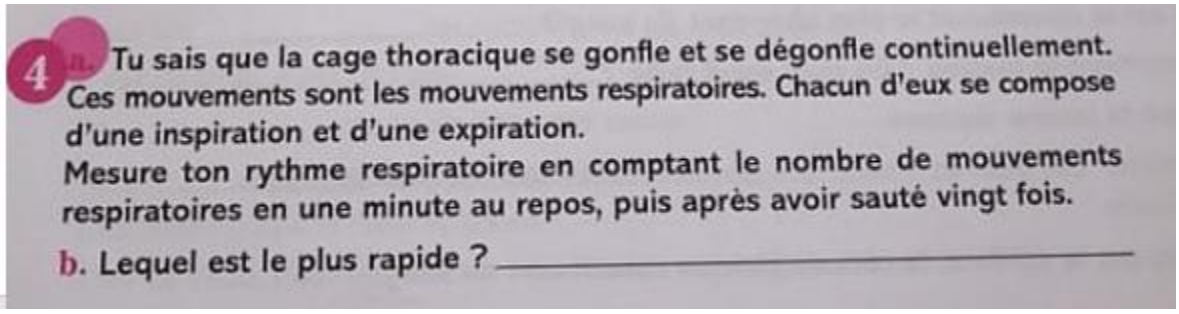

4 a. Tu sais que la cage thoracique se gonfle et se dégonfle continuellement. Ces mouvements sont les mouvements respiratoires. Chacun d'eux se compose d'une inspiration et d'une expiration.
Mesure ton rythme respiratoire en comptant le nombre de mouvements respiratoires en une minute au repos, puis après avoir sauté vingt fois.
b. Lequel est le plus rapide ? _____

Figure 20: performance didactique technique dans la préparation de l'enseignante de l'école privée

1.1.2.3. Les performances didactiques des élèves dans la préparation de l'enseignante de l'école privée subventionnée

La préparation écrite de l'enseignante de l'école privée subventionnée est sous la forme du cours à retenir sans préciser la façon selon laquelle le contenu va être enseigné. Les performances prévues chez les élèves ne figurent pas dans les fiches de préparation. Les performances visées sont majoritairement cognitives et limitées à la mémorisation des informations concernant l'appareil respiratoire (son rôle, sa constitution, les étapes d'un mouvement respiratoire, comparaison entre l'inspiration et l'expiration, etc.) (Figure 17, page 115).

Les objectifs de la séquence explicités dans la préparation (définir le rôle du système respiratoire ; connaitre les organes du système respiratoire ; distinguer les deux étapes du mouvement respiratoire et les différencier par le changement que subissent les organes respiratoires ; savoir les comportements de l'air inspiré et expiré ; connaitre les comportements du sang entrant et

sortant des poumons) font appel à des performances de nature cognitive, aucun objectif ne prévoit explicitement une performance didactique technique. Toutefois, il y a des objectifs qui nous laissent penser à la possibilité d'avoir recours à des performances techniques pour les réaliser. Par exemple, parmi les objectifs mentionnés nous trouvons « distinguer les deux étapes du mouvement respiratoire, les différencier par les changements que subissent les organes respiratoires et savoir les comportements de l'air inspiré et expiré ». L'absence des tâches proposées aux élèves dans la préparation écrite ne permet pas de confirmer comment les élèves pourraient réaliser ces objectifs. En effet, l'enseignante peut avoir recours à des expériences qui mobilisent des performances didactiques techniques, ou bien elle peut proposer une explication basée sur un texte par exemple et il s'agit alors des performances didactiques cognitives. C'est pourquoi il y a des objectifs qui pourraient faire appel à des performances didactiques techniques et nous ne pouvons l'affirmer que par l'observation de l'action de l'enseignante en classe lors de la phase d'intervention.

Synthèse

Pour conclure, nous avons cherché à analyser, dans les préparations écrites des trois enseignants, deux types de performances didactiques : 1) les performances didactiques prévues, ou les prérequis prévus chez les élèves sur lesquels l'enseignant va se baser pour avancer dans le sens de Zaid (2012) et 2) les performances didactiques que l'enseignant vise à construire chez les élèves. Les performances prévues sont rares et ne figurent pas comme élément important dans les trois préparations. Les performances visées à construire dans les trois préparations analysées se répartissent en deux types : les performances didactiques cognitives et les performances didactiques techniques, présentées implicitement ou explicitement. Les performances visées sont majoritairement cognitives dans la mesure où elles font appel à un travail intellectuel des élèves (mémoriser des énoncés, discuter des notions spécifiques au contenu, manifester un savoir antérieur déjà construit, poser des questions ou répondre à des questions par rapport à la consigne ou au contenu enseigné).

Les performances techniques qui nécessitent que les élèves maîtrisent différentes activités sont présentes explicitement dans la préparation de l'enseignante de l'école privée (mesurer la longueur du tour de la poitrine durant l'inspiration et l'expiration pour comprendre les changements au cours des mouvements respiratoires, souffler sur un miroir pour observer la buée qui se forme montrant la présence de la vapeur d'eau dans l'air expiré ; souffler dans de l'eau de chaux pour identifier la présence de dioxyde de carbone dans l'air expiré, etc.). Il est à noter que des performances

techniques sont implicites dans les préparations écrites des enseignants de l'école publique et de l'école privée subventionnée. Par exemple, les objectifs de comparer les mouvements respiratoires (préparation écrite de l'enseignant de l'école publique) ou de distinguer les deux étapes du mouvement respiratoire et les différencier par les changements que subissent les organes respiratoires (préparation de l'enseignante de l'école privée subventionnée), font appel à des performances cognitives mais aussi à des performances techniques, selon l'activité mise en jeu et les tâches proposées aux élèves.

Les trois préparations écrites ne montrent pas de performances didactiques sociales ni de performances didactiques de silence, ce qui est prévu car ces types de performances sont normalement observables en situation lors de l'interaction en classe et ne peuvent pas être prévues par avance au cours de la préparation.

1.1.3. L'exploitation des fonds de connaissances des élèves dans les préparations des enseignants

Pour faciliter l'apprentissage, la médiation didactique de l'enseignant peut être basée sur l'exploitation des connaissances déjà-là des élèves que nous avons appelées fonds de connaissances. Ces fonds de connaissances, qui agissent comme point d'appui sur lequel se base l'enseignement, diffèrent selon leurs sources et leurs fonctions. Nous cherchons dans cette partie la place qu'occupent les fonds de connaissances des élèves dans la phase de planification en analysant les préparations des trois enseignants.

1.1.3.1. L'exploitation des fonds de connaissances des élèves dans la préparation de l'enseignant de l'école publique

La préparation écrite de l'enseignant de l'école publique (Figure 15, page 112) ne montre pas explicitement l'exploitation des fonds de connaissances des élèves, à part des exemples qui peuvent renvoyer à des fonds de connaissances implicitement prévues que nous mentionnons dans ce qui suit. Parmi les compétences figure « maîtriser des **connaissances acquises** sur les organes de l'appareil respiratoire », que nous pouvons considérer comme une exploitation des fonds de connaissances puisés du milieu scolaire (Figure 21). En effet, le fait de maîtriser des connaissances acquises sur les organes de l'appareil respiratoire peut être conçu comme une exploitation des fonds de connaissances déjà appris dans les années scolaires précédentes ou pendant la même année scolaire ou bien des connaissances visées à construire au cours de l'explication. Le terme « acquises » renforce l'idée des connaissances « déjà acquises » et renvoie peut-être à des fonds de connaissances puisés du milieu scolaire.

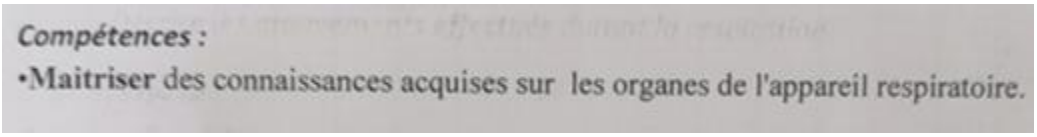

Compétences :
•Maitriser des connaissances acquises sur les organes de l'appareil respiratoire.

Figure 21: des compétences qui renvoient à des fonds de connaissances référés au milieu scolaire

Dans la partie déroulement, l'enseignant pose des questions pour mobiliser les fonds de connaissances des élèves « Quelles sont les parties du corps qui nous aident à respirer ? Comment peut-on respirer ? Quel est le rôle de l'appareil respiratoire ? ». Ces questions, visant à motiver la réflexion des élèves envers le contenu à enseigner, renvoient à des fonds de connaissances des élèves puisés du milieu scolaire (des informations déjà apprises à l'école) concernant la respiration,

mais aussi du milieu extrascolaire (la plupart des élèves ont des expériences de la vie quotidienne en relation avec la respiration : gonfler un ballon, souffler sur les mains pour les réchauffer, souffler sur une bougie, faire des bulles de savon, jouer avec une flute, respirer plus vite après avoir couru, etc.). Toutefois, ces questions ne sont pas reliées aux tâches et aux activités et ne montrent pas l'enchainement du contenu ni la méthode adoptée par l'enseignant pour se baser sur les réponses à ces questions pour avancer dans la construction du contenu à enseigner.

1.1.3.2. L'exploitation des fonds de connaissances des élèves dans la préparation de l'enseignante de l'école privée

L'exploitation des fonds de connaissances des élèves figure dans la préparation de l'enseignante de l'école privée. Par exemple, dans l'introduction est écrit « tu respires continuellement, jour et nuit. Même lorsque tu dors, de l'air entre sans arrêt dans ton corps puis en sort. Où circule cet air et que se passe-t-il lorsqu'il arrive dans tes poumons ? » (Figure 22). Cette phrase introduit la leçon en mobilisant les fonds de connaissances des élèves puisés de leur vie quotidienne (référence à la vie extrascolaire) et à fonction motivante parce qu'elle fait rappeler aux élèves des fonds de connaissances qui les motivent envers le contenu à enseigner.



Figure 22: des fonds de connaissances puisés du milieu extrascolaire à fonction motivante

Pendant la même séance, une question est posée dans l'activité 1 (7- Qu'est-ce qui se trouve entre les deux poumons ? Fait-il partie de l'appareil respiratoire ? Justifie ta réponse) (Figure 23). Le schéma montre que le cœur existe entre les deux poumons sans le nommer, donc le fait de poser cette question peut être conçu comme étant une mobilisation des fonds de connaissances des élèves puisés de leur vie extrascolaire (les enfants de cet âge connaissent que le cœur se trouve entre les deux poumons) mais aussi de la vie scolaire (les élèves ont déjà appris, pendant l'année scolaire précédente, que le cœur est situé dans la cage thoracique, à côté du poumon gauche). L'exploitation

des fonds de connaissances a ici pour fonction d'avancer la séquence en se référant aux connaissances des élèves pour avancer dans l'explication.

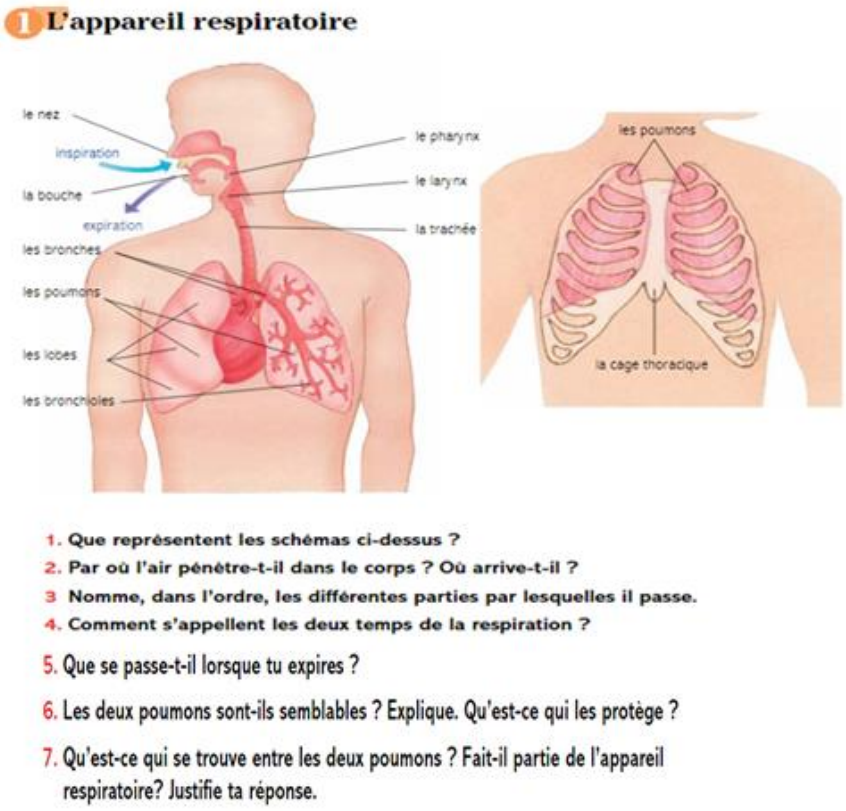


Figure 23: une question qui mobilise les fonds de connaissances puisés de la vie scolaire et extrascolaire des élèves

D'autres activités proposées dans la préparation de l'enseignante de l'école privée visent à mobiliser implicitement les fonds de connaissances des élèves. Par exemple, le fait de souffler sur un miroir pour observer la buée qui se forme et déduire la présence de la vapeur d'eau dans l'air expiré peut être conçu comme référence à la vie quotidienne des élèves, donc des fonds de connaissances référés au milieu extrascolaire à fonction d'avancer la séquence. En effet, l'observation de la buée qui se forme quand on souffle sur un miroir n'est pas forcement liée à la respiration pour tous les élèves, c'est un fonds de connaissances dans son sens quotidien qui va prendre du sens scientifique au cours de l'explication, lorsque l'élève comprend que la buée observée est due à la présence de la vapeur d'eau dans l'air expiré (Figure 19, page 119). L'expérience de souffler dans l'eau de chaux pour identifier la présence de dioxyde de carbone dans l'air expiré renvoie à des fonds de connaissances puisés du milieu scolaire puisque les élèves

ont déjà appris que dioxyde de carbone trouble l'eau de chaux. Toutefois cette information est rappelée aux élèves dans le document illustratif (où est rappelé « une solution d'eau de chaux se trouble en présence du dioxyde de carbone ») (Figure 19, page 119). Donc si l'élève ne réussit pas à se baser sur ses fonds de connaissances et à se rappeler du test d'identification de dioxyde de carbone, il l'aura devant ses yeux, dans le document[46].

1.1.3.3. L'exploitation des fonds de connaissances des élèves dans la préparation de l'enseignante de l'école privée subventionnée

L'enseignante de l'école privée subventionnée adopte une préparation écrite sous la forme de cours à enseigner sans expliciter la méthode qu'elle va utiliser, les moyens proposés, la démarche à suivre, etc. (Figure 17, page 115). Ce qui rend difficile de prévoir comment elle va créer un espace hybride, ou comment elle va aider les élèves à se baser sur leurs fonds de connaissances pour construire le contenu scientifique visé. Toutefois, nous trouvons dans sa préparation une partie basée sur l'exploitation des fonds de connaissances des élèves où elle propose des moyens pour protéger l'appareil respiratoire (pratiquer du sport, arrêter de fumer, respirer par le nez) (Figure 24). Néanmoins, elle ne montre pas en quoi ces exemples sont en relation avec l'appareil respiratoire. Par exemple, elle n'explique pas pourquoi il faut pratiquer du sport, ou arrêter de fumer ou respirer par le nez pour protéger l'appareil respiratoire et en quoi ces pratiques servent-elles à protéger l'appareil respiratoire. Aucune information de la préparation écrite n'explicite l'effet de ces pratiques sur la protection de l'appareil respiratoire. Autrement dit, l'enseignante est focalisée, dans sa préparation, sur le savoir mais pas sur la manière de faire apprendre aux élèves ce savoir. Ces fonds de connaissances ont pour source la vie extrascolaire des élèves et pour fonction d'avancer la séquence en se référant à leurs fonds de connaissances pour progresser dans l'explication (Figure 24).

[46] Il semble pertinent de noter qu'à cet âge, les élèves n'ont pas encore appris les échanges et les problèmes liés aux réactions chimiques, les changements observés dans l'eau de chaux en présence de dioxyde de carbone restent probablement encore de la magie, ou du moins, ils l'ont probablement entendu mais sans le comprendre nécessairement, c'est pour cela que c'est rappelé dans le manuel scolaire.

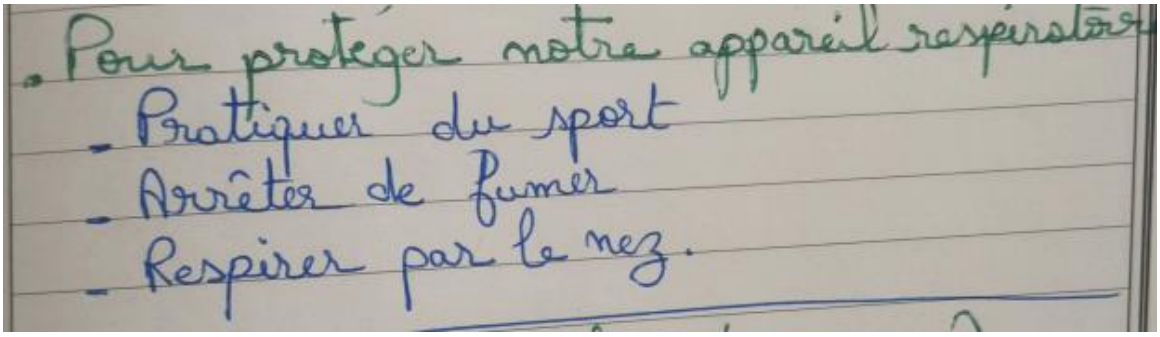


Figure 24 : exploitation des fonds de connaissances dans la préparation de l'enseignante de l'école privée subventionnée

Synthèse

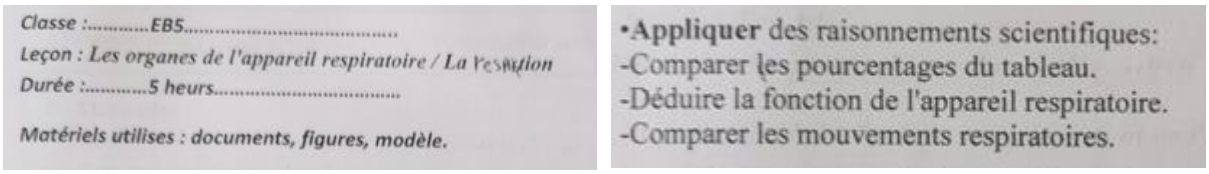
Les fonds de connaissances des élèves constituent un élément important dans leur apprentissage. Les trois enseignants procèdent différemment dans leurs préparations par rapport à l'exploitation des fonds de connaissances. Selon la manière dont chaque enseignant pense l'enseignement et l'apprentissage, les fonds de connaissances peuvent être mentionnés explicitement dans la préparation ou bien ils peuvent être des éléments implicites. Pour nous approfondir dans l'étude des fonds de connaissances et dela place que leur donne l'enseignant dans sa préparation, nous avons mené des entretiens semi-directifs qui seraient analysés dans les chapitres qui suivent.

1.1.4. L'utilisation des moyens d'aide didactique dans les préparations des enseignants

Autre que l'exploitation des fonds de connaissances des élèves, la médiation didactique de l'enseignant peut inclure le recours à l'utilisation des moyens d'aide didactique matériels ou symboliques pour faciliter l'apprentissage. Pour savoir dans quelle mesure les trois enseignants prennent en compte l'utilisation des moyens d'aide didactique lors de la phase de planification, nous allons chercher si ces moyens figurent dans leurs préparations.

1.1.4.1. Des moyens d'aide didactique dans la préparation de l'enseignant de l'école publique

L'enseignant de l'école publique indique, au début de sa préparation, les matériels utilisés (documents, figures, modèle) et dans les compétences il mentionne (comparer les pourcentages du tableau) (Figure 25). Toutefois, cette préparation, en séquence, ne détaille pas dans quelle activité, voire dans quelle séance ces matériels seraient utilisés et n'explicite pas de quels documents, de quelles figures, de quel modèle ou de quel tableau il s'agit. Nous pouvons conclure que l'enseignant de l'école publique prévoit l'utilisation de moyens d'aide didactique mais ne clarifie pas ces aides dans sa brève préparation.


Classe :.....EB5.....
Leçon : Les organes de l'appareil respiratoire / La respiration
Durée :.....5 heurs.....
Matériels utilises : documents, figures, modèle.

•**Appliquer** des raisonnements scientifiques:
-Comparer les pourcentages du tableau.
-Déduire la fonction de l'appareil respiratoire.
-Comparer les mouvements respiratoires.

Figure 25: des moyens d'aide didactique dans la préparation écrite de l'enseignant de l'école publique

1.1.4.2. Des moyens d'aide didactique dans la préparation de l'enseignante de l'école privée

La préparation de l'enseignante de l'école privée prévoit des moyens d'aide didactique matériels, symboliques et multimodaux. La vidéo[47], utilisée au cours de la première séance pour motiver les élèves au sujet de l'appareil respiratoire, est un moyen d'aide didactique multimodal dans la mesure où il englobe des ressources sémiotiques multiples (langage oral, produits visuels et matériels en même temps).

[47] La vidéo concernant l'appareil respiratoire de l'Homme utilisée par l'enseignante de l'école privée est intitulée : « Au cœur des organes : la respiration ». https://youtu.be/tYTbbPSGIHk.

Cette vidéo sert de support didactique pour représenter le rôle de l'appareil respiratoire dans les échanges gazeux respiratoires et son fonctionnement. Elle illustre également le trajet de l'air dans les voies respiratoires et les échanges gazeux au niveau des alvéoles pulmonaires à travers une animation en 3D.

Des moyens d'aide didactique sont dits matériels s'ils peuvent être repérés directement par la vue, ces moyens sont directement observables par les élèves. Parmi les moyens d'aide didactique matériels présents dans la préparation de l'enseignante de l'école privée nous trouvons les schémas, les textes avec des schémas illustratifs, les photos, l'histogramme et le tableau des pourcentages en gaz.

Les schémas

Le premier schéma (Figure 26 (a)) montre l'appareil respiratoire de l'homme avec ses différents organes, le deuxième schéma (Figure 26 (b)) clarifie les changements qui ont lieu au cours de l'inspiration et de l'expiration.

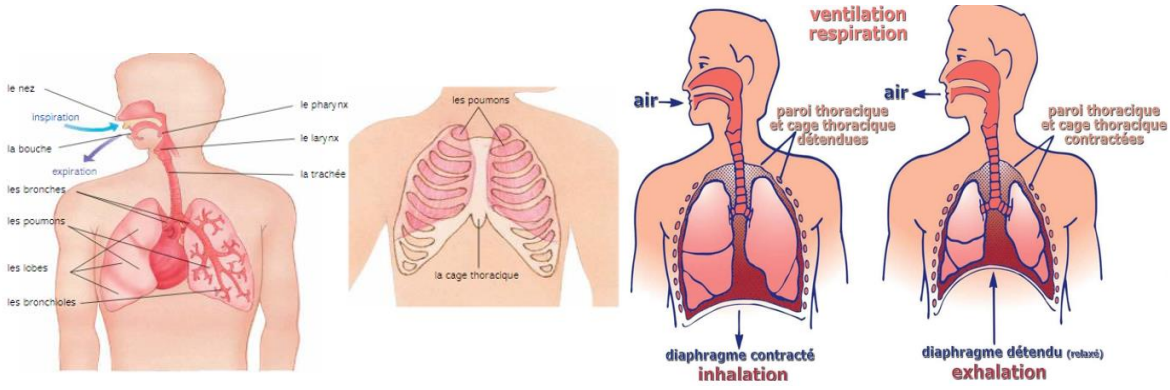


Figure 26 (a) Figure 26 (b)

Figure 26: les schémas comme moyens d'aide didactique matériels dans la préparation de l'enseignante de l'école privée

Les textes avec des schémas illustratifs

Le premier texte (Figure 27) explique les échanges gazeux respiratoires au niveau des poumons, ce texte est accompagné d'un schéma à compléter par les mots convenables.

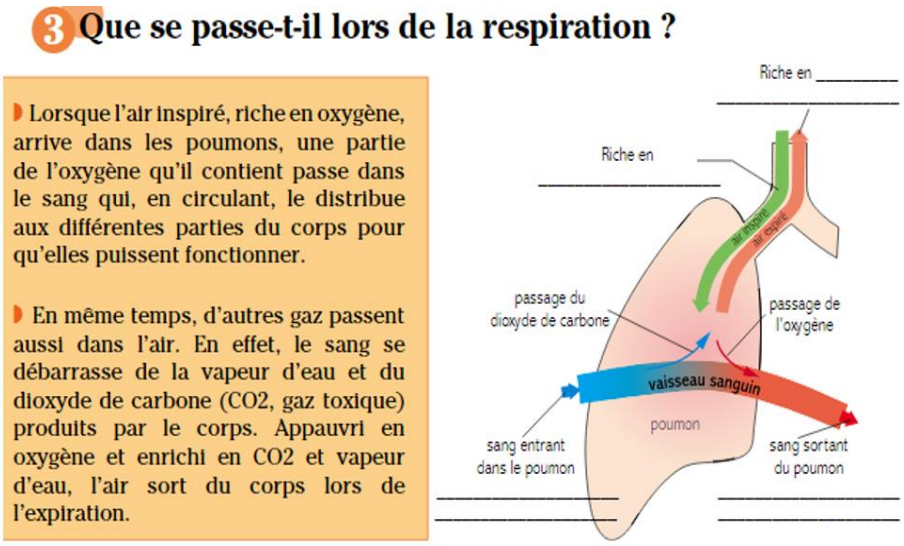


Figure 27: texte expliquant les échanges gazeux respiratoires au niveau des poumons

Le deuxième texte (Figure 28) figure dans un exercice, il donne des informations autour de la production du son au niveau des cordes vocales. Ce texte est accompagné de deux figures illustratives.

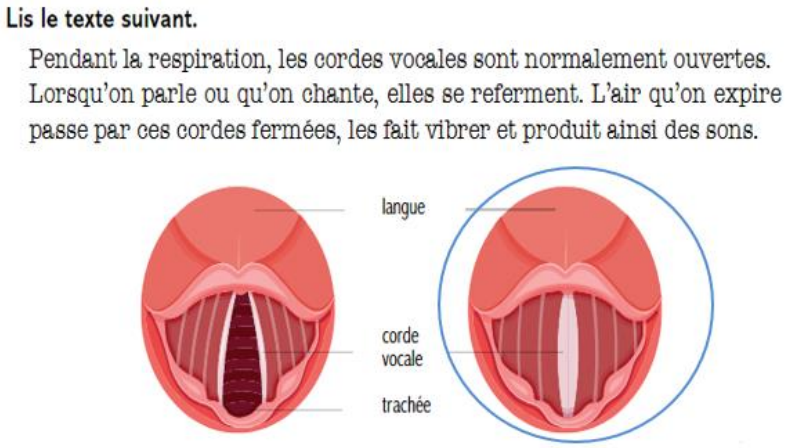


Figure 28: texte expliquant la production du son au niveau des cordes vocales

Les photos

Les photos sont aussi des moyens d'aide didactique matériels. Les deux premières photos illustrent une activité que l'enseignante de l'école privée prévoit effectuer en classe. Dans cette activité, nous pouvons parler des deux moyens d'aide didactique matériels : les photos et le mètre-ruban utilisé pour mesurer la longueur du tour de poitrine de l'enfant (Figure 29).

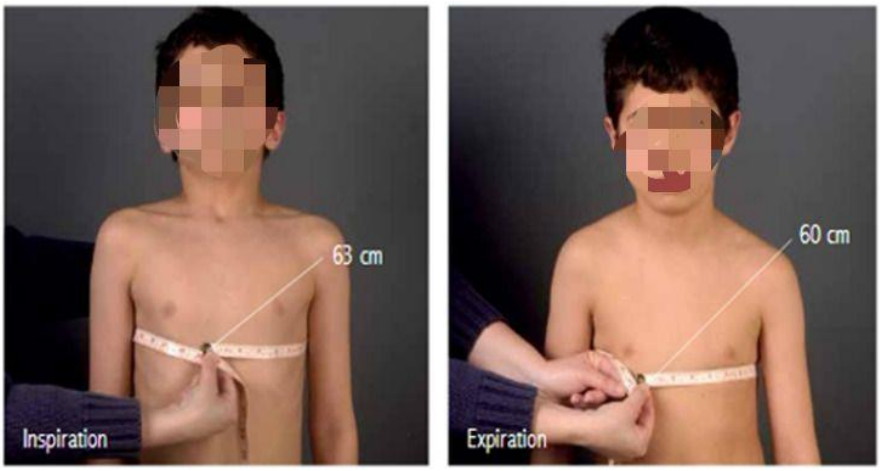


Figure 29: les photos comme moyens d'aide didactique matériels

Les photos peuvent schématiser des expériences qui pourraient être difficiles à réaliser en classe. Par exemple la photo qui illustre le test d'identification de dioxyde de carbone dans l'air expiré en utilisant l'eau de chaux. Cette photo aide les élèves à comprendre l'idée du trouble de l'eau de chaux en présence de dioxyde de carbone en se basant sur ce qu'ils observent dans la photo (Figure 30). La quatrième photo illustre l'expérience effectuée pour montrer la présence de la vapeur d'eau dans l'air expiré. Dans cette expérience, il s'agit des deux moyens d'aide didactique matériels, la photo et le miroir utilisé dans l'expérience (Figure 30).



Figure 30: les photos schématisant des expériences comme moyens d'aide didactique matériels

L'histogramme

L'histogramme est aussi un moyen d'aide didactique matériel car il est observable par les élèves. L'utilisation des couleurs pour comparer la quantité de chaque gaz dans l'air inspiré et dans l'air expiré permet aux élèves d'observer la variation de la composition en gaz dans l'air inspiré et

expiré et de conclure ce qui se passe au cours de la respiration en ce qui concerne les échanges gazeux respiratoires chez l'Homme (Figure 31). Il permet davantage aux élèves de comprendre que la quantité d'azote reste constante au cours de la respiration, ce qui justifie que l'azote n'est pas un gaz respiratoire.

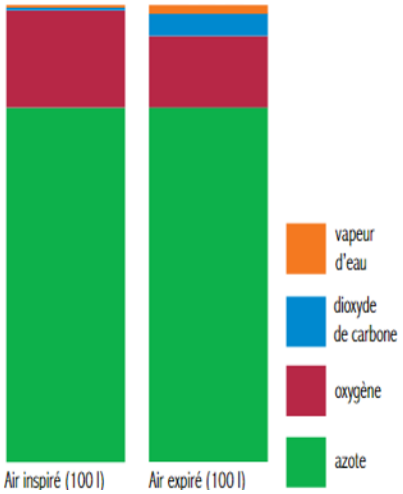


Figure 31: l'histogramme comme moyen d'aide didactique matériel

Le tableau des pourcentages

Le tableau des pourcentages en gaz est utilisé dans un exercice comme moyen d'aide didactique matériel pour comparer la composition de l'air inspiré à celle de l'air expiré et conclure les échanges gazeux respiratoires (Figure 32). Il est à noter que nous n'avions pas la possibilité d'observer la séance pendant laquelle l'enseignante a effectué cet exercice en classe, mais nous l'avons mentionné car il figure dans le PowerPoint de sa préparation (Annexe 16).

3 a. Compare la composition de l'air inspiré à celle de l'air expiré du tableau ci-dessous.

Pourcentage des gaz	Air inspiré	Air expiré
azote	78	78
oxygène	21	16
dioxyde de carbone	0,03	4,5
autres gaz	0,97	0,97

Figure 32: le tableau des pourcentages en gaz dans l'air inspiré et dans l'air expiré, un moyen d'aide didactique matériel

La préparation de l'enseignante de l'école privée ne présente pas explicitement de moyens d'aide didactique symboliques, c'est-à-dire des moyens non observables, imaginés, qui ne peuvent pas

être directement repérés par les élèves, comme les exemples, les analogies, etc. L'absence de ces moyens pourrait être due au fait que l'enseignante a choisi que sa préparation soit basée sur des photocopies du manuel scolaire des élèves, sans ajouter sa propre interprétation du contenu, ni les exemples qu'elle propose utiliser en classe. Les exemples et les analogies seront observés lors de la phase d'intervention en classe, et non lors de la phase de préparation, et seront analysés dans les parties suivantes.

1.1.4.3. Des moyens d'aide didactique dans la préparation de l'enseignante de l'école privée subventionnée

La préparation de l'enseignante de l'école privée subventionnée est organisée sous la forme du cours à retenir, en focalisant sur le contenu à enseigner plutôt que sur la manière de l'enseignement. Elle ne montre aucune utilisation de moyen d'aide didactique matériel ni symbolique. Ceci n'implique en aucun sens que l'enseignante n'utilise pas ces moyens, car les observations en classe mais aussi son discours lors de l'entretien semi-directif vont nous montrer son utilisation fréquente de ces moyens et ce qui sera discuté ultérieurement, or dans cette partie, notre travail se limite à chercher la présence explicite, dans la préparation écrite de ces moyens d'aide didactique.

Synthèse

Les moyens d'aide didactique sont utilisés pour faciliter l'apprentissage. Ils peuvent être matériels, c'est-à-dire directement repérés par les organes de sens, surtout par la vue des élèves, ou symboliques, c'est-à-dire non observables, imaginés, qui ne peuvent pas être directement perceptibles et qui nécessitent une transformation cognitive par les élèves pour jouer leur rôle comme aides didactiques (exemples, métaphores, analogies, etc.). Un troisième type de moyens d'aide didactique, les moyens multimodaux, qui recouvrent des ressources sémiotiques multiples (langage oral, produits audiovisuels et matériels en même temps), sont étudiés en tant que supports pour l'enseignement. L'exemple le plus significatif de ce troisième type est la vidéo.

Les préparations des enseignants de l'école publique et de l'école privée subventionnée ne prévoient pas explicitement de moyens d'aide didactique susceptibles d'être utilisés lors de l'intervention en classe. Par contre, la préparation de l'enseignante de l'école privée montre plusieurs moyens d'aide didactique (des schémas, des textes avec des schémas illustratifs, des photos, un histogramme et un tableau des pourcentages en gaz). Rares sont les moyens d'aide didactique symboliques dans les préparations des trois enseignants, ils seraient observés directement en classe lors de la phase d'intervention.

1.1.5. La dimension langagière dans les préparations des enseignants

La dimension langagière est observée selon deux axes : la langue adoptée et le type de langage utilisé. Pour la langue adoptée, les préparations écrites des trois enseignants sont planifiées exclusivement en langue française adoptée pour l'enseignement des sciences. En ce qui concerne le type de langage dominant, plusieurs types de langage coexistent dans les préparations des trois enseignants. Dans ce qui suit, nous allons analyser ces préparations pour en déduire le type de langage dominant dans chacune.

1.1.5.1. La dimension langagière dans la préparation écrite de l'enseignant de l'école publique

Dans la préparation de l'enseignant de l'école publique, les interventions écrites (des mots, des phrases, des textes, etc.) sont majoritaires, le langage dominant est donc verbal. Par exemple, parmi les objectifs nous trouvons « nommer les organes de l'appareil respiratoire ; décrire les mouvements respiratoires » qui font appel au langage verbal oral et écrit. D'autres langages sont aussi présents comme le langage mathématique qui apparait dans les compétences prévues « comparer les pourcentages du tableau » et le langage visuel présent dans l'activité « observer le modèle et nommer chaque organe de l'appareil respiratoire ». Or le tableau et le modèle en question sont mentionnés comme des titres et ne figurent pas explicitement dans la préparation écrite (Figure 15, page 112), c'est pourquoi nous considérons que le type de langage principal est verbal oral et écrit.

1.1.5.2. La dimension langagière dans la préparation de l'enseignante de l'école privée

La préparation de l'enseignante de l'école privée combine différents types de langage, citons parmi d'autres : 1) le langage verbal écrit (utilisation des interventions écrites comme des mots, des phrases, des textes, etc.) ; 2) le langage verbal oral, caractérisé par l'utilisation des interventions orales (des mots, des phrases, etc.), qui figure dans la vidéo utilisée dans la première séance ; 3) le langage visuel est aussi présent dans l'utilisation fréquente, dans la préparation en PowerPoint, des représentations visuelles (dessins, schémas, photos, etc.) principalement issues du manuel scolaire des élèves ; 4) le langage mathématique figure surtout dans les exercices dont l'objectif est de comparer les pourcentages en gaz de l'air inspiré et de l'air expiré (Figure 31 et Figure 32, page 132) ; 5) le langage procédural, qui consiste à manipuler un objet, à faire une expérience, à utiliser des instruments ou des gestes techniques, apparait dans la préparation de l'enseignante de l'école privée (Figure 20, page 120 et Figure 30, page 131) sous forme des expériences à effectuer

en classe. Il est à noter que, si ces expériences ne seraient pas réalisées en classe et si l'enseignante se limite à les montrer sous la forme des figures dans le livre scolaire, le langage serait alors visuel plutôt que procédural.

1.1.5.3. La dimension langagière dans la préparation de l'enseignante de l'école privée subventionnée

Dans la préparation écrite de l'enseignante de l'école privée subventionnée, organisée sous la forme du cours à retenir, le langage verbal écrit est dominant. La préparation ne prévoit pas l'intervention des différents types de langage lors de l'explication. Le contenu est présenté sous la forme des mots, des phrases et des textes sans aucun recours à un langage visuel, mathématique ou procédural.

Synthèse

La langue française adoptée pour l'enseignement des sciences est exclusivement utilisée dans les trois préparations analysées. Le langage verbal écrit est dominat, alors que le langage gestuel est absent. En effet, l'utilisation des gestes est normalement observée en situation, pendant l'intervention en classe et n'est donc pas attendue dans la phase de planification avant l'intervention à proprement parler.

1.1.6. La modélisation dans les préparations des trois enseignants

L'analyse précédente met en évidence les modalités de la médiation didactique des enseignants comme prévu dans leurs préparations : l'exploitation des fonds de connaissances des élèves, l'utilisation des moyens d'aide didactique et nous nous intéressons à la dimension langagière puisque notre travail s'effectue dans un contexte bilingue. Nous complétons cette analyse descriptive par une analyse plus détaillée, pour cela, nous observons les trois préparations sous le prisme de la modélisation.

Selon Zaid (2012), s'appuyant sur des travaux scientifiques antérieurs, l'action de l'enseignant englobe deux responsabilités « *d'une part, expliciter les modèles et les référents empiriques et d'autre part, initier l'élève à la dynamique référent empirique – modèle construit* » (Zaid, 2012, p.133). Pour situer la modélisation dans les préparations des trois enseignants, nous cherchons en quoi ceux-ci planifient leur action pour incarner ces deux responsabilités : est-ce que l'enseignant explicite, dans sa préparation, les choix qu'il effectue en tant que référent empirique ? Les objets ? Les phénomènes ? Les manipulations à effectuer ? etc. (Zaid, 2012). D'autre part, si c'est le cas, comment il relie les problèmes qui justifient l'utilisation de ce modèle à la façon selon laquelle il envisage agir pour « *initier l'élève à la dynamique référent empirique – modèle construit* » (ibid, p.133) ?

1.1.6.1. La modélisation dans la préparation de l'enseignant de l'école publique

La préparation de l'enseignant de l'école publique est générale et très réduite. Il mentionne, au début de la préparation, que les matériels utilisés englobent des documents, des figures et un modèle mais il ne clarifie pas de quels documents, de quelles figures ou de quel modèle s'agit-il (Figure 33).

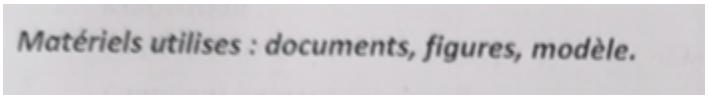


Figure 33: les matériels utilisés selon la préparation de l'enseignant de l'école publique

D'ailleurs, il n'explicite pas la façon selon laquelle il va investir ces matériels pour guider les élèves à construire le contenu scientifique visé. Donc nous ne pouvons pas parler ici de modélisation.

Pourtant, dans la partie « compétences », nous trouvons une trace de modélisation : en effet, parmi les compétences mentionnées dans la préparation nous trouvons : « comparer les pourcentages du tableau » puis « déduire la fonction de l'appareil respiratoire » (Figure 34). Nous observons dans cette compétence un processus de modélisation sous-entendu où le référent empirique est le tableau et le modèle scientifique est la fonction de l'appareil respiratoire. Nos observations en classe, qui seront analysées par la suite, nous permettent d'inférer que l'enseignant parle du tableau des pourcentages en gaz de l'air inspiré et de l'air expiré. Il s'agit d'un référent empirique et le modèle construit est la fonction de l'appareil respiratoire. En effet, le verbe d'action « déduire » nous laisse penser que l'élève, après avoir comparé les pourcentages du tableau, va comprendre que l'air inspiré est plus riche en oxygène et moins riche en dioxyde de carbone que l'air expiré. Ce qui le conduit à conclure que, lors de la respiration, l'air s'appauvrit en oxygène et s'enrichit en dioxyde de carbone puisque l'appareil respiratoire approvisionne le corps en oxygène nécessaire au bon fonctionnement de l'organisme et le débarrasse de dioxyde de carbone, et c'est le modèle scientifique construit. Toutefois, ce processus n'est pas explicité dans la préparation de l'enseignant de l'école publique.

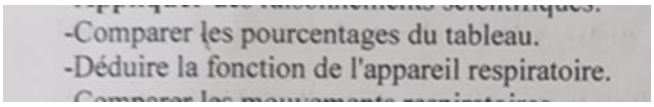


Figure 34: une modélisation sous-entendue dans la préparation de l'enseignant de l'école publique

Il est à noter que, dans la partie déroulement, parmi les activités est indiqué « observer le modèle et nommer chaque organe de l'appareil respiratoire ». Le modèle en question est la maquette qui représente l'appareil respiratoire de l'Homme (Figure 35). Dans la préparation, nous n'observons pas la façon selon laquelle l'enseignant propose agir pour assurer un va et vient entre référent empirique et modèle scientifique, le processus de modélisation est donc implicite.



Figure 35: la maquette qui sera utilisée pour montrer l'appareil respiratoire de l'Homme

1.1.6.2. La modélisation dans la préparation de l'enseignante de l'école privée

La préparation de l'enseignante de l'école privée, basée sur des photos du manuel scolaire, inclut plusieurs situations de modélisation. L'exemple le plus significatif du référent empirique figure dans l'expérience qui vise à montrer la présence de la vapeur d'eau dans l'air expiré. Dans cette expérience, l'enseignante envisage demander à l'élève de souffler sur un miroir pour observer la buée qui se forme. Cette activité, du réel vécu, que l'élève peut observer au quotidien sert à ancrer l'apprentissage de la présence de la vapeur d'eau dans l'air expiré (modèle scientifique construit) dans l'expérience concrète (référent empirique : la buée qui apparait lorsqu'il souffle sur un miroir). Il s'agit d'une modélisation où l'enseignante envisage guider l'élève entre référent empirique et modèle scientifique.

Un autre exemple où l'enseignante prévoit montrer la présence du dioxyde de carbone dans l'air expiré. Elle propose de présenter une première photo montrant un verre contenant une solution d'eau de chaux limpide (A), suivie d'une seconde photo dans laquelle la solution devient trouble (B) (Figure 36). Ces photos servent de référent empirique sur lequel l'élève peut s'appuyer pour comprendre la présence de dioxyde de carbone dans l'air expiré. La solution d'eau de chaux qui était limpide devient trouble lorsqu'on y souffle, sachant que le dioxyde de carbone trouble l'eau de chaux. Cet aller et retour entre le référent empirique (la solution d'eau de chaux qui se trouble lorsqu'on souffle dedans) et le modèle scientifique (la présence du dioxyde de carbone dans l'air expiré) correspond au processus de modélisation.

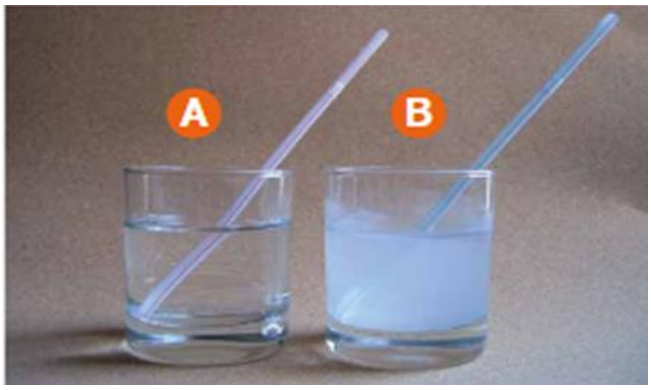


Figure 36: identification de la présence du dioxyde de carbone dans l'air expiré

L'enseignante de l'école privée prévoit deux autres situations de modélisation basées sur des schémas : la première vise à apprendre aux élèves le trajet suivi par l'air lors de l'inspiration et lors de l'expiration. Pour cela, elle présente un schéma représentant l'appareil respiratoire de l'Homme. Ce schéma peut être considéré comme un référent empirique qui représente le corps de l'élève (Figure 37).

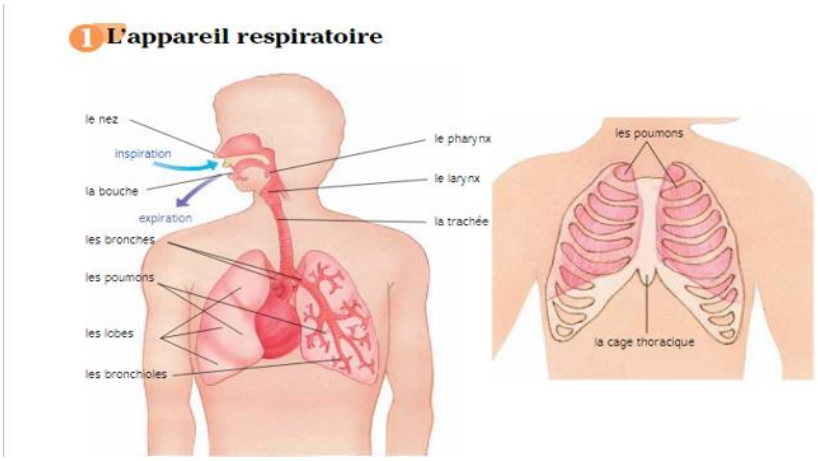


Figure 37: le schéma de l'appareil respiratoire de l'Homme comme référent empirique

Ensuite des questions proposées (par où l'air pénètre-t-il dans le corps ? Où arrive-t-il ?) guident les élèves à trouver le lien entre ce qu'ils observent « référent empirique » et le chemin suivi par l'air lors de la respiration.

Dans la deuxième situation de modélisation basée sur un schéma, l'objectif est d'expliquer les échanges gazeux respiratoires au niveau des alvéoles pulmonaires. L'enseignante prépare un schéma montrant les échanges gazeux entre le sang et l'air dans les poumons. Ce schéma est accompagné d'un texte (Figure 27, page 130) qui explique les échanges gazeux respiratoires au

niveau des poumons. Le schéma peut être considéré comme un référent empirique sur lequel l'élève peut se baser pour représenter les échanges gazeux au niveau des alvéoles pulmonaires (Figure 38). Cet aller et retour entre le schéma et ce qui se passe en réalité aide l'élève à comprendre ce qui se passe au niveau des alvéoles pulmonaires.

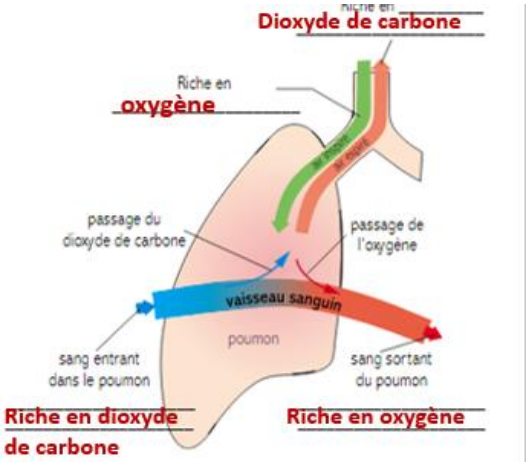


Figure 38: schéma montrant les échanges gazeux respiratoires au niveau des poumons

Une autre situation de modélisation où le référent empirique est le corps de l'élève, lui-même : dans sa préparation, l'enseignante prévoit que, après avoir observé un document du manuel scolaire représentant la différence de la longueur du tour de poitrine d'un garçon pendant l'inspiration et pendant l'expiration, elle demande à l'élève de mesurer le tour de sa poitrine durant l'inspiration et durant l'expiration, de noter les valeurs obtenues et de les comparer à celles du garçon pour arriver à conclure que la longueur du tour de poitrine au cours de l'inspiration est plus grande que celle au cours de l'expiration. Ensuite, elle lui demande de donner une explication à ses observations. En demandant ces étapes, elle guide l'élève entre le référent empirique (ses propres mesures) et le modèle scientifique (pendant l'inspiration, la cage thoracique et les poumons augmentent de volume (poitrine gonflée) donc l'air entre dans les poumons et pendant l'expiration , le volume des poumons et celui de la cage thoracique diminuent (poitrine dégonflée et abaissée) ce qui provoque la sortie de l'air).

La démarche de modélisation suivie dans toutes les situations de modélisation trouvées dans la préparation de l'enseignante de l'école privée est de type inductiviste : l'enseignante agit comme détenteur du savoir, elle envisage présenter le modèle et l'expliquer pour les élèves afin de les

guider selon des allers et des retours entre les référents empiriques qu'elle propose et les modèles scientifiques qu'elle envisage apprendre aux élèves.

1.1.6.3. La modélisation dans la préparation de l'enseignante de l'école privée subventionnée

La préparation de l'enseignante de l'école privée subventionnée prend la forme du cours magistral (Figure 17, page 115). L'enseignante n'y explicite pas la façon selon laquelle elle propose agir pour guider les élèves à construire le contenu scientifique visé. C'est pourquoi nous ne pouvons pas repérer de situations de modélisation explicitement prévues dans sa préparation écrite.

Conclusion : La médiation didactique de l'enseignant manifestée dans sa préparation

L'analyse des préparations des trois enseignants montre la diversité de leurs pratiques, allant du mode de préparation qui peut être organisé par séquences, comme c'est le cas dans les préparations des enseignants de l'école publique et de l'école privée subventionnée, ou par séances comme la préparation de l'enseignante de l'école privée. La médiation didactique de l'enseignant prévoit des performances didactiques chez les élèves. Dans les préparations analysées, ces performances sont majoritairement cognitives avec quelques performances techniques. Les performances didactiques sociales et de silence sont absentes dans les préparations, or ceci n'implique pas nécessairement leur absence lors de l'intervention en classe. Une médiation didactique fait appel à la mobilisation des fonds de connaissances des élèves puisés du milieu scolaire et/ou extrascolaire, ou à l'utilisation des moyens d'aide didactique matériels, symboliques ou multimodaux. La nature du contexte bilingue dans lequel s'effectue notre étude attire notre attention vers la dimension langagière dans la médiation didactique de l'enseignant. Les préparations des trois enseignants montrent que la langue française d'enseignement est exclusivement utilisée dans les préparations et que le langage verbal écrit est dominant par rapport aux langages verbal oral, visuel, procédural ou mathématique. Le langage gestuel est absent dans les trois préparations.

La préparation écrite de l'enseignant de l'école publique et celle de l'enseignante de l'école privée subventionnée ne prennent pas en compte la création d'espaces hybrides où « aura lieu » le glissement du savoir quotidien au contenu scientifique. Ceci pourrait être dû à leur pratique de préparation globale, en séquences, non détaillée, qui se focalise sur le contenu plutôt que sur la façon selon laquelle sera véhiculé ce contenu. Autrement dit, leurs préparations mettent en priorité le savoir plutôt que le savoir-enseigner. Par contre, la préparation de l'enseignante de l'école privée laisse prévoir implicitement la création d'espaces hybrides dans les activités proposées. A titre d'exemple, dans l'expérience de la mesure de la longueur de tour de poitrine, les élèves sont censés établir une relation entre l'inspiration, l'entrée de l'air, le gonflement des poumons, le soulèvement de la cage thoracique et l'augmentation de la longueur du tour de poitrine et inversement entre l'expiration, la sortie de l'air, le dégonflement des poumons, l'abaissement de la cage thoracique et la diminution de la longueur du tour de poitrine. Dans l'activité « souffler sur un miroir pour déduire la présence de la vapeur d'eau dans l'air expiré », les élèves sont censés construire une

relation entre la buée formée sur le miroir, la vapeur d'eau dégagée par expiration pour comprendre la présence de la vapeur d'eau dans l'air expiré. Or ceci nécessite que l'élève ait une connaissance préalable, un fonds de connaissances, autour du changement d'état de la matière pour comprendre pourquoi la vapeur d'eau, qui n'apparait pas normalement lorsqu'on expire, se forme sur le miroir. Cette notion de changement d'état ne figure pas du tout dans la préparation de l'enseignante de l'école privée. Pour l'activité « souffler dans de l'eau de chaux pour identifier la présence du dioxyde de carbone dans l'air expiré », l'élève est censé construire une relation entre ses fonds de connaissances concernant le test d'identification de dioxyde de carbone qui trouble l'eau de chaux et qui est aussi rappelé dans la préparation (Figure 19, page 119), et la sortie de l'air par expiration pour comprendre que l'air expiré est riche en dioxyde de carbone.

Nous avons situé la modélisation dans les préparations des trois enseignants. La préparation de l'enseignante de l'école privée subventionnée prend la forme du cours magistral et focalise sur le contenu à apprendre plutôt que sur la façon selon laquelle ce contenu va être véhiculé, c'est pourquoi nous n'avons pas trouvé de situations de modélisation explicitement mentionnées dans sa préparation. Les situations de modélisation mentionnées dans la préparation de l'enseignant de l'école publique sont implicites. Par contre, la préparation de l'enseignante de l'école privée, basée sur des photos du manuel scolaire des élèves, présente des situations de modélisation.

Pour résumer, le tableau récapitulatif suivant collecte ce qui est déjà explicité et compare les préparations écrites des trois enseignants (Tableau 26).

Enseignant / Elément de la préparation écrite	PEPu	PEPr	PEPsub
Mode de préparation	Par séquence/ écrite	Par séances/ PowerPoint	Par séquence/ écrite
Objectifs	Généraux/ Indiqués explicitement (2 objectifs pour la séquence entière)	Implicites (les objectifs ne figurent pas dans la préparation)	Généraux/ Indiqués explicitement (5 objectifs pour la séquence entière)
Organisation temporelle[48]	Le temps alloué n'est pas distribué sur les objectifs ou les activités	Le temps alloué n'est pas distribué sur les objectifs ou les activités	Le temps alloué n'est pas distribué sur les objectifs ou les activités
Description du contenu à enseigner	Non clair, préparation très générale	Explicitée et détaillée (photocopie du manuel scolaire des élèves)	Explicitée et détaillée (sous forme de cours à retenir)
Activités effectuées	Seulement des titres des activités à effectuer	Explicitées et détaillées avec des photos illustratifs	Aucune activité n'est prévue dans la préparation écrite
Tâches proposées aux élèves	Aucune tâche ne figure dans la préparation	Les tâches proposées aux élèves sont explicites et détaillées	Aucune tâche ne figure dans la préparation
Performances didactiques	Principalement cognitives	Cognitives et techniques	Principalement cognitives
Fonds de connaissances	Implicites	Implicites	Présents (exemple : des règles d'action pour protéger l'appareil respiratoire)
Aides didactiques	Généraux (documents, figures , modèles, tableaux)	Détaillés (Schémas, figures, photos vidéos)	Non explicites
Espace hybride	Imprévu	Prévu dans des activités	Imprévu
Situations de modélisation	Implicites	Explicites	Absentes

Tableau 26: Comparaison entre les préparations des trois enseignants

Dans ce qui suit, nous complétons l'analyse de la médiation didactique de l'enseignant lors de la phase de planification en analysant les réponses des trois enseignants aux questions de l'entretien semi-directif concernant leur planification avant l'intervention en classe. Ensuite, dans le chapitre suivant, nous observons la médiation didactique de l'enseignant lors de la phase d'intervention en classe, lorsqu'il se trouve en face à face par rapport aux élèves. Cela permettrait de pointer les décalages entre ce que les enseignants prévoient au cours de leur planification et ce qu'ils font réellement lors de leur action en classe.

[48] Distribution prévue du temps alloué sur les différentes activités, cette organisation temporelle est d'une grande importance selon les lois libanaises dans la mesure où elle permet à l'enseignant de planifier son travail d'une façon organisée. Toutefois, cette organisation est flexible et peut varier en fonction de plusieurs facteurs comme les questions posées par les élèves, les facteurs qui interviennent en classe et qui pourraient affecter le temps nécessaire pour effectuer une activité.

1.2.Une médiation didactique comme planifiée dans les déclarations des enseignants

L'étude des préparations des enseignants ne suffit pas, à elle-même, pour comprendre leur médiation didactique dans la phase de planification. En effet, l'analyse des fiches de préparation déjà effectuée dévoile des situations qui nécessitent une clarification de la part de l'enseignant autour de ce qu'il envisageait faire et de ce qu'il a réalisé effectivement lors de son intervention ultérieure en classe. Pour cela, nous avons conduit des entretiens semi-directifs post-actifs avec les trois enseignants observés pour les « faire parler » de leur médiation didactique. Le discours de chaque enseignant interviewé reflète son interprétation du contenu à enseigner et permet de comprendre la façon selon laquelle il planifie son action pour véhiculer ce contenu aux élèves.

L'objectif de l'entretien est de permettre à l'enseignant d'expliquer les procédures utilisées au cours de son activité lors de la phase de planification et puis lors de son intervention en classe lorsqu'il se trouve face à face avec les élèves. Ceci nous permet de comprendre à partir du discours de l'enseignant interviewé : comment il interprète le contenu à enseigner ? Comment il agit en préparant la leçon et en proposant des moyens d'aide didactique ? Comment il planifie interagir avec les élèves pour les pousser à exploiter leurs fonds de connaissances ? etc.

Le guide de l'entretien semi-directif, déjà explicité dans la partie méthodologie, est composé d'un ensemble de questions portant sur des thèmes en relation avec les objectifs de recherche (Tableau 12, page 82). Dans ce chapitre, nous nous intéressons à l'analyse de la médiation didactique de l'enseignant lors de la phase de planification. Pour cela, nous avons organisé un tableau pour distinguer entre les questions en relation avec la phase de la planification et celles en relation avec la phase d'intervention en classe, et pour les questions générales, nous les avons laissées à part mais leur analyse sera ajoutée à celle des questions en relation avec la phase d'intervention en classe (Tableau 27). Conformément à notre choix d'effectuer les analyses sur les séances concernant le chapitre « l'appareil respiratoire », nous nous limitons aux questions et réponses en relation avec ce chapitre.

Thème	Questions (phase de planification)	Questions (phase d'intervention en classe)
Objectifs d'apprentissage (interprétation du contenu)	Q 3 : Quels sont les principaux objectifs dans le chapitre « l'appareil respiratoire » ?	
	Q4 : Lors de la préparation, particulièrement de la préparation du chapitre « l'appareil respiratoire », quels sont les objectifs principaux et comment vous manipulez en général pour réaliser ces objectifs ?	
Moyens d'aide didactique	Q5 : Quels sont les principaux matériels que vous proposez utiliser lors de l'explication du chapitre « l'appareil respiratoire » ?	Q10 : En quoi vous trouvez une relation dans la comparaison de … à … ? (*En quoi la comparaison de… avec … vous semble servir le concept de…)*
	Q6 : Sur quels critères vous avez choisi ces moyens ?	Q11 : Dans quelle mesure vous trouvez que ces moyens utilisés (matériels, exemples, analogies…) sont efficaces ? C'est-à-dire ont-ils contribué à la réussite ou à faciliter l'apprentissage des élèves ? (*Est-ce que les élèves ont investi ces moyens dans leurs réponses aux évaluations ?*)
	Q7 : Le choix de ces moyens est-il général ou bien spécifique pour quelques élèves ? (*Autrement dit, les moyens utilisés diffèrent d'un élève à un autre et respectent les différences individuelles, ou bien ce sont des « passe-partout » ?)*	
	Q8 : Avez-vous pris en considération les niveaux langagiers des élèves en choisissant les moyens d'aide didactique ?	
	Q9 : En termes d'exemples, comment vous avez choisi les exemples ? Vous pouvez développer ? (*Lorsque vous avez donné l'exemple de…, est-ce que vous l'avez proposé pendant la préparation ou bien vous en avez pensé au cours de la séance ? Et pourquoi ?)*	
Les fonds de connaissances des élèves	Q12 : Est-ce que vous connaissez le contexte d'où viennent les élèves ? Le travail de leurs parents ? Le statut socio-économique de leurs familles ?	Q 14 : Etes-vous basés sur les connaissances quotidiennes des élèves au cours de l'enseignement en classe? Expliquez.
	Q 13 : Avez-vous pensé aux connaissances des élèves (*connaissances de la vie quotidienne*) au cours de la préparation ?	Q15 : Comment les avez-vous pris en compte ? Et pourquoi ?
		Q 16 : Comment l'utilisation de l'exemple … (du matériel…) vous semble servir la mobilisation des connaissances des élèves ?
		Q17 : Pendant les interactions avec les élèves, avez-vous trouvé des situations où les connaissances de la vie quotidienne conduisent la réflexion des élèves ? (*Et ça se pose alors comme obstacles ou bien comme ressources ?*)
La dimension langagière	Q 22 : Le recours au translangage vous semble-t-il servir l'enseignement des sciences dans un contexte bilingue ? (*C'est-à-dire mélanger librement la langue maternelle avec la langue d'enseignement pour s'exprimer*)	Q20 : Les élèves parlent normalement en français ou bien en arabe au cours de leurs interactions pendant les séances des sciences ?

Thème	Questions (phase de planification)	Questions (phase d'intervention en classe)
	Q 23 : Donnez-vous, au cours de la préparation, de l'importance à l'acquisition de la langue d'enseignement ou bien vous pensez que le plus important c'est de comprendre le contenu peu importe la langue ou les moyens utilisés ?	
Favoriser les interactions en classe		Q18 : Rencontrez-vous des difficultés particulières à engager les élèves en classe bilingue ? (Ces difficultés peuvent, ou non, être reliés à la langue d'enseignement des sciences).
		Q24 : Comment vous manipulez pour favoriser les interactions en classe ?
		Q25 : Pendant les interactions avec les élèves, avez-vous rencontré des situations où les élèves utilisent le langage quotidien et s'y réfèrent pour acquérir le langage scientifique ?
Questions générales	Q1 : Quel est votre parcours de formation et votre expérience professionnelle ? Q2 : Avez-vous subi une formation initiale ou continue en sciences ? Q19 : Y a-t-il une politique ou une obligation concernant la langue d'enseignement des sciences dans votre école ? Q21 : Est-ce que vous trouvez que l'utilisation de la langue française dans l'enseignement des sciences se présente comme une ressource ou bien comme un obstacle pour l'apprentissage des élèves en sciences ? Expliquez…	

Tableau 27: les questions en relation avec la phase de la planification vs celles en relation avec la phase d'intervention en classe.

L'analyse des réponses des trois enseignants interviewés nous permet de construire une grille catégorielle thématique (Annexe 10). Dans ce qui suit, nous proposons, pour chaque élément du cadre conceptuel, deux niveaux successifs d'analyse : le premier niveau consiste en un déchiffrement centré sur les réponses de chaque enseignant à part. Dans le deuxième niveau, les réponses des trois enseignants sont croisées pour détecter les tendances communes, mais aussi les particularités attribuées à chaque enseignant. Nous confirmons que, dans ce travail, il ne s'agit pas de faire des comparaisons entre les discours des trois enseignants interviewés ni entre leurs pratiques. Nous avons choisi un échantillon raisonné qui vise une diversité de contextes pour observer la médiation didactique sous plusieurs angles, dans l'intention d'obtenir une vision globale en croisant les regards issus des contextes différents.

Une autre remarque à mentionner est que nous avons posé ces questions au cours des entretiens semi-directifs post-séances, c'est-à-dire à froid, après un certain temps des observations effectuées, ce qui nous permettrait de dévoiler ce qui est retenu chez l'enseignant comme contenu principal et comment il avait agi pour véhiculer ce contenu aux élèves. La Figure 39 résume les points principaux discutés dans les entretiens semi-directifs en relation avec la phase de planification.

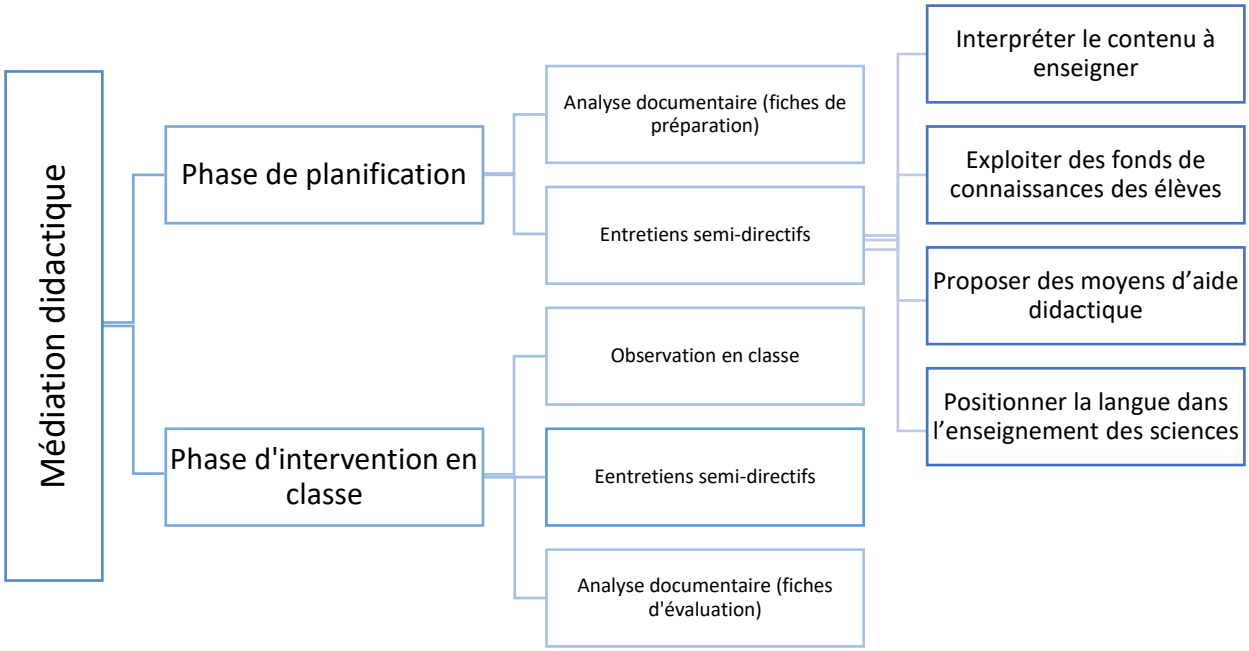


Figure 39: les points principaux discutés dans les entretiens semi-directifs en relation avec la phase de planification.

1.2.1. Interpréter le contenu à enseigner

Pour observer l'interprétation du contenu à enseigner, des questions ont été adressées à chacun des trois enseignants. Ces questions concernent les objectifs qu'il considère comme principaux et la façon selon laquelle il manipule généralement pour réaliser ces objectifs (Q3 : Quels sont **les principaux objectifs dans le chapitre « l'appareil respiratoire »** ; Q4 : Lors de la préparation, particulièrement de la préparation du chapitre « l'appareil respiratoire », **comment vous manipulez en général pour réaliser les objectifs principaux**?).

L'enseignant de l'école publique considère que les objectifs principaux dans le chapitre « l'appareil respiratoire » sont que les élèves reconnaissent les organes de l'appareil respiratoire, expliquent la fonction de chaque organe dans cet appareil et décrivent comment ont lieu les mouvements respiratoires, l'inspiration et l'expiration

TP.16-PEPu[49] : reconnaitre les organes de l'appareil respiratoire, et aussi la fonction de chaque organe dans cet appareil et ensuite comment ont lieu les mouvements respiratoires, l'inspiration et l'expiration.

Pour le relancer, nous lui avons posé la question sur l'importance d'exploiter ces informations dans la vie quotidienne, il montre alors rapidement son accord avec cet objectif en disant tout simplement « *cent pour cent* ».

TP.17-FM[50] : arrivant, si je me souviens bien, c'est arrivant à ce qu'ils les investissent dans leur vie quotidienne, non ? Tu leur as enseigné qu'ils mangent des repas équilibrés, évitent la fumée ou les choses qui nuisent à l'appareil respiratoire…

TP.18- PEPu : cent pour cent (PEPu).

Pour rendre ce contenu accessible, il agit, dans sa préparation, selon des étapes

TP.22- PEPu : eeeh, il y a les étapes normales que nous suivons toujours : premièrement il y a toujours, je dois mettre tout d'abord un objectif de la leçon que je vais expliquer. Ensuite la deuxième étape est l'étape de la motivation, motivation.

Il donne une très grande importance à la motivation, pour cela il prévoit, au cours de sa préparation, des exemples qui relient le contenu à enseigner avec des choses vues au quotidien.

L'enseignante de l'école privée considère que l'objectif principal du chapitre « l'appareil respiratoire » est que l'élève sache que, dans son corps, il y a l'appareil respiratoire dont la fonction diffère de celle de l'appareil digestif, de reconnaitre les différents organes et leurs fonctions, de comprendre le rôle de l'appareil respiratoire et comment on respire :

TP.50- PEPr : *« Il doit savoir les parties de chaque appareil, savoir que dans son corps il y a appareil digestif et appareil respiratoire, et le but est qu'il sache que chaque appareil a ses propres organes et a une fonction… mmmmm … une fonction … mmm. Je veux dire que l'appareil*

[49] PEPu= Enseignant de l'école publique ; PEPr= Enseignante de l'école privée ; PEPsub= enseignante de l'école privée subventionnée.

TP= tour de Parole (suivi du numéro de tour de parole à revoir dans les annexes).

[50] TP- FM : TP= tour de parole ; FM= la chercheuse

respiratoire, sa fonction diffère de celle de l'appareil digestif et les organes sont aussi différents, que chaque appareil a ses propres organes et une fonction bien déterminée, et savoir quel est le but de cet appareil ? Comment on respire ? ».

arrivant à conclure

TP.50- PEPr : « comment on peut prendre soin de notre appareil respiratoire, donc ne pas rester dans des places où il y a, ils, eux-mêmes cherchent des brochures qu'il ne faut pas respirer mmm, le gaz toxique qui se dégage des incendies, ou ne pas s'asseoir à côté des fumeurs. C'est-à-dire ils sont arrivés à un stade où ils reconnaissent comment protéger ces appareils… ».

Pour réaliser ces objectifs, elle planifie son travail qui commence par la détermination des objectifs, des compétences et enfin une conclusion généralement rédigée sous la forme d'une évaluation sommative :

TP.52- PEPr : « *Nous avons les objectifs, les compétences, et mmm enfin tu fais la conclusion, en général le résultat que tu veux avoir. C'est-à-dire dans ce chapitre, il doit savoir chaque partie c'est quoi, et le rôle de chaque partie et l'objectif principal final, comme on a dit, c'est comment on peut protéger nos appareils* ».

L'enseignante de l'école privée subventionnée considère que les objectifs principaux du chapitre « l'appareil respiratoire » consistent à définir l'appareil respiratoire, distinguer ses organes et le rôle de chaque organe

TP.30- PEPsub : « l'appareil respiratoire aussi il y a définition, distinguer les organes et le rôle de chaque organe ».

Elle propose ajouter, au cours de l'explication, des informations supplémentaires qui ne figurent pas dans le curriculum ni dans le manuel scolaire des élèves

TP.34- PEPsub :« les élèves auront des informations supplémentaires, ils seront encouragés et seront plus intégrés dans le chapitre, par exemple, des informations surtout de la vie quotidienne ».

Selon son point de vue, ces informations supplémentaires ajoutent de la culture aux élèves

TP.40- PEPsub : « par exemple les maladies qui attaquent le système respiratoire… ce n'est pas dans le programme de parler des maladies XX … par quoi peut être atteint le système respiratoire comme maladies. Il peut arriver qu'un élève me pose une question est-ce que la fumée, est-ce que le gaz pollué peut causer des maladies. Alors tu peux aller à dire il y a le dioxyde de carbone, il y a du carbone supplémentaire dans l'air, et ainsi, tu parleras alors des maladies, des maladies respiratoires par exemple ».

Pour transmettre le contenu, elle se base dans sa préparation sur ce que les élèves ont comme prérequis pour s'y appuyer et avancer. Pour cela, elle propose commencer toujours en posant des questions pour dévoiler ce qu'ils connaissent déjà et s'y baser pour avancer dans l'explication

TP.46- PEPsub: « il y a des questions que je prépare auparavant, je les pose, il y des questions pour entrer dans le chapitre, il y a des questions que j'avais préparées et que je pose pour savoir, à partir de leurs réponses combien ils ont des informations autour de cette leçon ? Jusqu'à quel point ils en ont déjà entendu ? ».

Différents rapports au savoir chez les trois enseignants interviewés

Pour conclure sur cette première question considérée comme entrée de l'entretien semi-directif, nous pouvons déduire que, malgré la présence des points communs entre les trois préparations, surtout ceux relatifs au contenu et aux objectifs principaux, les trois enseignants interprètent le contenu à enseigner différemment et ont différents rapports au savoir. L'enseignant de l'école publique met la plus grande importance à l'enseignement du contenu (la définition, les organes et leurs rôles) et ne mentionne l'investissement du contenu enseigné dans la vie quotidienne que lorsque nous lui en avons posé la question et qu'il réponde brièvement qu'il est d'accord. Par contre, l'enseignante de l'école privée donne la plus grande importance à l'exploitation du contenu enseigné dans la vie quotidienne de l'élève et que celui-ci intègre ce qu'il apprend dans sa vie en changeant ses habitudes alimentaires en ce qui concerne l'appareil digestif et en prenant soin de son appareil respiratoire

TP.50- PEPr :« … l'objectif n'est pas seulement de savoir l'organe de chaque appareil et sa fonction, il faut aussi savoir comment il peut protéger son corps en prenant soin de chaque appareil du corps ».

L’enseignante de l’école privée subventionnée part des connaissances de la vie quotidienne des élèves comme entrée dans l’explication pour les aider à construire le contenu demandé et elle donne des informations supplémentaires en relation avec la vie quotidienne pour les intégrer dans l’apprentissage.

En ce qui concerne la façon selon laquelle ils proposent agir pour réaliser les objectifs, les trois enseignants déclarent suivre le même plan général de travail : ils commencent par la détermination des objectifs, passent par la motivation en posant des questions ou en donnant des informations reliées à la vie quotidienne et arrivent à l’évaluation ou à la synthèse.

Selon les enseignants interviewés, le fait de relier le contenu à enseigner à la vie quotidienne des élèves est d’importance cruciale tant au début qu’à la fin de l’enseignement et c’est ce que nous avons appelé « l’exploitation des fonds de connaissances des élèves ».

1.2.2. L'exploitation des fonds de connaissances des élèves dans les discours des enseignants

La médiation didactique des enseignants consiste à construire un espace hybride qui aide les élèves à avoir un glissement du savoir quotidien au savoir scientifique. Dans le cas particulier du contexte bilingue, un deuxième glissement est observé, celui du passage de la langue maternelle à la langue d'enseignement (française dans notre cas). Selon cette perspective, deux types de fonds de connaissances coexistent (des fonds de connaissances conceptuels et des fonds de connaissances linguistiques) et occupent une place importante dans l'enseignement des sciences, ceci est affirmé dans les discours des enseignants interviewés. Dans ce chapitre, nous sommes intéressés par la phase de planification, c'est pourquoi nous analysons les discours des enseignants en nous focalisant sur la façon selon laquelle chacun d'eux pense aux fonds de connaissances des élèves au cours de la planification de l'enseignement. Les fonds de connaissances des élèves peuvent être référés à leur vie extrascolaire, pour cela, parmi les questions posées nous avons demandé si l'enseignant connait l'arrière-plan duquel viennent les élèves, le métier de leurs parents, le statut socio-économique de leurs familles (Q12 : Est-ce que vous connaissez **le contexte** d'où viennent les élèves ? Le travail de leurs parents ? Le statut socio-économique de leurs familles ?) et s'il se réfère aux fonds de connaissances des élèves lors de la préparation (Q 13 : **Avez-vous pensé aux connaissances des élèves** (connaissances de la vie quotidienne) au cours de la préparation ?). Il est à noter que, dans cette partie, nous focalisons les fonds de connaissances conceptuels puisque les fonds de connaissances linguistiques seront analysés dans la partie « La langue dans l'enseignement des sciences comme déclarée par les enseignants interviewés » où nous allons détailler la question langagière, le rapport de l'enseignant à la langue d'enseignement, sa vision envers le glissement de la langue maternelle à la langue d'enseignement étrangère, etc. Une autre remarque est que nous avons posé d'autres questions pour comprendre l'importance de l'exploitation des fonds de connaissances des élèves dans la médiation didactique de l'enseignant, ces questions seront analysées ultérieurement puisque nous nous limitons dans ce chapitre à la phase de planification avant l'intervention en classe.

L'enseignant de l'école publique part de l'idée que

« l'élève, finalement, est intéressé par ce que son père travaille, ou des choses qu'il a vues pendant sa vie, des choses qu'il voit devant lui » (TP.40- PEPu).

Il considère que ces connaissances, puisées du milieu quotidien, déterminent son niveau cognitif qui doit être pris en considération au cours de l'enseignement

« *Donc bien sûr je dois descendre au niveau de sa pensée, ou peut-être savoir quelle est la maturité intellectuelle de cette classe, et j'essaie à me mettre à leur place et leur parler de ce niveau… »* (TP.40- PEPu).

Ce tour de parole montre à quel point l'enseignant de l'école publique PEPu se base sur les fonds de connaissances des élèves et les adopte comme point de départ dans l'enseignement. Toutefois, il ne reconnait pas le statut socioéconomique de tous les élèves

« *pas tous, il y a, bien sûr, ceux qui je connais, oui je sais quelques-uns, les autres non honnêtement. Il y a eeeh des élèves dont je connais les parents par hasard, lorsqu'il y a des assemblées des parents et qu'ils viennent, malgré qu'ils sont dans mon village. Donc pas tous, non, sûrement* » (TP.38-PEPu),

mais il considère qu'en général, les élèves d'une école publique sont de statut socioéconomique non élevé

« en tout cas, ils sont des élèves d'une école publique, eeeh, ils ne sont pas riches normalement, les élèves inscrits généralement dans une école publique sont normalement comme ça… » (TP.42-PEPu).

Pour cela, il donne des exemples autour des choses abordables

« je prends en considération ce côté… comment ils vivent quotidiennement avec leurs parents, même si je veux donner un exemple, par exemple concernant le type des aliments ou ce qu'ils mangent, aussi je prends en considération, lorsque je donne des exemples, qu'ils le voient toujours, qu'ils en mangent toujours » (TP.46- PEPu).

Donc globalement, il se réfère aux fonds de connaissances puisés de la vie quotidienne extrascolaire des élèves sans entrer dans les détails à l'échelle individuelle

«sûrement je leur donne des exemples qu'ils ont déjà vus, qui respectent un peu le statut économique de chacun. En général c'est ça. Je vous répète, je ne sais pas chacun, à sa maison comment il est, mais en général, comme je t'ai déjà dit, ils sont finalement des élèves dans une

école publique non pas dans des écoles privées, où les parents sont normalement plus ou moins riches, c'est ça » (TP. 50- PEPu).

Le discours de l'enseignant de l'école publique ne mentionne pas de fonds de connaissances référés à la vie scolaire, il considère tout ce qui est quotidien comme étant référé au milieu extrascolaire (le travail des parents, les habitudes alimentaires, etc.).

L'enseignante de l'école privée se base dans sa préparation, sur les fonds de connaissances des élèves référés généralement à leur milieu scolaire. Sa longue expérience en enseignement des sciences (29 ans) lui permet de savoir les prérequis puisés des années scolaires précédentes et de s'y appuyer pour enseigner un nouveau contenu et c'est ce qu'elle a appelé

« déclenchement basé sur ce qu'ils ont déjà appris » (TP.60- PEPr).

Elle prend en considération les fonds de connaissances lors de la préparation

« en préparant et lors de l'explication aussi, des questions m'arrivent à partir des choses qui leur sont familières» (TP.80- PEPr).

Elle ne compte pas beaucoup sur les fonds de connaissances puisés du milieu extrascolaire lors de sa préparation. Pour cela, elle ne veille pas à les reconnaitre

« Tu ne peux pas faire des statistiques pour les parents. Peut-être quelques parents, mais pas tous. Il peut y arriver que je les connaisse auparavant, ou que leurs frères plus grands étaient mes élèves. Peut-être, tu peux savoir, qu'un des parents soit un enseignant ou un médecin, mais quelques-uns non, pas tous. Donc ne pas entrer dans ces détails, je n'entre pas dans ces détails » (TP.120- PEPr).

Ceci ne nie pas l'importance de ces fonds de connaissances puisés du milieu extrascolaire que les élèves mobilisent généralement pour manifester leur compréhension ou leur acquisition du contenu

« …l'élève, dans son environnement, va donner un exemple de sa maison, mmm, de ses alentours, de son environnement, il ne va pas aller ailleurs pour les donner. Il pourrait le voir à la télé, ou le lire dans une revue… » (TP.150- PEPr).

L'enseignante de l'école privée subventionnée donne une grande importance aux fonds de connaissances des élèves puisés du milieu scolaire ou extrascolaire. Pour mieux connaitre l'arrière-

plan social des élèves considéré comme source principale des fonds de connaissances référés au milieu extrascolaire, elle consacre la première séance de l'année scolaire pour faire la reconnaissance de ses élèves avec les détails concernant leurs statuts socioéconomiques et le travail de leurs parents, ce qui lui permet de connaitre ses élèves d'un point de vue social

« chez nous, la première séance est appelée la séance de la première rencontre et elle est aussi appelée la rencontre décisive. Pendant cette première rencontre, je n'explique pas, j'entends tout simplement, pour faire la reconnaissance de mes élèves, et de manière indirecte, cela me permettra de connaître le statut familial des élèves » (TP.50-PEPsub).

Cette reconnaissance du contexte auquel appartiennent les élèves lui permet de prévoir leurs fonds de connaissances, référés au milieu extrascolaire, qu'ils pourraient apporter en classe

« je sais par exemple euhhhh, ils, euhh, leur profession, d'où ils viennent, leur environnement où ils se trouvent, et cette chose m'aide et les aide » (TP.56- PEPsub).

Toutefois, elle n'explicite pas, dans sa préparation écrite, la façon selon laquelle elle envisage investir ces fonds de connaissances

« je décide dans ma tête que je vais le motiver pour se souvenir. S'il ne le disait pas, par exemple, je vais le stimuler pour répondre » (TP.66- PEPsub).

Elle investit les fonds de connaissances des élèves référés au milieu extrascolaire sans les mentionner dans la préparation écrite et renvoie ça au fait que la préparation est générale alors que les fonds de connaissances diffèrent d'un élève à un autre, d'une section à une autre dans la même classe et d'une année scolaire à une autre

« moi, par exemple, je fais cette préparation pour plusieurs sections, mais le fils d'un maçon par exemple est dans une seule section, je ne l'ai pas dans la deuxième section » (TP.60- PEPsub) [51].

[51] L'enseignante parle d'un fils de maçon, car pendant l'entretien, elle a donné l'exemple que, pour expliquer comment l'estomac fonctionne, s'il y a dans la classe un élève qui est le fils d'un maçon, elle peut le stimuler pour se rappeler du mode de fonctionnement de la bétonnière, de trouver l'analogie avec le mouvement de l'estomac et lui demande de l'expliquer à ses camarades.

Donc elle réfléchit aux fonds de connaissances des élèves au cours de la planification sans les écrire dans la fiche de préparation. D'ailleurs, elle donne une grande importance aux fonds de connaissances référés au milieu scolaire et les prend en considération lors de la préparation écrite

« il y a des questions que j'avais préparées et que je pose pour savoir, à partir de leurs réponses les informations qu'ils ont en relation avec la leçon ? Jusqu'à quel point ils en ont déjà entendu ? » (TP.46-PEPsub) « Qu'est-ce qu'ils ont comme connaissances, pour savoir d'où je peux commencer la leçon. Est-ce qu'ils ont une base ou non ? » (TP.48- PEPsub).

Le rôle motivant des fonds de connaissances

Les trois enseignants interviewés affirment que les connaissances déjà-acquises construisent un pilier de base pour l'enseignement de nouvelles informations. Leurs discours convergent sur le rôle motivant des fonds de connaissances des élèves dans l'enseignement

« l'élève est intéressé par ce que son père travaille, ou des choses qu'il a vues pendant sa vie, des choses qu'il voit devant lui … » (TP.40-PEPu).

C'est pourquoi ils y pensent lors de la planification

« j'essaie de commencer par un exemple qu'ils ont déjà vu, observé devant eux, touché ou entendu à la maison, ou quelqu'un de leurs frères ou leurs mères ou… pères. Eeeh … peut être, si on parle des maladies respiratoires, y a-t-il quelqu'un de tes frères, de tes parents, quelqu'un qui est comme ça ? Normalement, au moins un des élèves répond oui je sais, celui-ci souffre de ça…. Donc j'essaie que les exemples soient déjà vus par eux, soit à la maison, ou qu'ils ont vécu, ou peut-être qu'ils ont vu au téléphone, sur les moyens de communication » (TP.74- PEPu) ; « tu dois poser des questions vécues, c'est-à-dire, lorsqu'ils avaient vu les choses devant eux, tu peux alors directement donner l'exemple… » (TP.80- PEPr) ; « ça motive sa pensé. Il a déjà vu quelque chose pareille, c'est pourquoi il se rappelle… ça le motive parce que c'est sûr que tu as déjà vu quelque chose pareille et moi je te fais rappeler de ça » (TP.232- PEPsub).

Ces fonds de connaissances peuvent être référés au milieu extrascolaire ou au milieu scolaire et c'est ce qui différencie les discours des trois enseignants. En effet, selon son discours, l'enseignant de l'école publique compte bien sur les fonds de connaissances des élèves principalement référés à leur milieu extrascolaire mais il ne les mentionne pas dans sa préparation écrite très simplifiée. Par contre, l'enseignante de l'école privée s'appuie plutôt sur les fonds de connaissances référés

au milieu scolaire en profitant de sa longue expérience dans l'enseignement des sciences qui lui permet de prévoir ce que les élèves devaient connaitre autour du contenu à enseigner. Elle planifie débuter ses séances en posant des questions lui permettant de s'assurer de ce qu'ils ont comme prérequis concernant le contenu visé. Quant à l'enseignante de l'école privée subventionnée, elle se base dans sa préparation écrite sur les fonds de connaissances référés au milieu scolaire. Elle mentionne aussi, dans son discours, l'importance des fonds de connaissances référés au milieu extrascolaire qu'elle n'explicite pas dans sa préparation écrite par respect des différences individuelles entre les élèves qui leur apportent des fonds de connaissances variables.

1.2.3. Proposer des moyens d'aide didactique lors de la phase de planification comme déclarés par les enseignants interviewés

Comprendre la médiation didactique de l'enseignant consiste à étudier comment il interprète le contenu à enseigner pour proposer des stratégies et des moyens qui aident les élèves à construire le contenu scientifique. Après avoir discuté le rapport de chaque enseignant au savoir, les objectifs qu'il considère comme principaux, la façon selon laquelle il conçoit les fonds de connaissances des élèves et comment il va les exploiter, nous essayons de dévoiler les moyens d'aide didactique dont il propose l'utilisation pour faciliter l'apprentissage des élèves. Pendant les entretiens semi-directifs post-séances avec les trois enseignants observés, nous leur avons posé des questions concernant les moyens d'aide didactique, les critères de choix de ces moyens, si ce choix se fait dans la phase de planification ou au cours de l'intervention en classe, si ce choix est général ou spécifique c'est-à-dire si l'enseignant réfléchit aux différences individuelles des élèves en choisissant les moyens d'aide didactique, s'il prend en considération le niveau de maîtrise de la langue d'enseignement chez les élèves lorsqu'il choisit les aides didactiques (Tableau 27 : Q5,Q6,Q7,Q8,Q9). Nous avons posé d'autres questions pour observer la relation entre les fonds de connaissances des élèves et les moyens d'aide didactique choisis, l'efficacité des moyens d'aide didactique utilisés et en quoi ils ont servi, ou non, à l'acquisition des concepts… Ces questions, dont les réponses concernent la phase d'intervention en classe plutôt que la phase de planification, seront analysées dans le chapitre suivant.

1.2.3.1. Des moyens d'aide didactique différents

Les trois enseignants utilisent des moyens d'aide didactique différents. Dans ce qui suit, nous analysons le discours de chaque enseignant, plus particulièrement, ses réponses aux questions concernant les moyens d'aide didactique qu'il propose, puis nous faisons une synthèse en croisant les différentes réponses.

L'enseignant de l'école publique déclare utiliser principalement des moyens d'aide didactique matériels, c'est-à-dire des moyens qui peuvent être directement repérés par les organes de sens, surtout la vue, comme les photos qu'il montre aux élèves sur son téléphone ou sur son ordinateur

« … il y a d'autres choses que je peux nommer, eeeh, peut-être je leur montre une photo sur mon téléphone, une photo sur mon laptop » (TP.56-PEPu)

à côté « *des textes, des tableaux, parfois des courbes, des histogrammes… » (TP. 102- PEPu).*

Il montre une créativité dans les moyens d'aide didactique en inventant des moyens qui ne demandent pas beaucoup de matériels et d'effort, comme les modèles et les maquettes simples

« je me centre sur les choses qui ne sont pas très coûteuses, qui ne demandent pas beaucoup de matériel et des efforts pour les faire ou pour les réaliser … le modèle, ou par exemple la maquette de l'inspiration et de l'expiration » (TP.58- PEPu).

Par exemple, il réalise un modèle formé par deux ballons avec une bouteille en plastique et deux pailles pour montrer le fonctionnement du diaphragme lors de la respiration (Figure 40) et il plie un papier en zigzag pour montrer la grande surface d'échange dans un volume limité (Figure 41)

« alors j'ai cherché cette feuille de papier en forme de zigzag qui n'occupe pas alors un grand espace, mais qui est long en même temps…» (TP.30- PEPu).

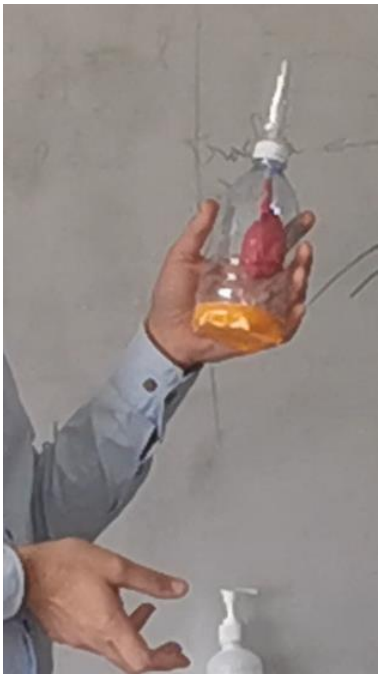


Figure 40: fonctionnement du diaphragme au cours de la respiration

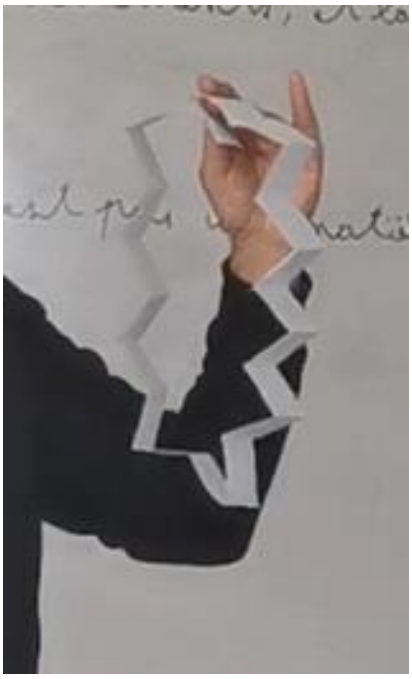


Figure 41: un papier plié en zigzag pour montrer la grande surface d'échange dans un volume limité

Le choix de ces moyens d'aide didactique est limité par leur disponibilité à l'école

« je suis finalement limité par les matériels disponibles, que ça soit à l'école, ou comme je t'ai déjà dit, si je veux leur demander quelque chose, ou préparer une certaine activité ou autres choses, je demande des choses simples, abordables, et qui sont peu coûteux » (TP.52-PEPu).

Il arrive même qu'il renonce à certains objectifs faute des moyens d'aide didactique nécessaires

« ... Il peut exister des objectifs que je ne présente pas explicitement dans ma préparation, car il n'y a pas de matériels disponibles pour pouvoir y arriver » (TP.56- PEPu).

Selon lui, le choix de moyens d'aide didactique est général mais respecte les différences individuelles

« bien sûr, en général, parce que sûrement je ne peux pas chercher le matériel pour chacun. Parfois il reste, que, je sente, que cet élève, peut-être, demande un peu plus de temps, ou un peu plus de travail pour comprendre, alors j'essaie moi-même de le motiver, de lui poser des questions, je lui demande quel est ton avis par rapport à ça par exemple ? Comment ça fonctionne ? Tu l'as compris ? Donc j'essaie, comment le dirais-je, voir ce qu'il a de plus que les autres… » (TP.60-PEPu).

Le niveau de maîtrise de la langue d'enseignement n'influence pas beaucoup son choix des moyens d'aide didactique

« n'influence pas beaucoup, je pense, car quand il va l'observer devant lui pour la première fois il va la considérer comme étrangère, la deuxième fois il va s'habituer, et ainsi de suite » (TP.98- PEPu).

Il a aussi recours à l'utilisation des exemples comme moyens d'aide didactique symboliques, le critère principal de choix des exemples est qu'ils soient compréhensibles par l'élève

« je donne un exemple qui correspond à son âge, à ce qu'il voit chaque jour, à ce qu'il observe chaque jour » (TP.74- PEPu).

Quant au moment de choix des moyens d'aide didactique, quelques-uns sont anticipés par l'enseignant lors de la préparation comme les exemples et les analogies qui se répètent chaque année, par exemple la comparaison du poumon à un ballon, de la trachée-artère à un roseau, de la ramification des bronches au sein des poumons à celles des branches d'un arbre… d'autres exemples proviennent au cours de l'explication en classe, sans être prévus au cours de la préparation

« Regardes, il y a des exemples qui sont peut-être année par année, et avec l'expérience, j'ai enseigné ce chapitre plusieurs fois, peut-être les exemples seront collés à ma pensée. Il y a aussi des exemples qui arrivent directement, c'est-à-dire je ne sais pas comment, il y a des choses qui arrivent comme ça, et même parfois je les écris pour ne pas les oublier, ces exemples que j'ai donnés, pour les réutiliser ultérieurement, peut-être dans une autre classe, une autre session, avec d'autres élèves. Je les réutilise. Donc oui, il y a des exemples que j'ai déjà préparés auparavant, et d'autres exemples qui arrivent à ma pensée comme ça » (TP.28- PEPu).

L'enseignante de l'école privée prépare une vidéo, qui est un moyen d'aide didactique multimodal, pour faire reconnaitre aux élèves l'appareil respiratoire au cours de la première séance du chapitre

« Moi, avant de commencer n'importe quel chapitre, pour faciliter et simplifier, nous utilisons la vidéo » (TP.44- PEPr). « Je me centre sur la vidéo car je pense que la vidéo est plus proche pour l'élève, il lui fait aimer, il ne sera plus ennuyé car tu ne lui parles plus de choses abstraites…quand

tu lui montres une vidéo, il découvre chaque partie, il aime, il va voir ce qu'il y a dans son corps… la vidéo est beaucoup mieux que la photo, car la vidéo contient des animations » (TP. 66-68- PEPr).

Elle mentionne aussi, dans son discours, l'importance des expériences de laboratoire

« Au laboratoire, les élèves, eux-mêmes, découvrent, nous travaillons devant les élèves et eux, les élèves travaillent et arrivent aux résultats prévues » (TP.46- PEPr).

Les visites scolaires sont aussi d'une importance indéniable selon l'enseignante de l'école privée

« on leur emmène à l'hôpital, au laboratoire pour leur montrer, tu comprends ? C'est selon l'âge et selon le mmm… les thèmes qu'ils ont dans le livre » (TP.122- PEPr).

D'autres moyens d'aide didactique matériels sont utilisés comme les documents, les photos et le mètre-ruban utilisé pour mesurer la longueur du tour de la poitrine pour comprendre le changement au cours de la respiration.

Pareillement à l'enseignant de l'école publique, l'enseignante de l'école privée considère comme critère principal de choix des moyens d'aide didactique matériels leur disponibilité à l'école. Quant aux moyens d'aide didactique symboliques comme les exemples, elle veille à se baser sur les connaissances puisées de la vie quotidienne des élèves, elle croise donc les moyens d'aide didactique symboliques avec leurs fonds de connaissances

« … des questions m'arrivent à partir des choses quotidiennes, qui leur sont familières, donc tu dois poser des questions vécues… » (TP.80- PEPr).

Elle respecte les différences individuelles entre les élèves *« Sûrement, je prends en considération les différences individuelles en choisissant les matériels » (TP.78- PEPr),* que ça soit 1) sur le plan des exemples donnés *« Je donne un exemple que tout le monde peut comprendre, c'est-à-dire je ne dirige pas l'exemple pour les… si tu veux les appeler les élèves distingués en classe, les meilleurs en classe, non, mmm, tu dois partir du niveau le plus bas au plus haut… » (TP.98- PEPr), 2)* ou sur le plan de type des moyens utilisés *« parfois par exemple, tu leur donnes un schéma autour de l'appareil, peut être tous peuvent faire la question correctement. Parfois tu leur donnes un texte, quelques-uns trouvent des difficultés à répondre… » (TP.106- PEPr), 3)* ou sur le plan de la diversité des niveaux de maîtrise de la langue d'enseignement chez les élèves *« puisque si l'élève*

de faible niveau en français ou de niveau moyen comprend, c'est fini, le problème sera résolu avec les autres. Ils n'auront plus de problème, car ils n'ont pas de problème dans la langue » (TP.100- PEPr).

Elle pense aux exemples comme moyens d'aide didactique lors de la préparation mais aussi au cours de l'intervention en classe

« en préparant, et lors de l'explication aussi » (TP.80- PEPr).

Elle mentionne la double fonction de quelques moyens d'aide didactique qui agissent sur le plan langagier et sur le plan conceptuel comme les textes

« il y a des indicateurs, il y a des signes dans le texte et c'est à lui (à l'élève) de l'extraire. En même temps qu'il extrait les informations scientifiques, tu l'aides en français, donc on travaille sur le contenu scientifique et sur la langue française » (TP.112- PEPr).

Le discours de **l'enseignante de l'école privée subventionnée** mentionne l'utilisation de plusieurs moyens d'aide didactique malgré que sa préparation écrite n'en prévoie pas. Par exemple, la maquette représentant le corps humain (Figure 42) qui montre les organes de l'appareil digestif et de l'appareil respiratoire tels qu'ils sont positionnés dans le corps humain

« il y a le modèle que tu as vu, la maquette qui représente le système digestif et le système respiratoire qui est au laboratoire, la maquette » (TP.142- PEPsub).



Figure 42: la maquette est un moyen d'aide didactique matériel pour démontrer les organes de l'appareil respiratoire

D’autres moyens d’aide didactique matériels, comme le ballon avec les pailles, sont utilisés :

« Dans le système respiratoire, nous avons aussi utilisé le ballon. Je ne sais pas si tu étais avec nous lorsque nous avons fait l’expérience avec le ballon, lorsque nous avons fait l’inspiration et l’expiration, seulement les ballons avec les pailles. Nous avons fait l’inspiration » (TP.144-PEPsub) et « des fiches, sur ces fiches sont présentés des photos, des dessins » (TP.152- PEPsub).

D’autres moyens d’aide didactique symboliques sont aussi mentionnés dans son discours comme les exemples référés à la vie quotidienne

« l’exemple doit être relié à sa vie quotidienne, il l’a déjà vu, non pas un exemple qui complique de plus l’explication. L’exemple doit correspondre au niveau de compréhension de l’élève, qu’il ne soit pas un grand exemple. C’est-à-dire il doit respecter son niveau de compréhension et qu’il l’a déjà vu dans sa vie quotidienne » (TP.192- PEPsub).

En ce qui concerne le moment de choix des moyens d’aide didactique, elle considère que

« quelques- uns étaient préparés et d’autres, il y a des moments où un élève pose une question, et à partir de la réponse, de nouvelles informations ressortent » (TP.36- PEPsub).

Par exemple, elle prépare des questions pour introduire le chapitre

« … il y a des questions que je prépare auparavant, je les pose, il y des questions pour entrer dans le chapitre … » (TP.46- PEPsub).

Elle distingue entre des moyens d’aide didactique généraux dont tous les élèves en profitent comme la maquette

« la maquette leur a beaucoup rapproché l’idée, c’est-à-dire tous les élèves ont compris » (TP.172- PEPsub)

et d’autres qui nécessitent des clarifications pour quelques élèves

« le document, il y a un élève qui va le comprendre tout seul, le lire et comprendre par exemple que contient le sang entrant et que contient le sang sortant et il y a un autre élève qui, non, ne peut pas tout seul distinguer, ou pouvoir comprendre de quoi s’agit-il dans ce tableau, je dois alors intervenir et lui faire rapprocher l’idée de plus » (TP.184-PEPsub).

Plusieurs facteurs conditionnent le choix des moyens d'aide didactique dont le plus important est la disponibilité à l'école

« selon les possibilités disponibles » (TP.166- PEPsub)

mais aussi la disponibilité chez les élèves

« les possibilités de l'école, par exemple qu'est-ce qu'il y a dans l'école, je dois les respecter. Ce que je trouve à l'école je les utilise, c'est tout. Par exemple le ballon mmm… le diaphragme, nous les avons faits par exemple, les élèves ont apporté de leurs maisons des ballons de baudruche et des bouteilles en plastique... Les possibilités de l'élève sont limitées. Je peux lui demander par exemple un ballon, c'est abordable » (TP.168- PEsub).

Selon elle, ce choix est aussi conditionné par le contenu visé

« chaque document, mmm chaque document a mmm une idée bien déterminée qu'il véhicule. La maquette ne peut pas véhiculer que l'intestin grêle a absorbé les nutriments, il n'a pas vu dans la maquette quelque chose qui absorbe, il a vu simplement les organes, où se situe chaque organe et c'est ça. Mais lorsqu'il voit le tableau et les données chiffrées, il va comprendre que ces nutriments étaient dans l'intestin grêle et qu'ils vont dans le sang, il sait que j'ai une absorption » (TP.198- PEPsub), « la maquette, selon moi, c'est pour que les informations entrent et se collent dans sa tête de plus » (TP.212- PEPsub) ; « le tableau, le graphe, l'image qu'il observe, il peut par exemple déduire, à partir de l'image. Ces choses travaillent sur la langue française de plus, ils vont améliorer la langue » (TP.214- PEPsub).

Le discours de l'enseignante de l'école privée subventionnée met en évidence qu'elle prend en considération le contexte bilingue dans lequel elle enseigne. Elle distingue entre des moyens d'aide didactique utilisés pour enseigner les concepts scientifiques sans se focaliser sur la langue d'enseignement et d'autres moyens à double rôle : transmettre le contenu scientifique et renforcer le niveau de maîtrise de la langue d'enseignement

« par exemple la maquette, la maquette qu'on a utilisée, ça va lui montrer seulement le trajet où il va observer les organes, mais lorsqu'il voit un document, un texte, il va analyser, en français, il va observer comme on a déjà dit la quantité de sang entrant, la quantité de sang sortant, tu as des

valeurs numériques. Nous sommes alors entrés dans les détails des informations de plus, et donc on parle du côté langagier » (TP. 196- PEPsub).

C'est pourquoi elle choisit le moyen selon son objectif

« selon le moyen utilisé, par exemple lorsqu'il a observé la maquette, mon objectif était de clarifier l'information, je ne voulais pas la langue, mais lorsqu'il a travaillé sur le graphe ou sur un document, ou autre, la langue est alors visée. Lorsque je lui demande de comparer des données chiffrées pour comprendre ce qui se passe, mon but est aussi qu'il améliore sa langue, mais lorsqu'il voit la maquette, ce n'est pas la langue qui est en focal, non, je veux qu'il comprenne l'information. C'est-à-dire, selon chaque objectif, on utilise un moyen bien déterminé… Lorsqu'il observe la maquette, l'objectif est que la forme entre dans sa tête de plus, mais là-bas, lorsqu'il explique ce qu'il observe, ici la langue intervient » (PEPsub- TP.208).

1.2.3.2. Les moyens d'aide didactique pour faciliter l'apprentissage du contenu scientifique

Les réponses des trois enseignants convergent dans le fait que le critère de choix principal des moyens d'aide didactique est leur disponibilité à l'école ou chez les élèves. Des moyens d'aide didactique sont communs aux trois enseignants, citons à titre d'exemple comme moyens d'aide didactique matériels la maquette représentant le corps humain utilisée pour montrer les organes de l'appareil respiratoire, les schémas, les photos, les dessins, le tableau comparatif de la composition en gaz entre l'air inspiré et l'air expiré et les différents documents des manuels scolaires[52] (Figure 43).

[52] Malgré la différence entre les livres de sciences utilisés dans les trois écoles, ces livres contiennent des documents semblables montrant les organes de l'appareil respiratoire, les changements observés lors des mouvements respiratoires, etc. (annexe 18).

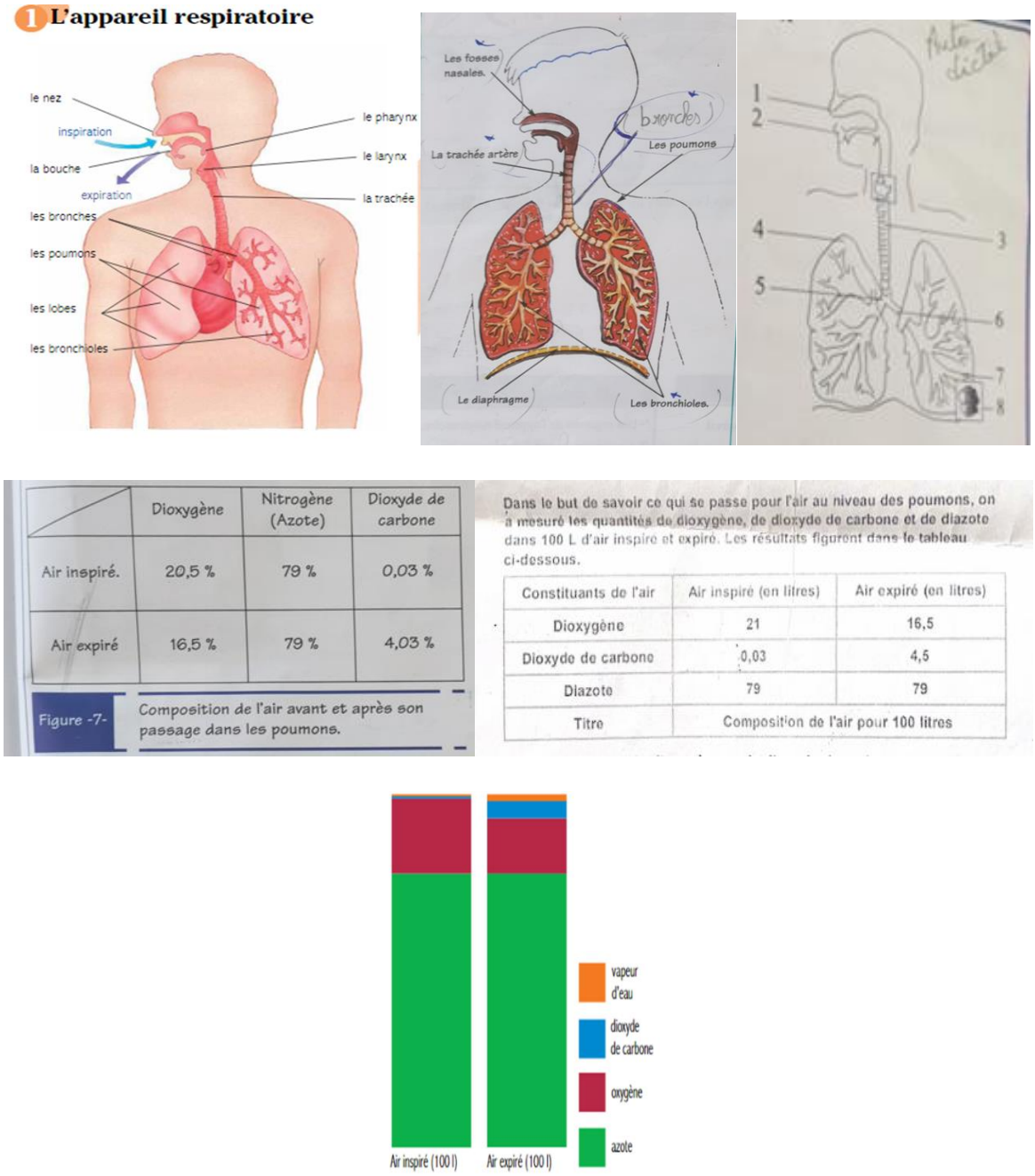


Figure 43: des documents semblables extraits de trois manuels scolaires utilisés

Des moyens d'aide didactique, surtout symboliques, sont communs aux trois enseignants comme les exemples et les analogies cités pour faciliter l'acquisition du contenu. Citons à titre d'exemple, la fameuse analogie utilisée dans les trois classes observées entre les mouvements respiratoires et le fait de gonfler et de dégonfler un ballon. D'autres moyens sont utilisés par un enseignant et pas par les autres comme la vidéo et des modèles créés par un enseignant et non par les autres.

Des moyens ont une visée générale et facilitent l'acquisition du contenu pour la plupart des élèves. Ces moyens aident à la création d'un espace hybride chez la majorité des élèves où a lieu le glissement du savoir quotidien au contenu scientifique. A titre d'exemple, l'observation de la formation de la buée lorsqu'on souffle sur un miroir pour montrer la présence de la vapeur d'eau dans l'air expiré. Cette expérience, effectuée dans les trois classes observées, aide la plupart des élèves à comprendre la présence de la vapeur d'eau dans l'air expiré qui apparait sous forme de la buée sur le miroir. Toutefois, ceci n'implique pas que l'élève comprenne la cause de l'apparition de la buée, voire la condensation de la vapeur d'eau et le changement d'état.

Des moyens d'aide didactique, surtout les moyens matériels, sont préparés par les enseignants au cours de la phase de planification, d'autres parviennent intuitivement ou résultent de leur expérience en classe sans préparation préalable en réponse à une question posée par un élève par exemple.

Le niveau de maîtrise de la langue française adoptée dans l'enseignement des sciences n'impose pas l'utilisation des aides didactiques spécifiques, surtout lorsqu'il s'agit des moyens matériels. C'est pourquoi nous trouvons des moyens communs aux trois classes malgré la différence dans le niveau de maîtrise de la langue française

« la langue n'influence pas beaucoup sur le choix de matériel, je pense, car il va l'observer devant lui. La première fois il va la considérer comme étrangère, la deuxième fois il va s'habituer, et ensuite de plus en plus, non. Donc, je ne pense pas que la langue soit un grand obstacle, non. Je veux dire la langue devant le moyen, puisqu'enfin il va voir le moyen devant lui, l'acquérir, peu importe la langue » (TP.98- PEPu).

En tout cas, l'objectif de l'utilisation des moyens d'aide didactique est de faire comprendre le contenu scientifique pour faciliter l'apprentissage

« l'objectif est de comprendre, n'importe quel moyen, le plus important c'est qu'ils comprennent, tu vois ? Lorsqu'ils comprennent, ça sera construit dans leur tête, je ne veux pas qu'ils apprennent comme des perroquets, non, on va comprendre… donc l'objectif est qu'ils comprennent sans avoir quelque chose qui leur est abstraite peu importe l'aide choisi… Quand il le comprend, c'est fini, il pourra l'apprendre rapidement… il sera capable d'apprendre son nom et son rôle aussi » (TP.88-90- PEPr).

1.2.4. La langue dans l'enseignement des sciences dans les déclarations des enseignants

Pour positionner le statut de la langue dans l'enseignement des sciences dans les classes bilingues observées, nous avons posé, lors des entretiens semi-directifs, des questions générales pour dévoiler la présence, ou non, d'une politique à l'école qui impose l'utilisation exclusive de la langue étrangère d'enseignement dans les interactions en sciences. Puis nous avons posé d'autres questions pour analyser le rapport des enseignants interviewés à la langue d'enseignement : s'ils la voient comme ressource ou bien comme obstacle, leur rapport au translangage et l'importance qu'ils accordent à l'acquisition de la langue étrangère d'enseignement dans les classes des sciences.

En réponse à la question « Q19 : Y a-t-il une politique ou une obligation concernant la langue d'enseignement des sciences dans votre école ? » (Tableau 27, page 147), les trois enseignants déclarent que leurs écoles adoptent une politique éducative imposant l'utilisation exclusive de la langue française dans l'enseignement des sciences :

«au cours de l'explication, tu dois parler seulement en français » (TP.80- PEPsub) ; « lorsque les conseillers pédagogiques viennent faire une visite scolaire, ils nous obligent, ils disent non, vous devez enseigner en français » (TP.76- PEPu) ; « les enseignants de maths, des sciences, oui, les sciences, oui, nous avons fait le B1. Nous l'avons fait au centre culturel français ici… nous ne pouvons dire aucun mot en arabe en classe. C'est interdit d'expliquer en arabe » (TP. 24-26- PEPr).

Pourtant, leurs discours montrent qu'ils ont des avis variés et se comportent différemment vis-à-vis de cette politique. Par exemple, **l'enseignant de l'école publique** évoque qu'il demande aux élèves d'utiliser la langue française surtout pour indiquer les concepts scientifiques et les encourage à s'exprimer en français même s'ils font des erreurs

« il y a les mots auxquels je veux qu'ils s'habituent, je les oblige. Parfois je pose une question et un élève me répond en arabe. Je lui dis, dis-moi en français, je veux l'entendre en français, prononce en français même si c'est faux. Il me parait nécessaire qu'il apprenne à prononcer, comment parler, comment lire, et même comment écrire. Donc il y a quelques mots qui sont les mots clés du chapitre que j'explique, ou aussi dans l'objectif que je veux dire, au moins ils doivent savoir les exprimer ou les dire en français, pour qu'ils s'y habituent bien sûr » (TP.86- PEPu).

L'enseignante de l'école privée affirme qu'elle ne permet pas aux élèves de parler en langue maternelle arabe, conformément à la politique éducative imposée par l'administration de l'école

« Celui qui a une question, il doit la poser en français … au cas où l'élève n'a pas compris, nous pouvons réexpliquer en utilisant une méthode plus simple, basée sur des choses, par exemple sur des photos, en utilisant des documents, tu lui expliques et il comprend c'est où, sur une vidéo, il comprend c'est comment, tu comprends ? Mais ce n'est pas tout de suite, car il y a des enfants que tu découvres, lorsqu'ils veulent faire production, ils traduisent de l'arabe en français, et c'est une grande faute » (TP.28- 36- PEPr).

L'enseignante de l'école privée subventionnée admet qu'elle explique au début en arabe pour que les élèves de faible niveau de maîtrise de la langue française comprennent ce qu'elle veut dire

« *de niveau faible, je peux dire bouche et ils ne comprennent pas par exemple, je suis obligée par exemple à dire bouche deux ou trois fois, enfin je lui dis bouche c'est-à-dire الفم, je dois lui traduire pour me comprendre…la traduction en arabe facilite l'explication, oui » (TP.84- PEPsub).*

Elle mentionne, dans son discours, que parfois les élèves lui demandent d'expliquer le sens des mots en arabe

« *parfois ils me posent la question, par exemple, que veut-dire en arabe ? » (TP.68- PEPsub).*

Selon elle, l'utilisation des gestes peut quelquefois compenser le recours à la traduction arabe

« j'essaie quelquefois en utilisant les gestes, aussi selon le niveau de la classe. Par exemple, j'ai une classe de niveau qui me permet de parler en français sans besoin de la traduction arabe, ils comprennent à partir des gestes seulement. Dire bouche et signaler ma bouche, estomac et leur montrer avec ma main mon estomac, donc je leur signale, par des gestes, en parlant, « bouche, estomac, œsophage » ils comprennent tout » (TP.82- PEPsub).

En revanche, elle déclare que les élèves de l'école privée subventionnée essayent normalement de s'exprimer d'abord en français, puis utilisent des gestes et enfin ils ont recours à la langue arabe comme dernière solution

« tout d'abord il (l'élève) va… par exemple je pose une question, lui il va essayer autant que possible, de répondre en français, peut être que la phrase, mmm, pas correspondante, pas du tout,

mais il va, eeee, mettre la réponse qu'il veut en français. S'il ne peut pas, il va, comme XXX, signaler avec des gestes, s'il n'arrive pas, c'est fini, il va me le dire en arabe » (TP.94- PEPsub).

1.2.4.1. La langue française et l'enseignement des sciences : ressource vs obstacle

Pour dévoiler le rapport de chaque enseignant à la langue étrangère d'enseignement et comment il observe cette langue surtout lorsqu'il prépare son action, nous avons posé la question « Q21 : Est-ce que vous trouvez que l'utilisation de la langue française dans l'enseignement des sciences se présente comme une ressource ou bien comme un obstacle pour l'apprentissage des élèves en sciences ? Expliquez » (Tableau 27, page 147).

Deux enseignants considèrent la langue française comme une ressource pour l'apprentissage des sciences :

L'enseignant de l'école publique affirme que l'adoption de la langue française pour enseigner les sciences est une ressource

« bien sûr, bien sûr, c'est une ressource enrichissante xxx parce que xxx actuellement la plupart des sciences…la plupart des recherches, toutes les choses, s'il veut continuer ultérieurement, cet élève plus tard, il faut qu'il reconnaisse le français ou l'anglais, donc c'est une ressource enrichissante pour lui » (TP.88- PEPu).

D'un autre côté, il affirme qu'il veille toujours à prendre en considération la dimension langagière dans sa préparation car lors de l'évaluation ultérieure, l'élève est obligé d'utiliser la langue française pour répondre aux questions

« dans l'examen il va faire évaluation écrite, il doit répondre en français, et surtout tu parles des sciences, il y a beaucoup des situations où il doit utiliser … décrire, faire une comparaison, il faut qu'il possède une langue » (TP.94- PEPu).

C'est pourquoi il trouve la langue française comme une ressource pour l'enseignement

« je préfère enseigner en français non pas en arabe, car ainsi l'élève gagne une langue sans le ressentir » (TP90- PEPu).

Selon l'enseignante de l'école privée, l'utilisation de la langue française pour enseigner les sciences permet d'éviter le problème du changement de la langue d'enseignement dans les classes les plus élevées[53]

« par exemple un concept, comme poumon, alvéoles, intestin, ces choses, ils ne sont pas habitués à les dire quotidiennement. Donc, si dès le début, dès l'âge de 3 ans, s'ils ont commencé à l'école à les apprendre en français ou parallèlement en anglais, ils ne les avaient pas appris en arabe et ils n'auraient pas le problème d'arriver en EB6, en EB5 ou EB6, pour passer de l'arabe en français ou de l'arabe en anglais… C'est difficile de faire le changement de l'arabe en anglais ou de l'arabe en français. C'est mieux de l'apprendre, dès la maternelle, en langue française ou anglaise. Ça… par contre… ça lui donne une richesse. Oui, une richesse » (TP.34- PEPr).

Le vocabulaire français des élèves sera enrichi

« je sens comme si, par contre, ça leur fait, mmm, enrichissement du vocabulaire, de leur vocabulaire. C'est très intéressant. Si ça se passe, parce qu'il y a des terminologies qui ne peuvent pas être traduites en arabe, scientifiquement… » (TP.30- PEPr).

L'enseignante trouve que « *les sciences aident le français… » (TP.42- PEPr)* dans la mesure où lorsque l'élève est obligé à utiliser le français pour s'exprimer en sciences, il va maîtriser progressivement la langue

« il y a des élèves qui, par exemple, lèvent le doigt pour poser une question, ils le font avec des erreurs, tu leur dis de cette façon en leur corrigeant la méthode, l'idée qu'il a, mais lui dire comment on pose la question. Petit à petit, ça va entrer dans sa pensée, il saura comment formuler la phrase, utiliser les termes scientifiques et poser la question » (TP.42- PEPr).

Elle parle implicitement d'une complémentarité entre les disciplines scolaires langagières et non langagières

[53] Au Liban, la langue étrangère (française ou anglaise) est utilisée pour enseigner les mathématiques et les sciences à partir des classes du troisième sous cycle du cycle primaire, équivalent au collège dans le système éducatif français (élèves âgés de 12 ans et plus). Pour les élèves des premier et deuxième sous cycles du primaire, le choix de la langue d'enseignement en mathématiques et en sciences est laissé aux parents et aux écoles.

« Par ce que, pas seulement le français aide les sciences, les sciences aussi aident le français, les maths, toutes les matières enseignées en français » (TP.28- PEPr).

L'enseignante de l'école privée subventionnée atteste que l'enseignement des sciences en français a une répercussion positive dans la mesure où il facilite la vie actuelle et future des élèves

« au futur, tout va passer en français, même par exemple, eeee, le nom d'un médicament, nous voyons par exemple le nom d'un médicament pour le système nerveux, par exemple tu vois « neuro », tu sais alors que c'est un médicament pour le système nerveux par exemple… toute leur vie quotidienne va être en français, donc s'ils apprennent en arabe, ça n'a rien à voir » (TP.76-78- PEPsub).

D'ailleurs, apprendre les sciences en français a une répercussion positive sur le niveau de maîtrise de la langue française, c'est donc une ressource

« lorsqu'il apprend avec moi des informations en sciences, il va les utiliser non seulement chez moi, il va les utiliser en français... les sciences, ça ne se limite pas aux sciences, il y a des matières, il y a des mots qui sont importants en français aussi » (TP.110-112- PEPsub).

Néanmoins, elle signale que, malgré qu'elle préfère, personnellement, enseigner les sciences en langue française

« l'apprendre en français est mieux, sciences comme sciences, non pas comme "علوم" » (TP.74-PEPsub),

or l'utilisation de la langue française peut quelquefois causer des obstacles surtout lorsque l'élève ne maîtrise pas la langue

« par exemple si j'ai un élève qui comprend toutes les informations en arabe, mais lors de l'évaluation, il n'arrive pas à expliquer, il ne peut pas me répondre, alors c'est un obstacle pour lui parce que la langue française a limité son interaction en classe… une fois c'est bénéfique, une fois il comprend tout, et les … les idées sont acquises et tout ça mais il n'arrive pas à s'exprimer lors de l'évaluation, et dans l'évaluation je ne peux pas l'aider en arabe. Ça va… ça va diminuer son niveau, ici elle se présente comme obstacle par rapport à l'élève. Mais si j'ai par exemple un autre élève qui comprend et tout va bien, il arrive à un stade où le français lui est beaucoup plus bénéfique… le plus, c'est la langue qui se pose comme obstacle devant lui. Peut-être il ne connait

pas que veut dire entrant, que veut dire sortant, et même peut être qu'il ne sait pas que veut dire quantité dès le début XXX quand il comprend la langue, il devient capable de lire le tableau et de comprendre le document tout seul, quand il maîtrise bien la langue » (TP.100-104-186-PEPsub),

donc à son avis, il faut d'abord maîtriser la langue avant de l'adopter pour enseigner les sciences.

1.2.4.2. Un compromis, le translangage

Le translangage invite les élèves et les enseignants bilingues à mobiliser toutes les ressources et les répertoires linguistiques disponibles (langue maternelle, langage oral, écrit, signes, symboles, gestes, etc.) pour s'exprimer sans frontières claires entre les langues utilisées (Karlsson et al., 2018, 2019, 2020). Le translangage peut être observé comme un compromis entre la langue maternelle et la langue étrangère d'enseignement. Lors des observations en classe, nous avons remarqué que les élèves ont recours au translangage pour interagir et que, parmi les trois enseignants observés, deux enseignants (l'enseignant de l'école publique et l'enseignante de l'école privée subventionnée) ont recours au translangage ou qu'ils traduisent, mot à mot, ce qu'ils expliquent. Ces observations nous ont poussés à poser des questions en relation avec le translangage lors des entretiens semi-directifs post séances. Pour comprendre le rapport des enseignants au translangage lorsqu'ils planifient leur travail, nous leur avons posé la question Q 22 : « Le recours au translangage vous semble-t-il servir l'enseignement des sciences dans un contexte bilingue ? » et nous leur avons expliqué ce que nous voulons dire par translangage (mélanger librement la langue maternelle avec la langue d'enseignement pour s'exprimer). D'ailleurs, pour les deux enseignants qui utilisent fréquemment la traduction (l'enseignant de l'école publique et celle de l'école privée subventionnée), nous leur avons aussi posé une deuxième question « Pendant l'observation des séances, nous avons remarqué que vous traduisez, mot à mot, ce que vous expliquez. Prévoyez-vous cette pratique lors de la préparation ? Et pensez- vous que traduire en arabe facilite l'explication ? ».

L'enseignante de l'école privée n'utilise pas du tout la langue maternelle arabe en classe et ne permet pas aux élèves de l'utiliser, elle considère que si elle impose l'utilisation exclusive de la langue française, l'élève va faire un effort et va y arriver, et s'il fait des erreurs, elle va l'aider

« Oui, oui, il se débrouille, c'est vrai, ce n'est pas nécessaire qu'il soit parfait, de répondre à toutes les questions, mais il reste capable de… car il y a des indicateurs, il y a des signes dans le

texte et c'est à lui de l'extraire, et en même temps, tu l'aides en français et il extrait les choses scientifiques que tu veux et en même temps on travaille sur la langue française » (TP.112- PEPr).

Elle refuse la traduction de crainte que l'élève reste coincé dans sa langue maternelle

« car il y a des élèves que tu découvres, lorsqu'ils veulent faire production, ils traduisent de l'arabe en français, et c'est une grande faute… très faux. Pense telle qu'elle est et ne traduis pas, ne fais pas traduction » (TP.36-38- PEPr).

Par contre, **l'enseignant de l'école publique** justifie le recours à la langue maternelle arabe, en tant que translangage ou que traduction, à la demande des parents des élèves

« Et puis les parents viennent me dire que leurs enfants ne comprennent rien en français. XXX alors je serai obligé, pour la plupart de temps, à expliquer en français et puis à tout répéter en arabe, et bien sûr ce qui me retarde, car c'est chronophage, pour que je puisse continuer et enseigner de nouvelles informations. Finalement ce qui m'intéresse est que l'élève comprenne ce que je dis. J'explique et j'explique mais enfin, peut-être il ne comprend pas la langue que je parle, c'est sûrement pour plusieurs raisons surtout la faiblesse linguistique à côté de beaucoup d'autres raisons… » (TP.76- PEPu).

Par conséquent, malgré que le recours au translangage demande beaucoup de temps

« malgré que ça prend du temps et me recule, honnêtement, ça me recule un peu pour pouvoir arriver à mon objectif lors de l'explication du chapitre » (TP.84- PEPu),

le translangage semble, pour l'enseignant de l'école publique, une solution qui permet de dépasser l'obstacle de la difficulté de la langue française

« je suis obligé d'expliquer en deux langues, en français et puis je répète en arabe, et même si tu as remarqué, il y a des choses que j'écris en arabe au tableau et je leur dis écrivez-les en crayon ou je trace un nuage et leur demande d'écrire le sens de ces mots, pour qu'ils puissent suivre avec moi » (TP.78- PEPu).

Ce recours au tanslangage n'est pas prédéterminé mais poussé par la réaction des élèves lorsqu'ils manifestent des difficultés

« je ne prévoie pas ça au cours de la préparation, mais lorsque je remarque que les élèves trouvent des difficultés à comprendre, je passe à la traduction en arabe pour les ramener au courant » (TP.78- PEPu).

L'enseignante de l'école privée subventionnée considère que le translangage, qui facilite temporairement l'apprentissage, peut causer une négligence de la part de l'élève

« regarde, ça va faciliter pour l'élève, ça va lui faciliter, mais il peut y avoir que, petit à petit, il pense qu'il n'y a pas besoin que j'apprenne en français, puisque je traduis en arabe et ça va. Donc peut-être ce n'est pas bien pour lui-même… c'est-à-dire il pense que ça va et que l'enseignante accepte et comprend ce que je veux dire en arabe, donc ce n'est pas la peine que j'apprenne les mots demandés en français, puisque je lui dis en arabe et ça va » (TP. 106-108- PEPsub).

Quelquefois, le faible niveau de maîtrise de la langue d'enseignement l'oblige à utiliser le translangue et la traduction

« selon le niveau de la classe, est-ce que si je continue à parler en français il va comprendre et acquérir les objectifs que je veux, ou c'est la même chose, je ne XXX donc si je continue à parler en français pendant toute la séance, et entrer en classe et sortir sans réaliser les objectifs, non, avoir recours à la traduction sera plus efficace » (TP.92- PEPsub).

Donc elle a recours à la traduction arabe comme dernière solution au cours de l'explication

« Lui traduire en arabe, je la laisse comme dernière solution, j'essaie plusieurs fois, et s'il ne comprend pas, je vais à la traduction arabe » (TP.132- PEPsub) ; « Par exemple l'estomac, ils reconnaissent que c'est le معدة, oui ils le reconnaissent. Mais encore, oui, je leur explique en arabe car pour le comprendre » (TP.72- PEPsub,).

Dans ce cas, l'utilisation de la langue maternelle arabe pour l'enseignement sert pour véhiculer les informations rapidement

« Efficace seulement pour l'acquisition de l'information, aussi dans l'accélération, elle rend rapide, il acquiert l'information plus rapidement seulement. C'est-à-dire au lieu de parler en français et qu'il ne comprenne pas, et que je fais des gestes et lui explique avec des gestes, elle accélère l'acquisition de l'information » (TP.126- PEPsub),

mais elle pose un problème lors de l'évaluation *« car peut être, au cours de l'examen, comme je te dis, il ne pourra pas l'écrire en arabe et par suite il ne pourra pas l'écrire en français car il ne l'a pas acquis en français, il l'a appris, de moi, en arabe » (TP.128- PEP sub).*

1.2.4.3. Situer l'acquisition de la langue par rapport à celle du contenu

Dans un contexte bilingue, les langues maternelle et étrangère se rencontrent et contribuent à l'apprentissage conceptuelle du contenu. La construction du contenu scientifique se fait simultanément avec celle de la langue utilisée pour communiquer ce contenu, on parle d'une construction intégrée des savoirs linguistiques et disciplinaires (Gajo, 2007). Pour analyser l'importance que chaque enseignant accorde à l'acquisition de la langue étrangère d'enseignement, nous avons posé la question « Q 23 : Donnez-vous de l'importance à l'acquisition de la langue d'enseignement ou bien vous pensez que le plus important c'est de comprendre le contenu peu importe la langue ou les moyens utilisés ?» (Tableau 27, page 147).

L'enseignant de l'école publique considère que l'importance de l'acquisition de la langue d'enseignement réside dans la nécessité de son utilisation lors de l'évaluation. Il conçoit la langue en tant que moyen de communication essentiel pour répondre aux questions lors de l'évaluation

« …. Par exemple si je suis au cours de l'explication de la leçon, je l'explique, et que pendant que j'explique, je pose à un élève une question et qu'il réponde en arabe pour la première fois, c'est ok, mais je vais l'habituer ensuite à répondre en français, car il va l'utiliser à l'écrit pendant l'examen, il va écrire ses réponses en français, en langue française non pas en langue arabe… (TP.92- PEPu) … « quand le chapitre est expliqué et que les compétences soient acquises, il doit répondre en français, comme je te dis, dans l'examen il va faire évaluation écrite, il doit répondre en français, et surtout tu parles des sciences, il y a beaucoup des situations où il doit utiliser … décrire, faire une comparaison, il faut qu'il ait une langue » (TP.94- PEPu).

Mais il affirme que le plus important pour lui est le contenu

« pour moi, je cherche le contenu, c'est plus important que la langue s'il l'acquière, ce qui importe le plus pour moi. Il reste parfois, peut-être il y a quelques mots, peut-être je suis obligé de les remplacer. Peut-être, je les reformule de façon à respecter le niveau de tous les élèves. Par exemple je me dis si je mets ce verbe ici, peut-être ils ne vont pas comprendre, alors je simplifie de plus » (TP.106- PEPu).

L'enseignante de l'école privée accorde une grande importance à l'acquisition de la langue parallèlement à celle du contenu enseigné. Elle encourage les élèves à utiliser exclusivement la langue française et même s'ils font des erreurs, elle les leur corrige. Selon son avis, de cette façon, elle leur renforce le niveau de maîtrise de la langue

« Les sciences aident le français. Pourquoi ? Car il y a des élèves qui, par exemple, lèvent le doigt pour poser une question, ils le font avec des erreurs, tu leur dis de cette façon en leur corrigeant la méthode, l'idée qu'il a, mais lui dire comment on pose la question. Petit à petit, ça va entrer dans sa pensée, il saura comment formuler la phrase, utiliser les termes scientifiques et poser la question » (TP.42- PEPr).

Pour **l'enseignante de l'école privée subventionnée**, l'acquisition de la langue d'enseignement est aussi importante que celle du contenu

« pas seulement les informations, les sciences avec le langage français, je veux la langue, je veux une langue, parce qu'il est maintenant en EB5, EB6, je lui donne maintenant en EB5 et EB6, il écrit maintenant le mot en français, il écrit des mots limités en français, mais il va arriver en biologie[54] par exemple, en EB7 et EB8, s'il n'a pas une langue française, il ne pourra pas, si je dis comparer, il ne pourra rien faire. Donc ces informations qu'il a acquises ne lui serviront à rien. Je vais … il va lui-même analyser un document, il va analyser un graphe, il doit encore avoir une langue française pour pouvoir s'exprimer, et ici le français s'intègre avec les sciences » (TP.114- PEPsub).

Elle signale aussi que la langue apprise par l'élève en sciences va lui servir dans d'autres disciplines

« lorsqu'il apprend avec moi des informations en sciences, il va les utiliser non seulement chez moi, il va les utiliser en français aussi XXX il va les utiliser dans plusieurs endroits » (TP.110- PEPsub).

C'est pourquoi elle considère que l'importance de l'apprentissage de la langue française d'enseignement va en parallèle avec celle du contenu scientifique.

[54] Au Liban, en classe EB7 (élèves de 12 à 13 ans), la matière « sciences » se disciplinarise en physique, chimie et biologie.

1.3. Synthèse du chapitre 1 : La médiation didactique de l'enseignant lors de la phase de planification

Ce premier chapitre est consacré à l'analyse de la médiation didactique opérée par l'enseignant lors de la phase de planification. Il vise à comprendre les choix et les démarches mobilisés par l'enseignant en amont de la situation de classe : comment il anticipe la séance, interprète les contenus à enseigner et élabore les dispositifs d'enseignement avant la rencontre effective avec les élèves.

L'analyse de cette phase englobe une analyse documentaire des fiches de préparation des trois enseignants et une analyse des réponses des enseignants aux questions de l'entretien semi-directif en relation avec la phase de planification. Pour chaque élément du cadre conceptuel, la même démarche est suivie au cours de l'analyse. Tout d'abord, nous avons observé le cas de chaque enseignant à part, puis nous avons croisé les trois cas pour arriver à une conclusion.

Nous avons commencé l'analyse des fiches de préparation par une présentation générale des préparations où nous avons remarqué une hétérogénéité dans la méthode adoptée par les trois enseignants. Pourtant, ces préparations se retrouvent dans le fait que la médiation didactique prédominante est conductrice : les trois enseignants veillent, dans leurs préparations, à conduire leurs élèves vers des réponses prédéfinies. Cet aspect de médiation est très clair dans la préparation de l'enseignante de l'école privée subventionnée qui prend la forme de cours à apprendre où l'enseignante prédéfinit ce que les élèves doivent apprendre et retenir par cœur. La préparation de l'enseignante de l'école privée est numérique, sous la forme de PowerPoint, où elle prend des photos du manuel scolaire en ajoutant les réponses aux questions posées et envisage conduire les élèves vers ces réponses attendues, d'où la médiation est aussi conductrice.

Ensuite nous avons analysé chaque préparation sous le prisme de chaque élément du cadre conceptuel.

Les performances didactiques prévues pour les élèves ne figurent pas comme éléments importants des trois préparations. L'attention est davantage portée sur les performances didactiques visées à construire chez les élèves. Ces dernières sont majoritairement de nature cognitive, à côté de quelques performances didactiques techniques.

Pour faciliter l'apprentissage, la médiation didactique des trois enseignants s'appuie sur les fonds de connaissances des élèves référés au milieu scolaire ou extrascolaire. Ces fonds de connaissances peuvent être mentionnés implicitement ou explicitement dans les trois préparations.

La médiation didactique inclue aussi l'utilisation des moyens d'aide didactique matériels, symboliques ou multimodaux pour faciliter l'apprentissage.

Notre travail s'effectue dans un contexte bilingue, ce qui nous oriente à mettre en évidence la dimension langagière dans la médiation didactique des enseignants. Nous avons observé, pour chaque enseignant, la langue adoptée dans la préparation et le type de langage utilisé. En termes de la langue adoptée, les préparations des trois enseignants sont rédigées exclusivement en langue française. Et en termes de type de langage, le langage verbal écrit est dominant. Le translangage et la traduction ne sont pas prévus dans les préparations.

L'analyse descriptive déjà effectuée est complétée par la mise en évidence, dans les préparations, du processus de modélisation. Nous avons repéré des situations de modélisation implicites dans la préparation de l'enseignant de l'école publique. Par contre, la préparation de l'enseignante de l'école privée montre plusieurs situations de modélisation explicitement mentionnées où elle envisage guider les élèves entre référent empirique et modèle scientifique. Quant à la préparation de l'enseignante de l'école privée subventionnée, elle met l'accent sur le contenu à apprendre plutôt que sur la façon selon laquelle ce contenu est enseigné, c'est pourquoi nous n'y avons pas trouvé de situations de modélisation explicitement mentionnées.

Nous avons complété l'analyse de la médiation didactique lors de la phase de planification en analysant les réponses des trois enseignants aux questions de l'entretien semi-directif en relation avec cette phase, donc avant leur intervention en classe. Nous avons observé comment chaque enseignant interprète le contenu à enseigner, quels sont les objectifs principaux et comment il planifie, en général, aider ses élèves à construire le contenu visé. Nous avons déduit que, malgré la présence des points communs entre les trois préparations, surtout ceux relatifs au contenu et aux objectifs principaux, les trois enseignants interprètent le contenu à enseigner différemment et ont différents rapports au savoir. L'enseignant de l'école publique déclare qu'il accorde la plus grande importance à l'enseignement du contenu (la définition, les organes et leurs rôles). L'enseignante de l'école privée souligne la plus grande importance à l'exploitation du contenu enseigné dans la vie quotidienne de l'élève. L'enseignante de l'école privée subventionnée part des connaissances

de la vie quotidienne des élèves comme entrée dans l'explication pour les aider à construire le contenu demandé et elle explique des informations supplémentaires en relation avec la vie quotidienne pour les intégrer dans l'apprentissage. Les trois enseignants affirment que les fonds de connaissances des élèves servent de point d'ancrage pour développer de nouveaux apprentissages. Ces fonds de connaissances peuvent être issus aussi bien du contexte scolaire que de leur environnement extrascolaire. Les enseignants interviewés déclarent qu'ils utilisent des moyens d'aide didactique au cours de la préparation pour faciliter l'apprentissage du contenu scientifique. Plusieurs facteurs influencent le choix de ces aides didactiques au cours de la préparation dont le critère de choix principal est leur disponibilité à l'école ou chez les élèves.

Comme nous avons déjà mentionné, la conduite de ce travail dans un contexte bilingue suscite un intérêt particulier pour la dimension langagière dans le discours des enseignants. Ceux-ci ont des visions différentes envers la langue d'enseignement. L'enseignant de l'école publique et celle de l'école privée considèrent que l'utilisation de la langue étrangère est bénéfique et constitue une ressource. En revanche, l'enseignante de l'école privée subventionnée précise que, malgré qu'elle préfère personnellement enseigner les sciences en français, cette option est susceptible de générer des obstacles, en particulier lorsque l'élève ne maîtrise pas suffisamment la langue d'enseignement. L'enseignant de l'école publique et celle de l'école privée subventionnée soulignent qu'ils ont recours au translangage comme compromis pour dépasser l'obstacle imposé par la langue étrangère. Par contre, l'enseignante de l'école privée utilise exclusivement la langue française dans les interactions en classe. Cette pratique découle de sa vision de la complémentarité entre l'enseignement des sciences et celui de la langue étrangère. L'enseignante de l'école privée subventionnée partage cette vision et considère que la maîtrise de la langue française accompagne nécessairement l'acquisition du contenu scientifique.

Les discours des trois enseignants interviewés ne mentionnent pas la modélisation dans la phase de préparation. Aucun des enseignants interviewés ne mentionne explicitement le concept de référent empirique ni mobilise un processus de modélisation dans son discours, ce qui nous laisse penser que cette dimension épistémologique ne figure pas d'une façon consciente dans les pratiques déclarées des enseignants. Toutefois, nous trouvons dans leur discours des exemples, des expériences vécues, mais sans montrer comment ils vont agir pour conduire les élèves vers le passage entre ces référents empiriques et les modèles scientifiques correspondants.

Dans le chapitre suivant, nous allons observer la médiation didactique des enseignants lors de la phase d'intervention en classe lorsqu'ils se trouvent en interaction directe avec les élèves, arrivant à comparer la médiation didactique prévue dans la phase de planification à celle incarnée dans la phase d'intervention en classe. Le schéma suivant (Figure 44) résume la démarche d'analyse de la médiation didactique de l'enseignant que nous avons suivie pour l'analyse de la phase de planification[55].

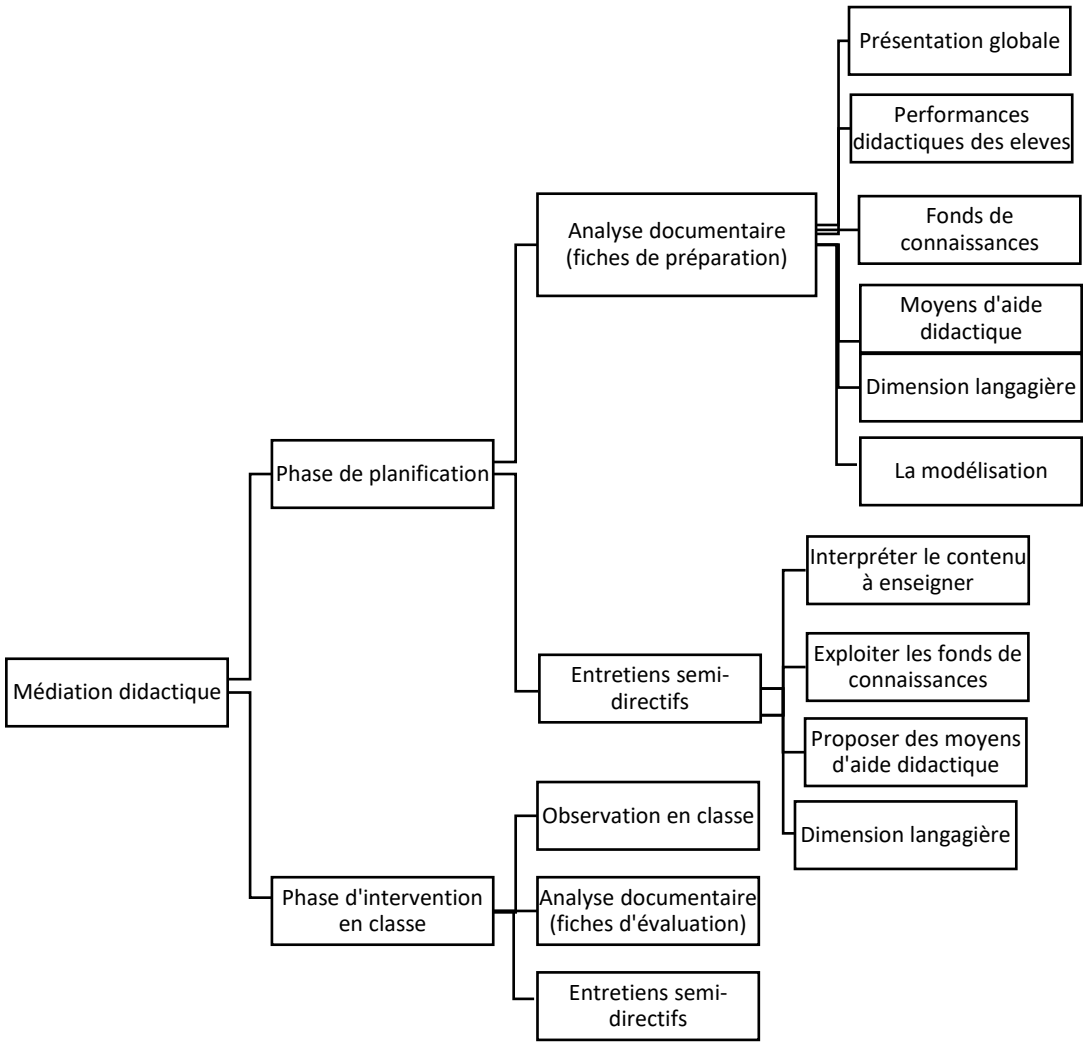


Figure 44: l'analyse de la médiation didactique de l'enseignant dans la phase de planification

[55] Ce schéma reprend la Figure 14, page 110 en y ajoutant les éléments relatifs à l'analyse des entretiens semi-directifs dans la phase de planification.

Chapitre 2 : la médiation didactique de l'enseignant lors de la phase d'intervention en classe

Introduction

La médiation didactique de l'enseignant est une action continue et dynamique basée sur une logique de complémentarité entre deux phases : la phase de planification où l'enseignant propose un plan de travail avant d'entrer en classe et la phase active ou le moment d'intervention où il « exerce » la médiation didactique lorsqu'il se trouve en face à face par rapport aux élèves. Cette complémentarité se manifeste souvent comme un guide de l'intervention didactique en classe. L'évaluation, quant à elle, met en avant les éléments centraux pour les acquis des élèves en sciences, donc ce qui est important dans les séances du point de vue de l'enseignant. D'où l'évaluation est une piste importante qui reflète la contribution de la médiation didactique de l'enseignant dans l'acquisition du contenu scientifique visé et qui guide la progression ultérieure de la médiation didactique. C'est pourquoi nous avons collecté les évaluations sommatives effectuées dans les classes observées que nous allons analyser dans le chapitre suivant. Bien que l'analyse des évaluations soit directement liée à la phase d'intervention en classe, nous avons fait le choix de les traiter dans un chapitre à part. Ce choix est motivé par la richesse des données recueillies qui demandent une analyse détaillée d'une part, et par le fait que l'analyse des évaluations permet de répondre à la troisième question de recherche d'autre part. Ce choix méthodologique d'organiser la troisième partie en trois chapitres permet d'assurer une correspondance claire entre chaque question et les données analysées.

Nous avons déjà analysé, dans le chapitre précédent, la médiation didactique de l'enseignant lors de la phase de planification. La médiation didactique de l'enseignant dans la phase d'intervention en classe sera traitée dans les deuxième et troisième chapitres pour comprendre comment il agit *in situ* pour aider les élèves à construire le contenu scientifique dans un contexte bilingue. Ensuite, dans la partie discussion, nous allons croiser les résultats pour comprendre le décalage entre ce que les enseignants prévoient lors de la planification et ce qu'ils font réellement lors de leur intervention en classe.

Trois types de données concernent la phase d'intervention en classe : les observations filmées qui seront analysées dans le deuxième chapitre ; les évaluations sommatives et les réponses des

enseignants aux questions des entretiens semi-directifs en relation avec la phase d'intervention en classe qui seront analysées dans le troisième chapitre. Pour chaque type de données, nous focalisons l'analyse sur les concepts principaux du cadre conceptuel, parmi d'autres, les performances didactiques des élèves, leurs fonds de connaissances, les moyens d'aide didactique et le translangage.

2.1. La médiation didactique de l'enseignant observée en situation de classes ordinaires

En vue de comprendre la médiation didactique de l'enseignant en situation de classe et comment il agit *in situ* pour aider les élèves à construire un contenu scientifique dans un contexte bilingue, nous avons analysé des séances observées et filmées. En considérant que les performances didactiques des élèves, manifestées sous forme des actions différentes (des gestes, des paroles, des écrits et même de silence) structurent l'évolution de l'action de l'enseignant et *« constituent le moteur essentiel, mais non exclusif, de l'évolution du système didactique* » (Zaid, 2012, p.132), nous nous intéressons à la médiation didactique de l'enseignant comme étant une succession d'espaces hybrides (Bakhtine (1934/1981)) créés en réponse aux performances didactiques des élèves dans un contexte bilingue. La médiation didactique est aussi observée dans le sens de l'action de l'enseignant sur les performances didactiques des élèves. Pour les observations en classe, nous analysons comment les performances didactiques des élèves conduisent la dynamique de l'évolution de l'action de l'enseignant dans un contexte bilingue et réciproquement, comment la médiation didactique de l'enseignant agit sur les performances didactiques des élèves.

Notre objectif est d'observer les interactions en jeu dans leur environnement ordinaire, c'est pourquoi nous avons agi, lors des observations, en tant que simple observateur de ce qui se passe sans aucune intervention, il s'agit donc des observations en situation des classes ordinaires.

Comme déjà mentionné, 29 séances sont observées et filmées dans trois classes situées dans trois écoles différentes qui représentent les trois types d'écoles dans le système éducatif libanais. Chaque séance observée constitue un système complexe d'interactions enseignant, élèves, contenu, contexte matériel et social (Zaid, 2012). Dans ce système, c'est la médiation didactique de l'enseignant qui nous importe, car nous cherchons à comprendre comment l'enseignant agit pour faire progresser la séance et comment il va aider les élèves à construire le contenu scientifique lors des interactions langagières en classe bilingue. Autrement dit, comment l'enseignant des sciences essaie, dans l'interaction, de permettre à l'élève de comprendre les concepts, d'acquérir la démarche et de s'exprimer en langage scientifique.

Dans notre cas, nous sommes dans une situation particulière : la situation bilingue. L'enseignement des sciences a lieu en langue française, langue étrangère pour l'enseignant et pour les élèves. Les interactions prennent alors deux dimensions : la première dimension, non limitée au cas du

contexte bilingue, implique le passage d'un discours quotidien vers un discours scientifique (Karlsson et al., 2020), la deuxième dimension, spécifique au contexte bilingue, renvoie au passage de la langue maternelle vers la langue d'enseignement des sciences.

Deux chapitres étaient sujets à l'observation « l'appareil digestif » et « l'appareil respiratoire ». Comme nous l'avons explicité dans la partie méthodologique (cf. page 77), le grand nombre de séances observées nous a conduit à focaliser notre analyse sur l'appareil respiratoire uniquement. À cela s'ajoute d'autres motifs de sélections des moments retenus pour l'analyse.

Premièrement, concernant les enregistrements vidéo, nous avons utilisé deux caméras : une caméra placée au fond de la salle de classe qui permet de filmer l'enseignant et les élèves et de détecter les interactions qui ont lieu en classe et une deuxième caméra, focalisée sur une paire d'élèves, choisie par l'enseignant pour filmer les interactions entre eux. Mais puisque le recours au travail de groupe était rare dans les trois classes observées et que l'enseignant joue le rôle principal en classe, les interactions avaient principalement lieu entre l'enseignant et les élèves alors que les interactions entre les pairs d'élèves filmées par la deuxième caméra étaient rares. Nous limitons notre analyse sur les enregistrements de la première caméra focalisée sur la totalité de chaque classe observée, voire les enregistrements montrant les interactions entre l'enseignant et les élèves.

Deuxièmement, dans la mesure où nous avons voulu comprendre la médiation didactique de l'enseignant et les performances didactiques des élèves, nous avons fait le choix de focaliser l'analyse des observations filmées sur des moments particuliers (Bisault, 2008). Est défini comme moment particulier le moment où se manifeste l'interdépendance entre les performances didactiques des élèves et l'action de l'enseignant (Zaid, 2012). Pour expliquer plus clairement, lors d'une séance de sciences, pendant que l'enseignant explique normalement le contenu en langue française, il reçoit un retour d'un ou de plusieurs élèves manifesté sous la forme de performances didactiques cognitives, techniques, sociales ou de silence (ibid) et c'est le retour des élèves qui va guider la progression du travail de l'enseignant. Nous avons choisi ce laps de temps où la réaction de(s) élève(s), manifestée en tant que performances didactiques, oriente la médiation de l'enseignant vers la création des espaces hybrides selon plusieurs modalités : 1) en mobilisant les fonds de connaissances des élèves, 2) en utilisant des moyens d'aide didactique matériels ou symboliques, 3) en ayant recours à des pratiques qui visent à faciliter le dépassement de l'obstacle de la langue comme la traduction ou le translangage, ou en combinant plusieurs pratiques à la fois.

Dans ce qui suit, seuls les segments montrant l'action de l'enseignant lorsqu'elle est suscitée par des performances didactiques des élèves sont considérées dans l'analyse. Ces moments particuliers figurent dans l'annexe (Annexe 17). Les événements liés à des prises de décision de l'enseignant seul (Zaid, 2012) ne figurent pas dans la thèse.

Pour une analyse plus approfondie de la médiation didactique de l'enseignant, nous nous intéressons à la recherche de la modélisation dans les moments particuliers en jeu. Nous cherchons en quoi la médiation didactique de l'enseignant, stimulée par les performances didactiques des élèves et qui peut avoir lieu selon trois modalités principales, fait appel à un processus de modélisation manifesté par des allers et des retours entre référent empirique et modèle scientifique.

2.2.Evolution de l'action de l'enseignant et performances didactiques des élèves

La pratique de l'enseignant est conçue comme une médiation didactique externe agissant sur la médiation cognitive interne de l'élève dans le processus d'objectivation élève-contenu (Lenoir, 1996). Les performances didactiques des élèves (Daunay, 2008 ; Reuter, 2011 ; Zaid, 2012) qu'elles soient cognitives, sociales, techniques ou de silence (Zaid, 2012) reflètent la médiation cognitive interne de l'élève et agissent sur la médiation didactique de l'enseignant.

Nous avons analysé les moments montrant l'action de l'enseignant lorsqu'elle est suscitée par des performances didactiques des élèves. Le tableau suivant (Tableau 28) montre le nombre de moments particuliers en fonction des types de performances didactiques déclenchant ces moments dans chaque classe observée.

Ecole[56] / Performances	Publique (EPu)	Privée Payante (EPr)	Privée Subventionnée (EPsub)	Total
Cognitive	13 soit 92% des moments particuliers	14 soit 82% des moments particuliers	17 soit 77% des moments particuliers	44
Sociale	5	2	3	10
Technique	0	2	0	2
Silence	2	1	4	7
Total	20 (6 doublons) 14 moments particuliers	19 (2 doublons) : 17 moments particuliers	24 (2 doublons) : 22 moments particuliers	63[57] (53 moments particuliers)

Tableau 28: le nombre de moments particuliers en fonction des types de performances didactiques déclenchant ces moments dans chaque classe observée

Les séances observées dans les trois classes montrent la dominance des situations d'enseignement « frontal » marquées par la prédominance du « cours magistral », l'omniprésence de l'enseignant et le statut passif des élèves. Ceci se reflète par la prédominance des moments suscités par des performances cognitives (70%) par rapport à ceux suscités par des performances sociales (16%),

[56] Nous précisons que le critère du type d'établissement n'est pas fondamental.

[57] Le nombre total des moments particuliers est 53 car il y a huit moments particuliers où la médiation didactique de l'enseignant est suscitée pas des performances cognitives et sociales à la fois, un moment particulier où la médiation didactique de l'enseignant est suscitée pas des performances cognitive et technique à la fois et un moment particulier où la médiation didactique de l'enseignant est suscitée pas des performances cognitives et de silence à la fois. Par exemple l'élève demande la parole (demander la parole pour poser ou répondre à une question, donc performance sociale) et en même temps pose une question qui manifeste un savoir antérieur déjà construit (donc performance cognitive).

parmi lesquels (13%) sont suscités par des performances cognitives et sociales à la fois, des performances de silence (11%) et des performances techniques (3%).

2.3.Une médiation didactique suscitée par les performances des élèves selon trois modalités

La médiation didactique de l'enseignant, suscitée par les performances didactiques des élèves, agit pour créer un espace hybride convenable selon plusieurs modalités parmi d'autres : l'exploitation des fonds de connaissances des élèves, l'utilisation des moyens d'aide didactique ou le recours à des pratiques qui simplifient le dépassement de l'obstacle langagier comme le translangage ou la traduction comme le résume la Figure 6 (Figure 6, page 53).

Parmi les moments particuliers où la médiation didactique de l'enseignant est suscitée par les performances didactiques des élèves, nous trouvons 35 moments où la médiation didactique tend à mobiliser les fonds de connaissances des élèves, 39 moments où la médiation didactique tend à utiliser des moyens d'aide didactique, 28 moments où la médiation didactique se dirige vers l'utilisation des pratiques qui simplifient le dépassement de l'obstacle langagier. Ces trois modalités de moments didactiques ne sont pas isolées, ce qui explique que la somme totale (35 + 39+ 28= 102) est beaucoup plus grande que le nombre total des moments particuliers (53 moments particuliers). Pour mieux expliquer, le Tableau 29 montre les modalités de la médiation didactique dans les trois classes observées.

Médiation didactique mobilisant : / Classe dans une :	Fonds de connaissances des élèves	Utilisation des aides didactiques	Translangue ; traduction ; etc.	Fonds de connaissances + aides didactiques	Fonds de connaissances + translangue	Aides didactiques + translangue	Les trois modalités ensemble	total
Ecole publique	0	2	0	5	1	1	5	14
Ecole privée	1	7	1	4	1	1	2	17
Ecole privée subventionnée	3	1	3	2	4	2	7	22
Total	4	10	4	11	6	4	14	53

Tableau 29: les modalités de médiation didactique dans les trois classes observées

Nous avons organisé un tableau détaillant chaque modalité de médiation didactique en fonction des types de performances didactiques qui la mobilisent dans chacune des trois classes observées (Tableau 30).

	Médiation didactique mobilisant : / Type de performance didactique	Fonds de connaissances des élèves	Utilisation des aides didactiques	Translangue ; traduction ; etc.	Fonds de connaissances + aides didactiques	Fonds de connaissances + translangue	Aides didactiques + translangue	Les trois modalités ensemble	total
Ecole publique	Cognitive	0	2	0	2	0	0	3	7
	Sociale	0	0	0	0	0	0	0	0
	Technique	0	0	0	0	0	0	0	0
	De silence	0	0	0	1	0	0	0	1
	Cognitive +sociale	0	0	0	2	1	1	1	5
	Cognitive + technique	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cognitive + silence	0	0	0	0	0	0	1	1
Ecole privée	Cognitive	1	4	0	4	0	1	2	12
	Sociale	0	0	1	0	0	0	0	1
	Technique	0	1	0	0	0	0	0	1
	De silence	0	1	0	0	0	0	0	1
	Cognitive +sociale	0	0	0	0	1	0	0	1
	Cognitive + technique	0	1	0	0	0	0	0	1
	Cognitive + silence	0	0	0	0	0	0	0	0
Ecole privée subventionnée	Cognitive	2	1	2	4	0	0	6	15
	Sociale	0	0	1	0	0	0	0	1
	Technique	0	0	0	0	0	0	0	0
	De silence	0	0	0	2	0	1	1	4
	Cognitive +sociale	1	0	0	0	0	1	0	2
	Cognitive + technique	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cognitive + silence	0	0	0	0	0	0	0	0

Tableau 30: La médiation didactique en fonction du type des performances didactiques dans chacune des classes observées.

Dans ce qui suit, seront explicités des exemples des moments particuliers représentant des situations où la médiation didactique de l'enseignant est suscitée par les différentes types de performances didactiques. Pour un travail systématique, nous avons regroupé les moments particuliers suscités par des performances didactiques des élèves selon la médiation didactique mobilisée par l'enseignant. Trois groupes principaux en ressortent : 1) une médiation didactique mobilisant des fonds de connaissances des élèves ; 2) une médiation didactique mobilisant des moyens d'aide didactique et 3) une médiation didactique basée sur des pratiques pour dépasser l'obstacle langagier dans un contexte bilingue.

2.3.1. Une médiation didactique mobilisant des fonds de connaissances des élèves

Nous nous intéressons particulièrement dans cette partie aux moments particuliers où l'enseignant tend à privilégier l'exploitation des fonds de connaissances des élèves pour les aider à construire le contenu scientifique. Nous distinguons deux types de fonds de connaissances : des fonds de connaissances puisés du milieu scolaire des élèves et des fonds de connaissances puisés de leur milieu extrascolaire. De plus, lors de l'analyse des séances, nous avons remarqué que les trois enseignants ont recours à la même expérience pour montrer la présence de la vapeur d'eau dans l'air expiré, or chacun d'eux se réfère aux fonds de connaissances des élèves selon une médiation didactique différente de celle des autres. C'est pourquoi nous avons décidé d'analyser les moments particuliers en relation avec cette expérience comme un sous-titre à part. Nous affirmons ici que notre travail s'effectue dans une visée compréhensive et il ne s'agit pas de comparer les pratiques des trois enseignants.

Nous avons aussi détecté des moments particuliers où les performances didactiques des élèves reflètent des conceptions fausses et où la médiation didactique de l'enseignant vise à les corriger. Vue que les conceptions fausses ou conceptions alternatives des élèves constituent des obstacles « *décrites comme des structures et modes de pensée résistants* » (Astolfi et Peterfalvi, 1997, p.193), nous consacrons une partie pour expliciter la médiation didactique des enseignants mobilisant des fonds de connaissances des élèves pour leur corriger des conceptions fausses.

2.3.1.1. Une médiation didactique mobilisant des fonds de connaissances des élèves référés au milieu scolaire

Parmi les situations où les performances didactiques des élèves agissent sur la médiation de l'enseignant, nous trouvons des moments particuliers où l'enseignant a recours à mobiliser les fonds de connaissances puisés du milieu scolaire des élèves, nous en avons choisi quelques exemples.

Dans le premier exemple, l'enseignante de l'école privée subventionnée mobilise les fonds de connaissances des élèves concernant la photosynthèse, donc référés au milieu scolaire, et s'y appuie pour expliquer la différence entre photosynthèse et respiration. Dans le deuxième exemple, elle s'appuie sur leurs fonds de connaissances relatives à la notion de la protection en rappelant le rôle de la cage thoracique dans la protection du cœur, puis en mentionnant le rôle de la coque protectrice du téléphone arrivant à expliquer le rôle de la cage thoracique dans la protection des

poumons. Dans le troisième exemple, elle leur demande de se baser sur une comparaison qu'ils ont déjà faite ensemble en classe pour faire une nouvelle comparaison. Dans ce qui suit, nous présentons ces exemples d'une manière plus approfondie.

Le premier extrait se situe au début de la séquence « l'appareil respiratoire » à l'école privée subventionnée (Figure 45). Après un court moment où l'enseignante introduit le chapitre « l'appareil respiratoire » en posant des questions comme « qu'est-ce que je fais pendant le jour et la nuit ? », « pourquoi je respire ? », « qui respire ? », etc. et lorsqu'elle dit que lors de la respiration « *le système respiratoire fait entrer le dioxygène et ressortit le dioxyde de carbone* », une élève dit que ça ressemble à la photosynthèse (performance cognitive).

37	M	Le système respiratoire fait entrer le dioxygène et ressortit le dioxyde de carbone (l'enseignante lit la phrase du manuel scolaire en faisant des gestes pour expliquer le sens de ressortit) برميه، باخذ الأوكسيجين وبكب ثاني أوكسيد الكربون *Je le jette, je prends l'oxygène et je jette le dioxyde de carbone*
38	Ilaf	**Madame, متل ال photosynthèse** ***Madame* (l'élève appelle l'enseignante), *c'est comme la photosynthèse***
39	M	عكس ال photosynthèse *C'est le contraire de la photosynthèse* بال Photosynthèse؟ شو أخذنا *Dans la photosynthèse, qu'est-ce que nous avons pris ?*
40	E	XXX
41	E1	أخذنا ال Dioxyde de carbone وبزت الأوكسيجين *Nous avons pris le dioxyde de carbone et je jette l'oxygène*
42	M	برافو أنا بال photosynthèse؟ أخذت أنها بتصير بس بالنهار ولكن بتنفس أيمتى *Bravo, lors de la photosynthèse j'ai vu que ça se passe pendant la journée mais je respire quand ?*
43	E1	بالليل وبالنهار *Pendant la nuit et le jour*
44	M	ع طول، يعني إذا عم بعمل respiration, شو رح آخذ؟ (l'enseignante trace un schéma au tableau pour résumer) *Toujours, c'est-à-dire si je fais la respiration, qu'est-ce que je prends ?*
45	E	Dioxygène
46	M	وشو رح ضهّر؟ *Et qu'est-ce que je fais ressortir ?*
	EEE	Dioxyde de carbone

Figure 45: Une performance didactique cognitive suscitant une médiation didactique conductrice mobilisant les fonds de connaissances référés au milieu scolaire

Dans cet extrait, une élève mobilise ses fonds de connaissances puisés du milieu scolaire pour essayer de trouver un lien entre ce qu'elle connait déjà et le nouveau contenu enseigné. Le sujet se décale de l'objectif principal, mais l'enseignante exploite cette remarque pour mobiliser les fonds de connaissances concernant la photosynthèse et les considérer comme point d'appui pour comprendre la différence entre photosynthèse et respiration. Elle répond « *c'est le contraire de la photosynthèse* » et elle pose de nouvelles questions pour rappeler aux élèves la photosynthèse et s'y baser pour comprendre la respiration. Donc en réponse à la performance didactique cognitive

manifestée par l'élève, l'enseignante, qui avait procédé selon une médiation explicative en citant le rôle du système respiratoire, passe à adopter une médiation didactique conductrice en posant des questions successives qui guident les élèves à mobiliser leurs fonds de connaissances référés au milieu scolaire arrivant à comprendre la différence entre la photosynthèse et la respiration (Figure 46).

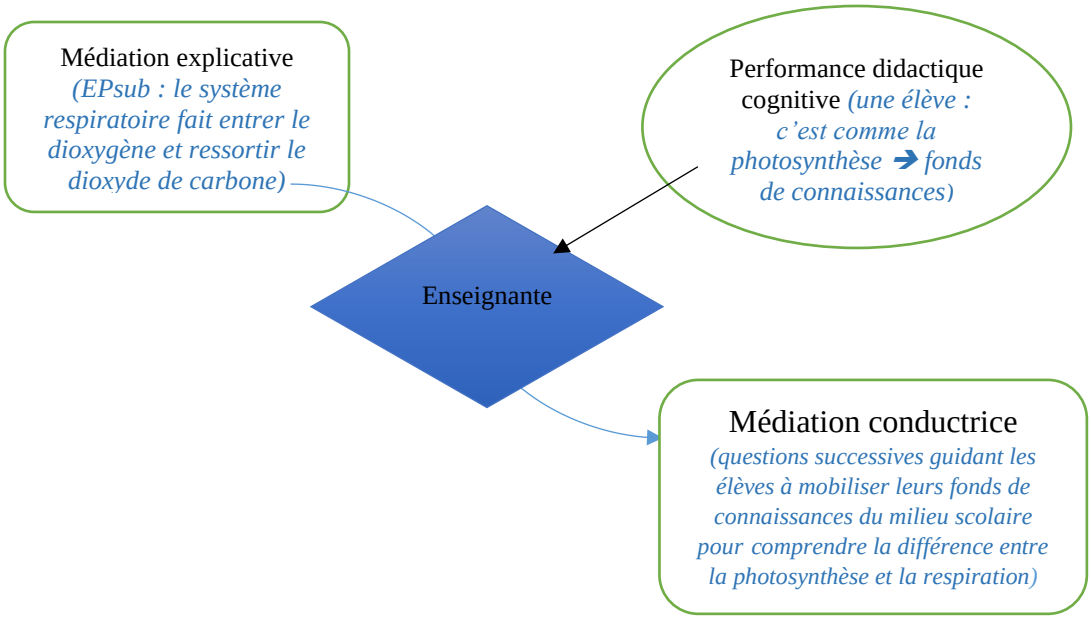


Figure 46: l'enseignante passe d'une médiation explicative à une médiation conductrice sous l'action d'une performance didactique cognitive manifestée par une élève.

Pour conclure, l'intention de l'enseignante est d'expliquer le phénomène de la respiration. Une élève se base sur ses fonds de connaissances puisés du milieu scolaire et fait le lien entre la respiration et la photosynthèse déjà appris. L'enseignante profite de cette remarque et s'y base pour poser des questions qui poussent les élèves à y ancrer le nouveau contenu. Finalement, l'enseignante revient à son objectif et trace au tableau un schéma qui montre les échanges gazeux (Figure 47).

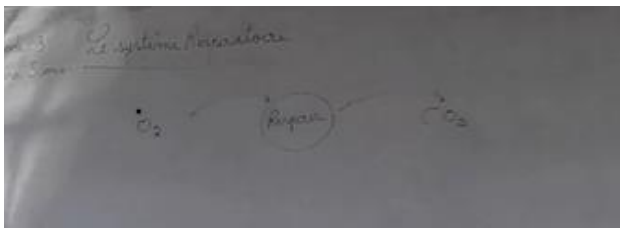


Figure 47: lors de la respiration, le corps absorbe du dioxygène et rejette du dioxyde de carbone

Dans la même séance, l'enseignante trace un schéma de l'appareil respiratoire et nomme les organes. Une élève se rappelle que l'enseignante leur a expliqué autrefois la présence d'une chose qui protège le cœur signalant ainsi la cage thoracique « *il y a ici quelque chose en fer qui protège le cœur si on tombe* ». Face à cette performance cognitive manifestée par l'élève, l'enseignante passe de la médiation conductrice, où elle avait recours à poser des questions successives, à une médiation réflexive où elle pose une question qui guide à une réponse de nature explicative *(Maintenant si je m'arrête de respirer que se passe-t-il ?)*. Elle explique l'importance des poumons et le rôle de la cage thoracique dans leur protection, en se référant au rôle de la coque protectrice du téléphone, une chose vue quotidiennement par les élèves (Figure 48).

135	Z1	**شرحتيلنا مرة أنو في هون شي بيجي حديد، بيحمي القلب حتى إذا وقعنا مانتأذى**
		Tu nous as expliqué autrefois qu'il y a quelque chose ici en fer qui protège le cœur pour que si nous tombons nous ne serons pas endommagés.
136	M	برافو، شو هو هذا؟
		هذا القفص الصدريcage thoracique هذا ال
		poumons رح شوف بعد شوي أنو هول ال
		مهمين كتير وما فيي عيش بلاهم صح؟
		Bravo, c'est quoi ça ? C'est la cage thoracique. Je vais voir plus tard que ces poumons sont très importants et sans lesquels je ne peux pas vivre.
137	E	عنصر أساسي *Un élément principal*
138	M	أنا إذا هلق بوقف إتنفس شو بيصير؟ *Maintenant si je m'arrête de respirer que se passe-t-il ?*
139	E	بموت *Je meurs*
140	M	بموت، يعني هني مهمين أو لا؟ *Je meurs, donc ce sont importants ou non ?*
141	E	بلى *Si*
142	M	طيب أنت كل شي مهم بحياتك، كل شي بتحبيه شو بتعمليلو؟
		Donc tout ce qui est important dans ta vie, tout ce que tu aimes qu'est-ce que tu lui fais ?
143	E	XXX
144	M	مثلا" تلفونك شو بتعمليلو؟
		Par exemple, ton téléphone, qu'est-ce que tu lui fais ?
145	E1	بحميه
		je le protège
146	M	**برافو التلفون كتير مهم، منحبو منخاف عليه شو منحطلو؟**
		Bravo, le téléphone est très important, nous l'aimons, qu'est-ce qu'on lui met pour le protéger ?
147	E+M	وحماية وغلاف cover
		Une coque protectrice
148	M	طيب هول ال Poumons ce sont très important dans la vie
		Et alors ces poumons sont très importants dans la vie
149	E+M	كتير مهمين بحياتنا *très important dans notre vie*
150	M	بشو عملنالهم حماية؟ *par quoi nous les avons protégés ?*
151	Z1	بال cage thoracique *par la cage thoracique*
152	M	بالcage thoracique بالقفص الصدري *par la cage thoracique*

Figure 48: Une performance didactique cognitive suscitant une médiation réflexive mobilisant des fonds de connaissances puisés du milieu scolaire

Les fonds de connaissances mobilisés par l'élève, selon une performance didactique cognitive, sont référés au milieu scolaire (ils ont déjà appris, à l'école, que la cage thoracique protège le cœur). Face à cette performance cognitive, l'enseignant, qui adoptait une médiation conductrice passe à une médiation réflexive.

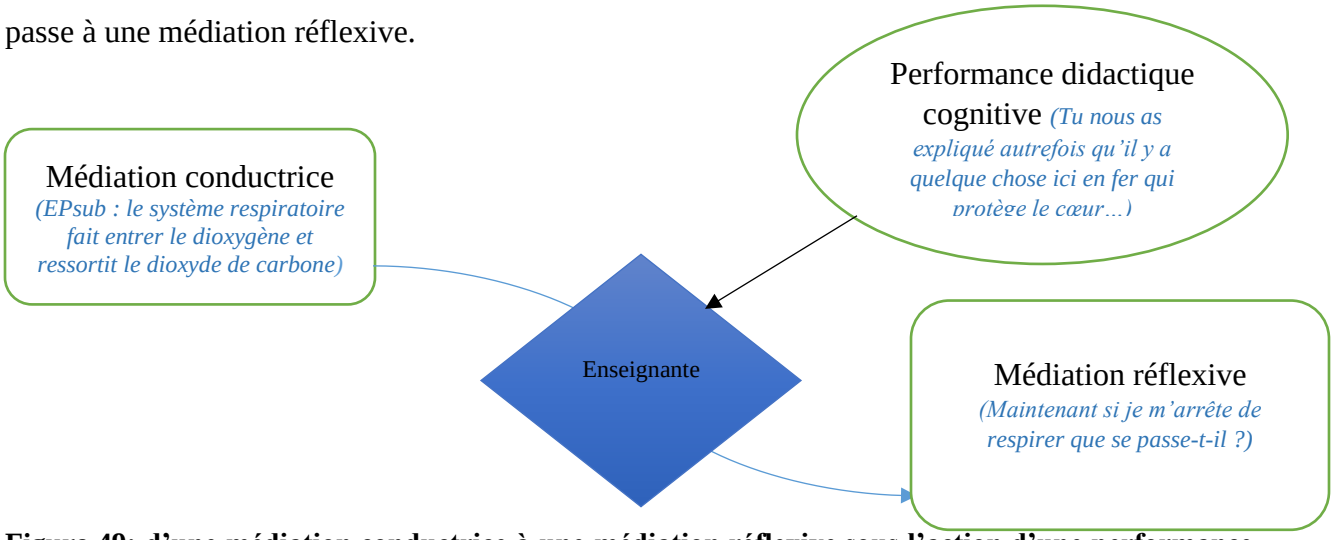


Figure 49: d'une médiation conductrice à une médiation réflexive sous l'action d'une performance didactique cognitive

Restons dans la classe de l'école privée subventionnée où, lors d'une autre séance, dans le but de savoir ce qui se passe pour le sang au niveau des poumons, l'enseignante PEPsub demande aux élèves de travailler en binômes pour résoudre un exercice supplémentaire. La tâche est de comparer la quantité de dioxygène et celle de dioxyde de carbone dans le sang entrant et dans le sortant des poumons (Figure 50).

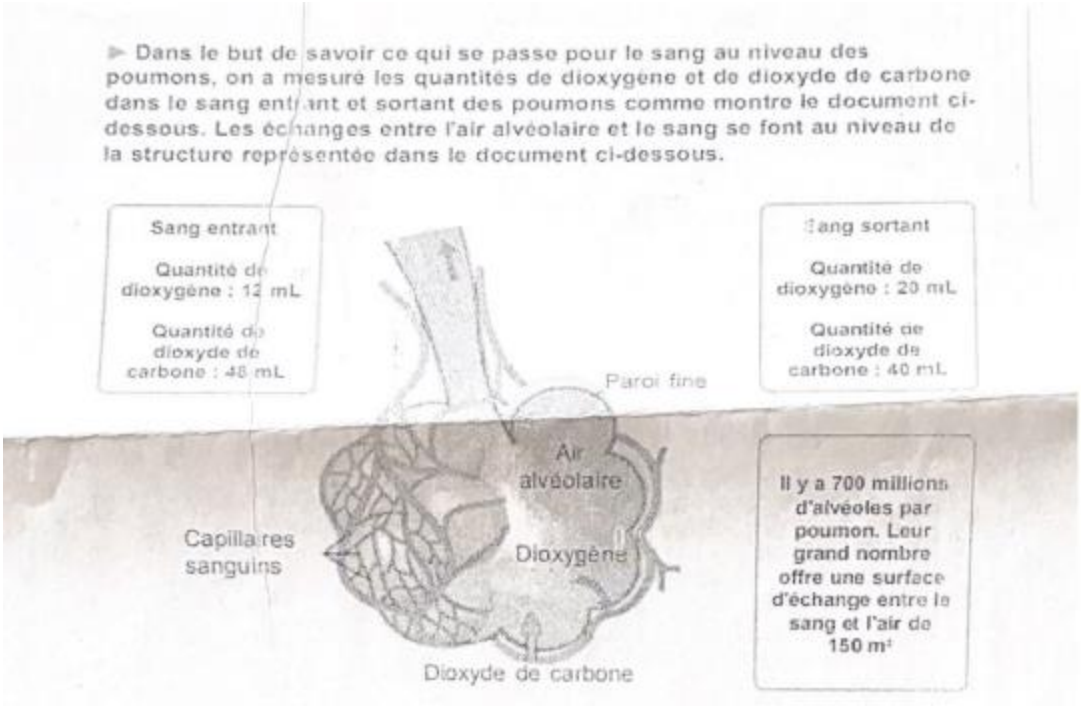


Figure 50: Comparer la quantité de dioxygène et de dioxyde de carbone dans le sang entrant et sortant des poumons

L'enseignante choisit une paire d'élèves et leur demande de lire ce qu'ils ont écrit. Lorsqu'elle remarque qu'ils ont donné une réponse incomplète (performance cognitive), elle leur demande de se baser sur une comparaison qu'ils ont déjà faite ensemble en classe selon une médiation didactique mémorielle (réviser des informations, des discussions déjà vues en situations scolaires) (Figure 51).

62	M	XXX اللي عملتها قبل كيف بلشت comparaison أول شي، ما حدا عم يتطلع بال بال comparaison, comparaison, أنا عملتcomparaison قبل بال tableau, mmm امشوا مثلها، تطلعوا فيها وامشوا مثلها لل comparaison *Tout d'abord, personne n'est revenu à la comparaison que nous avons déjà faite, pour voir comment nous avons commencé. Dans la comparaison, j'ai déjà fait une comparaison dans le tableau, mmm, regardez-la et suivez de la même façon pour faire la comparaison.*
63	E1	مناخذ منها جمل؟ *Nous en prenons des phrases donc ?*
64	M	تاخذي منها جمل؟ !! أنا هونيك كنت عم اقارن بين l'air inspiré et l'air expiré هون أنا عم قارن بين sang entrant et sang sortant *Prendre des phrases ?!! Là-bas je comparais entre l'air inspiré et l'air expiré, ici je compare entre sang entrant et sang sortant*

Figure 51: importance de comprendre la tâche demandée avant d'avoir recours aux fonds de connaissances des élèves

L'enseignante oriente les élèves à consulter une comparaison déjà faite entre la quantité de dioxygène et celle de dioxyde de carbone dans l'air entrant et dans l'air sortant des poumons et de s'y baser pour faire la comparaison entre le sang entrant et le sang sortant des poumons, il s'agit d'une médiation didactique mémorielle. Une élève comprend qu'elle doit en recopier des phrases (performance cognitive). Pour traiter le problème, l'enseignante explique la différence entre les deux comparaisons selon une médiation explicative et adopte ensuite une médiation conductrice où elle pose des questions successives à chaque pair d'élèves pour les guider vers la réponse attendue (Figure 52). De ce dialogue, nous pouvons déduire un problème qui pourrait parvenir lorsque l'élève se base sur ses fonds de connaissances sans comprendre la tâche demandée.

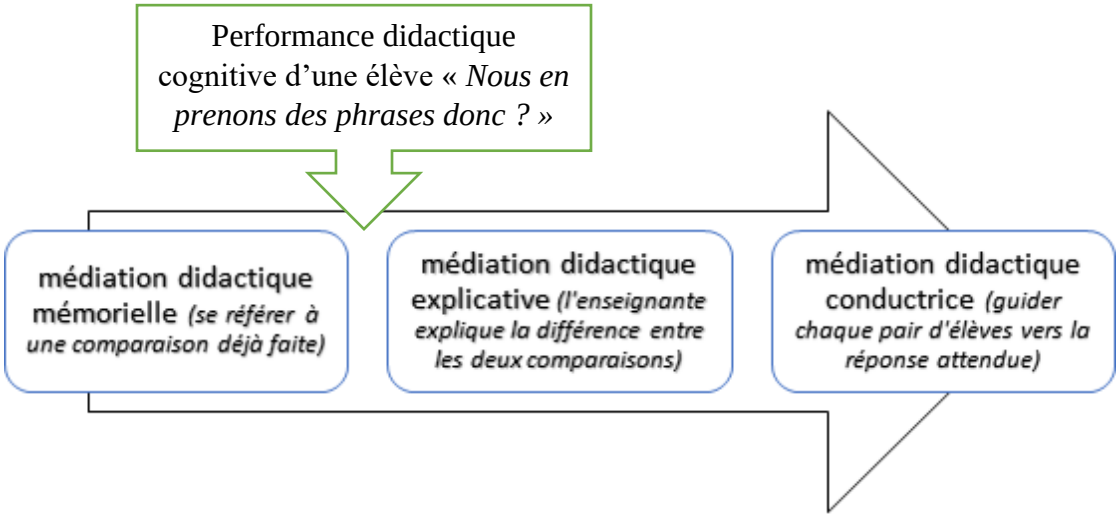


Figure 52: variation de la médiation didactique de l'enseignant pour aider les élèves à faire une comparaison en se basant sur une autre comparaison déjà effectuée

2.3.1.2. Une médiation didactique mobilisant des fonds de connaissances référés au milieu extrascolaire des élèves

Dans les séances observées, nous remarquons plusieurs situations où l'enseignant a recours à adopter une médiation didactique mobilisant les fonds de connaissances des élèves référés au milieu extrascolaire. Dans cette partie, nous nous intéressons aux moments particuliers où la médiation didactique de l'enseignant, stimulée par les performances didactiques des élèves, vise à mobiliser leurs fonds de connaissances. Par exemple, l'enseignant de l'école publique donne beaucoup des exemples de la vie quotidienne pour créer un espace hybride et pousser les élèves à mobiliser leurs fonds de connaissances et relier les savoirs quotidiens au contenu scientifique. Ainsi, pour expliquer l'importance de la respiration, il pose la question « *peut-on rester longtemps dans l'eau sans équipements spéciaux ?* » (Figure 53).

		Peux-tu rester dans un temps long dans l'eau sans équipements spéciaux ?
22	M	عم يقول هل منقدر نبقى longtemps فترات طويلة dans l'eau sans équipements spéciaux بدون appareils أو عدة ال respiration؟ *On me demande est-ce que nous pouvons rester longtemps, pour de longues durées, dans l'eau sans équipements spéciaux ? Sans appareils ou instruments pour la respiration ?*
23	E	لأ *Non*
24	M	أكيد لا، شو السبب؟ *Bien sûr non, pourquoi ?*
25	E	**لأن منختنق ومنموت** ***Parce que nous serons asphyxiés et nous allons mourir***
26	M	لأن منختنق ومنموت، شو يعني منختنق؟ كيف يعني مثلا" منختنق؟ *Parce que nous serons asphyxiés et nous allons mourir, que veut dire asphyxiés ? Comment nous serons asphyxiés par exemple ?*
27	E	معش فينا نتنفس *Nous ne pourrons plus respirer*
28	M	أي، طيب نحن هلق ما تنفسنا، شو صار؟ *Ok, maintenant si nous ne respirons pas, que se passe-t-il ?*
29	E	ال poumons معش بيتحركوا وال cœur معش بيصير يعمل نبض (+gestes de battement de Cœur) *Le cœur ne bat plus, les poumons ne bougent plus*
30	M	طيب من الشاطر بدو يقول لي أي gaz أنا اللي بدي اياه، شو صار عندي بس اتنفس؟ الهوا عم يفوت عال appareil respiratoire, نحن مناخذ من الهوا؟ منتنفسو؟ *Je veux voir qu'est-ce qui va se passer quand je respire ? L'air entre dans l'appareil respiratoire. Maintenant qui va me dire quel gaz je prends de l'air ? On le respire ?*
31	E	Dioxyde de carbone
32	M	لا *Non*
33	E	Oxygène
34	M	Dioxygène, bravo. ال dioxygène نحن لما نكون عم نعمل respiration, بال inspiration منكون عم ناخذ oxygène, et on rejette quoi? *Dioxygène, bravo. Lorsque nous respirons, durant l'inspiration, nous prenons de l'oxygène et nous rejetons quoi ?*
35	E	أي مناخذ oxygène ومنطلع Dioxyde de carbone *Oui, nous prenons de l'oxygène et rejetons du dioxyde de carbone.*
36	M	On rejette dioxyde de carbone, carbone, فهذه ال phénomène" نحن ما منقدر نبقى بلاها دقايق، يعني الإنسان مثلا" بيقدر يبقى مثلا ساعات بدون ما يشرب، بس نحن ما منقدر نبقى بضعة دقائق sans nourriture, يمكن بيقدر يبقى أيام بلا ما ياكل من دون ما نتنفس. أكثر حدا يمكن قدر يبقى بلا ما يتنفس تحت الماء ويمكن صار بموسوعة غينيس للأرقام القياسية اللي هو بيبقى 4 دقايق وشي 10 ثواني، بس إلها طريقة و بيعرف كيف بدو يحبس النفس *On rejette dioxyde de carbone, ce phénomène sans lequel nous ne pouvons rester vivants pour quelques minutes. Par exemple l'Homme peur rester des jours sans manger, sans nourriture, il peut rester des heures sans boire, mais nous ne pouvons vivre quelques minutes sans respirer. Le plus grand record enregistré dans le Livre Guinness des records du monde pour un homme qui a pu rester dans l'eau sans respirer c'est 4 minutes et une dizaine de secondes, mais il y a une méthode pour pouvoir rester et cesser de respirer sans mourir*
37	E	أستاذ بيكون حاطط أوكسيجين *Monsieur, il utiliserait une bouteille d'oxygène*
38	M	لا عم نقول بلا ما يتنفس. فهذه الفترة نحن عم نقول بيبقى بلا تنفس فترة قليلة، يعني عم تحكوا أنتم بالدقايق، فالانسان العادي يمكن لفترة respiration دقيقة دقيقتين اذا ما في نفس خلص بيختنق، أوكي؟ بيغيب عن الوعي. فالفكرة انو نحن ما منقدر نعيش من دون لأبقى على قيد الحياة. respiration très très essentielle et indispensable à la vie, طويلة، لهذا السبب ال بدون ما sans la présence de l'oxygène, وضحت؟ أو sans respirer قلنا ببقى فترة طويلة بلا أكل وشرب بس ما ببقى وضحت؟ l'oxygène dans l'air. ليكون عندي و حتى اللي بيغطسوا بالماء بيكونوا حاطين عدة غطس وأوكسيجين وقنينة اوكسيجين معهم respiration ليكو قديش مهمة ال ليقدروا يبقوا فترة طويلة تحت الماء بدون أوكسيجين، ماشي؟ *Non, je dis sans respirer. Donc, cette période où on peut rester sans respirer est petite, on parle de quelques minutes seulement. La personne normale peut rester peut-être une minute ou deux minutes, et s'il ne respire pas, c'est fini, il meurt. Il perd la conscience. Donc l'idée est que nous ne pouvons pas vivre sans respiration pour longtemps, c'est pourquoi la respiration est très très essentielle et indispensable à la vie, pour rester vivant. Nous avons dit je peux rester longtemps sans manger et sans boire mais je ne le peux pas sans respirer, c'est clair ? Sans la présence de l'oxygène, sans que j'aie de l'oxygène dans l'air. C'est clair ? Même les plongeurs utilisent un équipement spécial pour plonger et une bouteille d'oxygène pour pouvoir rester longtemps dans l'eau sans respirer, ok ?*

Figure 53: une médiation didactique conductrice mobilisant des fonds de connaissances référés au milieu extrascolaire pour montrer l'importance de la respiration

Dans cet extrait, l'enseignant adopte d'abord une médiation explicative (il explique la question posée) et lorsqu'un élève répond en TP 25 « *nous serons asphyxiés et nous allons mourir* » sans mentionner aucune relation avec la respiration dans son sens scientifique, l'enseignant passe à adopter une médiation conductrice et à créer un espace hybride en posant des questions successives qui conduisent les élèves à comprendre le rôle de la respiration dans son sens scientifique : assurer l'apport de l'oxygène et le rejet de dioxyde de carbone. Enfin, afin de convaincre les élèves, il donne un exemple vu au quotidien, celui des plongeurs qui doivent toujours porter un équipement spécial dans le but d'assurer leur besoin en oxygène pour pouvoir rester longtemps dans l'eau (Figure 54).

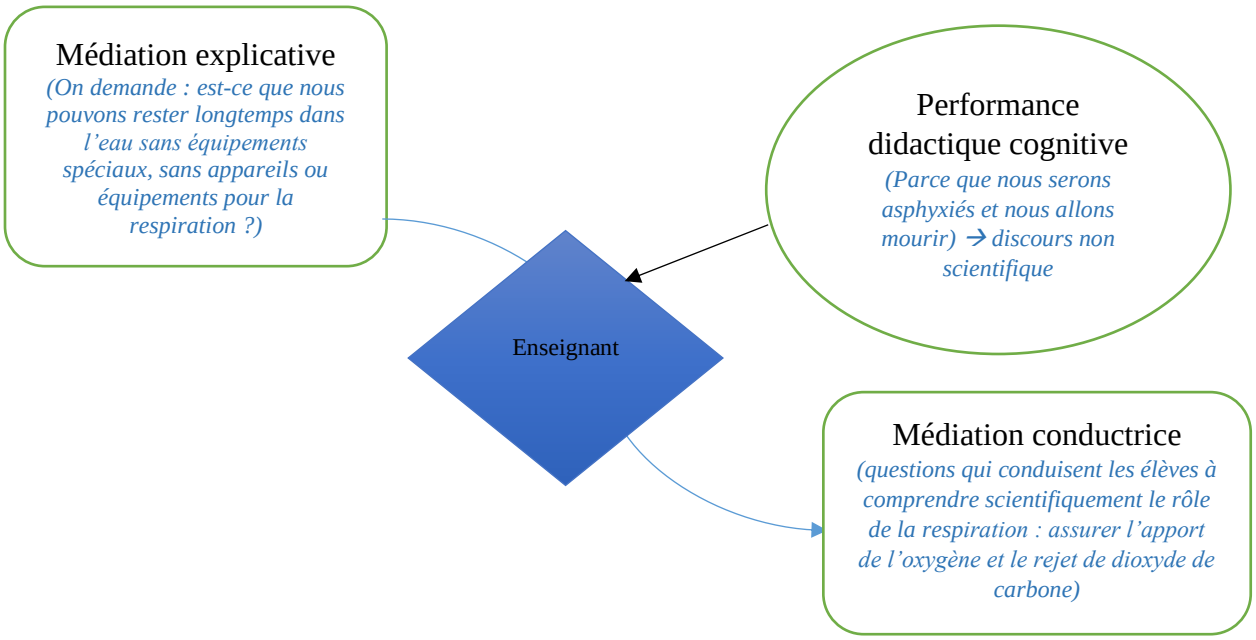


Figure 54:d'une médiation explicative à une médiation conductrice pour expliquer le rôle de la respiration dans son sens scientifique

Dans cette même classe, dans un autre extrait (Figure 55), l'enseignant explique d'abord, en adoptant une médiation explicative, le rôle du nez dans la respiration : le nettoyage, l'humidification et la régulation thermique de l'air entrant dans les poumons (Figure 56). Il pose des questions, mais aucun élève ne répond (performance didactique de silence). Il continue selon une médiation explicative, mais en donnant des exemples vus quotidiennement par les élèves pour mobiliser leurs fonds de connaissances et les aider à créer un espace hybride. Par exemple, pour expliquer le rôle du nez dans le nettoyage, il compare les fosses nasales à des filtres qui éliminent les déchets où les déchets sont les poussières. Pour expliquer la régulation thermique, il leur

rappelle que, pour régler la température de l'air inspiré à 37˚C qui est la température du corps humain, le nez est froid en été mais il est chaud en hiver (Figure 55).

31	M	يسخنه، بيسخّن هذا الهوا، يعني مثلا" الهوا اللي برا chauffer? شو يعني chauffer. من كلمة réchauffe كمان شغلة كتير مهمة، بيكون بارد واضح؟ A l'intérieur du corps température 37 degrés ok? المفروض هو الأنف يسخن الهوا وتصير درجة الحرارة تبعو تتناسب مع درجة حرارة الجسم، *Une autre fonction très importante, réchauffe du mot chauffer. Que veut dire chauffer ?* *Chauffer, c'est chauffer cet air, c'est-à-dire l'air de l'extérieur par exemple est froid, n'est-ce pas ? À l'intérieur du corps, la température est de 37 degrés.* *Il faut que le nez réchauffe cet air pour que sa température corresponde à celle du corps, ok ?*
32	E	Avant de traverser le larynx
33	M	فالسؤال هو هون كمل السؤال. larynxاللي بآخر الفم بيسموها ال partieهو هذه ال larynx. Larynx بعد ما يمرق بال *Après avoir passé dans le larynx, c'est ici le larynx, la partie au bout de la bouche est appelée larynx, donc la question ici, continue la question.*
34	E	Comment le nez assure-t-il ce rôle ?
35	M	كيف الأنف بيقوم بهذه الوظيفة ؟ ماشي؟ **(aucun élève ne répond)** fosses nasales اللي هون عندي فوق ال figure برجع لهذه الصورة. بهذه ال bouche, langue, trachée-artère الجيوب الأنفية وعندي *Comment le nez assure-t-il cette fonction ? Ok ? (Aucun élève ne répond)* *Je reviens à cette photo (Figure 56, page 203) , dans cette figure que j'ai ici, j'ai en haut les fosses nasales et j'ai la bouche, langue, trachée-artère* points شايفين هول ال اللي هون.؟ النقاط اللي هون؟ هول بيدلوا الهوا وين بيمرق Il pénètre à partir des narines nez فتحات الأنف، بيفوت لجوا، بس يعبر ال بدو يصير كذا شغلة: filtre comme un filtre أول شي الغبار اللي فيه بيروح، يعني الأنف هو عم يلعب دور ال Il élimine les déchets, élimine les poussières de l'air بيشيل الأوساخ الموجودة بالهوا، ماشي؟ هذه أول وظيفة à l'intérieur des poumons, et le réchauffe بيسخنه وظيفته الثانية بيخلي الهوا يكون رطب، ما يكون جاف، ويكون عم يتناسب مع الهوا الموجود هذه الشغلة بتلاحظوا مثلا" بالصيف إذا بتحطوا أيدكن على منخاركم مثلا" كيف بيكون المنخار؟ *Vous voyez ces points ici ? Ils montrent où va passer l'air. Les points ici ?Ici ? Il pénètre à partir des narines, les ouvertures du nez, il entre dedans, quand il traverse le nez, il va y avoir plusieurs choses. Tout d'abord, les poussières, le nez élimine les poussières et agit comme un filtre. Il élimine les déchets, élimine les poussières de l'air, ok ? C'est la première fonction. La deuxième fonction il rend l'air humide, non sec, et qui convient avec l'air de l'intérieur des poumons, il le réchauffe. Vous remarquez en été par exemple si vous mettez la main sur le nez, comment est le nez ?*
36	E	سخن *Chaud*
37	M	بالعكس لا بارد، بارد كتير. إذا بتلاحظوا بالصيف. *Non, c'est l'inverse, froid, très froid, si vous remarquez en été.*
38	E	طيب ليش بالشتوية بيكون سخن؟ *Alors pourquoi en hiver il est chaud ?*
39	M	بالشتوية بالعكس، بيكون سخن، ليه؟ لأنه هو عنده هذه الوظيفة، بيسخن الهوا، يعني مثلا" بالشتاء لما يكون الهوا بارد، المفروض هذا فتحات الأنف بيسخن، بالصيف بالعكس، الهوا بيكون narines الهوا يسخن، كيف بيسخن؟ لأنه بيكون سخن بس يعبر الهوا خلال ال régulateur thermique كتير سخن والأنف بيكون بارد، لازم يتناسب مع درجة حرارة الجسم، فإذا" هو إلو وظيفة بيعمل هون متل ال température du corps, بيعدّل درجة الحرارة بشكل أنو تتناسب مع ال ومن بعد ما الهوا يعبر فتحات الأنف، بيروح متل ما قلنا trachée-artère, ok? وبيكمل على ال *En hiver c'est le contraire, il est chaud, pourquoi ? Parce qu'il a une fonction, il réchauffe l'air, c'est-à-dire en hiver par exemple, lorsque l'air est froid, il faut que cet air soit réchauffé, comment ? Parce qu'il est chaud il traverse les narines, le nez devient chaud. En été c'est le contraire, l'air est chaud et le nez est froid. Il faut que la température de l'air convienne avec celle du corps, c'est pourquoi il agit comme un régulateur thermique, il règle la température de l'air respiré de telle façon qu'elle convienne avec la température du corps. Et après avoir traversé les narines, l'air va, comme nous avons dit, et continue vers la trachée-artère, ok ?*

Figure 55: une médiation didactique explicative mobilisant des fonds de connaissances de la vie quotidienne pour montrer le rôle du nez

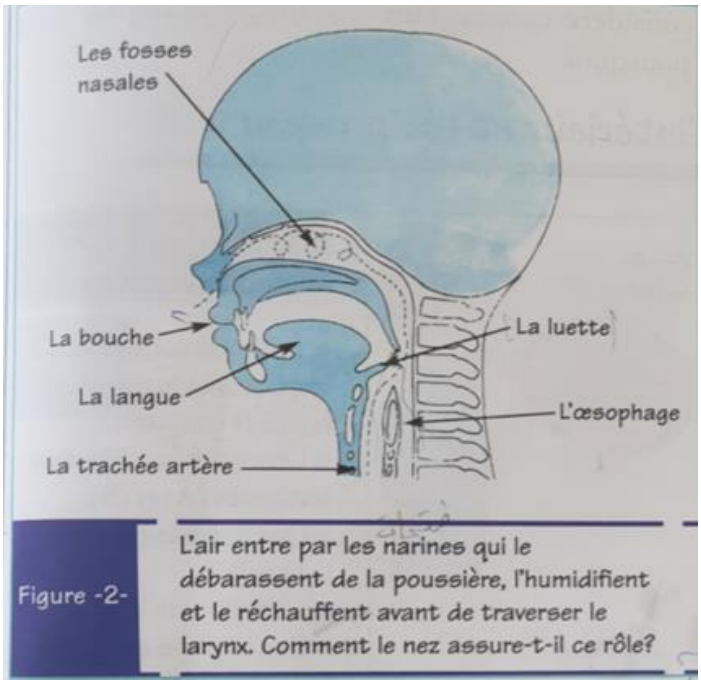


Figure 56: le rôle du nez dans la respiration

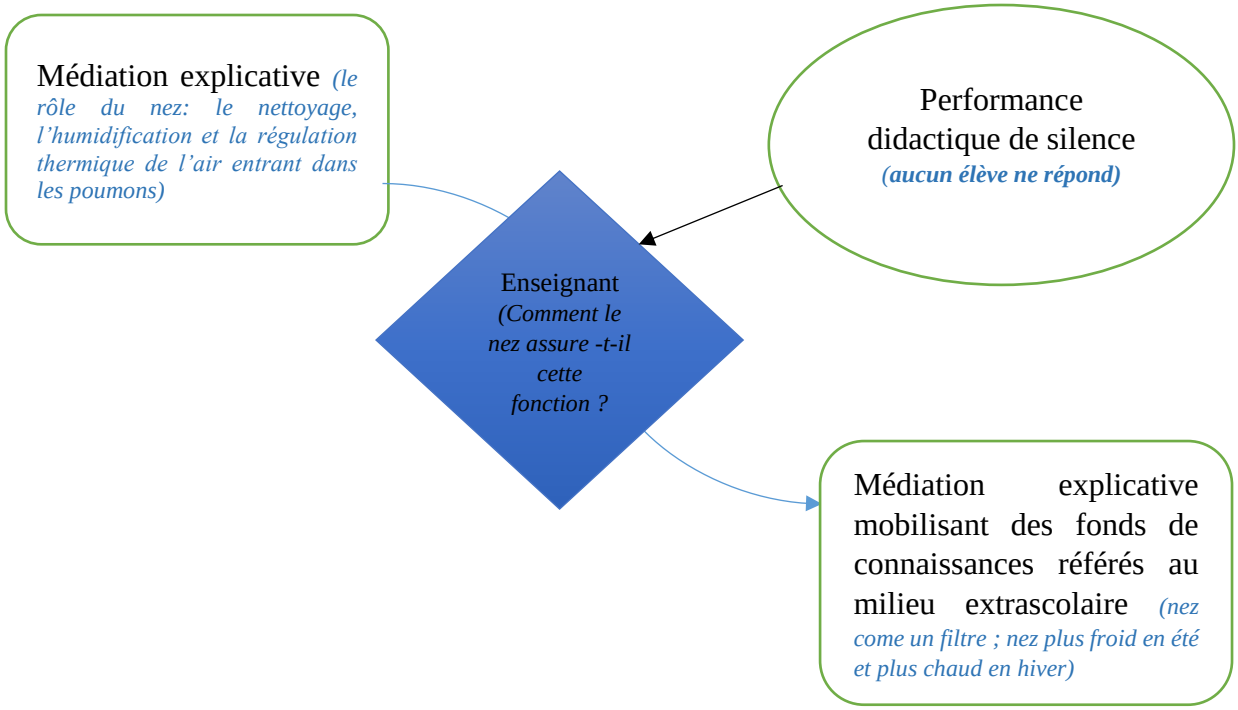


Figure 57: une médiation explicative mobilisant des fonds de connaissances référés au milieu extrascolaire en réponse à une performance didactique de silence

Nous remarquons que la langue utilisée dans les deux extraits choisis et dans toutes les séances observées dans la classe de l'école publique est la langue maternelle arabe parlée, seuls les mots

scientifiques et les noms des organes sont utilisés en français et traduits en arabe. Donc l'enseignant de l'école publique combine la traduction avec l'exploitation des fonds de connaissances référés à la vie quotidienne des élèves pour créer un espace hybride et aider les élèves à faire le glissement du sens du quotidien au sens scientifique.

L'enseignante de l'école privée subventionnée se base sur les fonds de connaissances des élèves référés au milieu extrascolaire pour créer un espace hybride. Par exemple, lors d'une séance des exercices supplémentaires, la tâche est de répondre par vrai ou faux ; la phrase donnée est « *ton corps a besoin de plus d'oxygène quand tu étudies que quand tu joues au basketball* ». Les élèves hésitent si la phrase est correcte ou fausse (performance de silence).

105	Z1	**Ton corps a besoin de plus d'oxygène quand tu étudies que quand tu joues au basketball**
106	M	شو عم يقول لي؟ *Qu'est-ce qu'il me dit ?*
107	Z1	جسمك بحاجة للرياضة؟ *Ton corps a besoin du sport ?*
108	M	بحاجة لشو؟ a besoin plus d'oxygène *A besoin de quoi ? A besoin plus d'oxygène*
109	Z1	بحاجة للأوكسيجين؟ *a besoin de l'oxygène ?*
110	M	Quand tu étudies, que veut dire étudies ?
111	E	**<…> (silence)**
112	M	Ton corps a besoin de plus d'oxygène quand tu étudies لمـا بكون عم بـدرس que quand tu joues au basketball أكثر من لما تكون عم تلعب basketball *Ton corps a besoin de plus d'oxygène quand tu étudies, quand j'étudie, que quand tu joues au basketball, plus que quand je joue au basketball*
113	E1	Faux
114	M	Corriger
115	E2	لما تكون عم تعمل رياضة بتلهث أكتر *Lorsque tu fais du sport tu halètes plus*
116	E1	<…>لازم تكون بالعكس لما كون عم بدرس بدي أقل أوكسيجين *C'est le contraire, lorsque j'étudie j'ai besoin de moins d'oxygène*
117	M	لما أنا كون عم بلعب بيصير بياخذ جسمي أوكسيجين أكتر من اذا عم بدرس، صح؟ بتصير تتنفس بسرعة، basketمش لما تكون عم تلعب أي لما تكون عم تعملsport, بيكون بدك oxygène plus que quand tu étudies أنت لما تكون عم تدرس بتكون عم تتنفس بسرعة؟ *Lorsque je joue, mon corps prend plus d'oxygène, plus que si j'étudie, c'est vrai ? Lorsque tu joues au basketball, tu respires plus rapidement ou lorsque tu fais n'importe quel sport tu as besoin de plus d'oxygène que quand tu étudies. Toi, quand tu étudies tu respires de la même vitesse?*
118	E2	لا *non*
119	M	لا بشكل طبيعي، ما هيك؟ يعني Ton corps a besoin de plus d'oxygène quand tu joues que quand tu étudies أول شي بدنا نكتب حدها F *Non, c'est normal, n'est-ce pas ? C'est-à-dire ton corps a besoin de plus d'oxygène quand tu joues que quand tu étudies. Tout d'abord écrivez F (faux).*

Figure 58: l'enseignante adopte une médiation didactique conductrice face à une performance didactique de silence

Face à la performance didactique de silence, l'enseignante a recours aux fonds de connaissances de la vie quotidienne des élèves. Elle demande à un élève, en arabe, s'il halète plus quand il joue au basketball ou bien quand il étudie, celui-ci répond directement « *quand tu fais du sport, tu halètes beaucoup plus, donc la phrase doit être inversée, quand j'étudie j'ai besoin de moins d'oxygène* ». L'enseignante adopte ensuite une médiation conductrice pour que les élèves comprennent que leurs corps ont besoin de plus d'oxygène quand ils jouent au basketball que quand ils étudient, pour répondre faux et corriger la phrase donnée (Figure 58).

Nous avons choisi un autre exemple où l'enseignante mobilise les fonds de connaissances des élèves référés au milieu extrascolaire. À l'école privée, pendant que l'enseignante lit la question du premier exercice (Vrai ou faux ? Corrige si nécessaire), une élève lit une autre question et remarque la présence d'un nouveau concept « rythme respiratoire », elle pose la question autour du sens de ce concept (performance cognitive et sociale : cognitive car elle pose la question "*c'est quoi le rythme respiratoire ?*" et sociale car elle demande la permission pour poser sa question). L'enseignante définit le rythme respiratoire comme étant le nombre de mouvements d'inspiration et d'expiration dans un intervalle de temps bien défini (20 secondes, une minute, etc.) selon une médiation didactique énonciatrice. Ensuite, elle se réfère aux fonds de connaissances puisés de la vie quotidienne des élèves pour leur expliquer comment varie le rythme respiratoire en fonction des activités humaines quotidiennes. Seuls l'enseignante et les élèves de l'école privée utilisent exclusivement la langue française dans leurs interactions (Figure 59).

183	E	**Madame, c'est quoi le rynnn**
184	M	(L'enseignante se dirige vers l'élève pour regarder le mot) Ah, le rythme, le rythme respiratoire. Faites attention, le rythme par exemple, suivez, suivez, le rythme respiratoire c'est quoi ? Je peux indiquer par exemple dans 20 secondes ou bien dans une minute combien je fais inspiration et expiration, quand je suis au repos, quand vous êtes assis comme ça et par contre, je veux comparer mon rythme respiratoire quand je cours ou bien quand je fais du sport, en une même durée ou dans la même durée, 20 secondes, 1 minutes, combien le nombre d'inspiration et d'expiration que je fais. Trouvez un résultat à la fin pour qu'on conclut que, quand on fait un effort, le rythme respiratoire augmente ou bien diminue ? D'accord ? C'est ça le but de cet exercice-là, c'est clair le rythme respiratoire ? C'est le nombre d'inspirations et égale au nombre d'expirations, d'accord ? Quand on fait un effort, quand on fait du sport, quand on court, quand on monte l'escalier, vous remarquez que votre respiration est comment ? Qu'est-ce qu'elle fait ?
185	E	S'accélère
186	M	S'accélère très bien, que veut dire s'accélère ?
187	E	Augmente
188	M	Augmente, très bien, quand vous êtes au repos, elle est comment ? Elle est normale, mais quand on fait un effort, elle va augmenter. Le battement du cœur remarquez qu'il va plus vite, plus rapide si on fait un effort, d'accord ? C'est ça le rythme respiratoire. C'est clair ?

Figure 59: une médiation énonciatrice pour définir le rythme respiratoire

Des exemples précédents où la médiation didactique de l'enseignant mobilise les fonds de connaissances des élèves, nous pouvons conclure que le recours aux exemples de la vie quotidienne active les interactions des élèves qui répondent alors aux questions de l'enseignante avec enthousiasme, ce qui montre qu'ils ont acquis le contenu scientifique visé.

2.3.1.3. Une expérience identique dans les trois classes observées

Pour identifier la présence de la vapeur d'eau dans l'air expiré, les trois enseignants ont recours à la même expérience basée sur l'interprétation de la formation de la buée lorsqu'on souffle sur une vitre, un phénomène observé quotidiennement par les élèves et qui entre donc dans le répertoire de leurs fonds de connaissances. Chacun des trois enseignants adopte une médiation didactique qui lui parait convenable et qui diffère de celle des autres.

Dans la classe de l'école privée subventionnée, pour expliquer la présence de la vapeur d'eau dans l'air expiré, l'enseignante distribue une fiche des exercices supplémentaires. Dans un exercice, une fille, Sara, pose trois questions sous la forme des informations à justifier. Par exemple, elle pose la question «*question 1 : je souffle sur une vitre, j'observe de la buée, que signifie cela ?* » dans le but de justifier la présence de la vapeur d'eau dans l'air expiré (Figure 60).

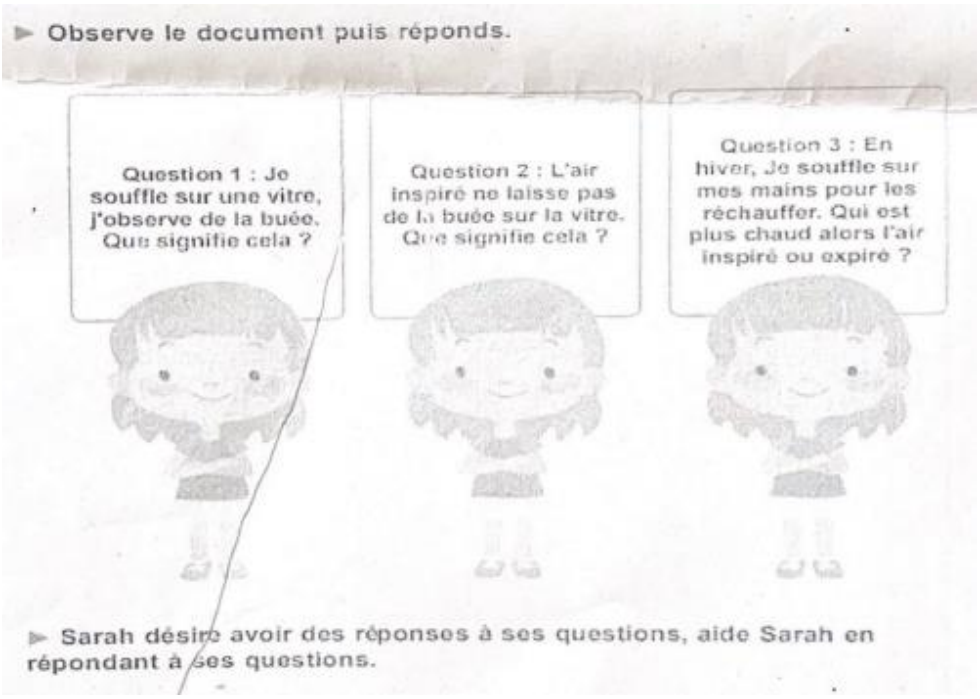


Figure 60: exercice supplémentaire dans l'école privée subventionnée

L'enseignante adopte d'abord une médiation réflexive où elle pose une question qui conduit à une réponse de nature explicative pour comprendre ce phénomène. Lorsqu'elle remarque que les élèves ne comprennent pas la signification de la phrase (performance de silence), elle utilise des moyens langagiers comme les gestes et le translangage (qui seront explicités ultérieurement). En même temps, elle exploite les fonds de connaissances des élèves en se basant sur une phrase dite par une élève (TP 184 : Z1 : آه هذه *اللي منرسم فيها قلب؟* *C'est là où on trace un cœur ?*) et affirme que la buée c'est ce qui apparait lorsqu'on souffle sur une vitre et où on peut tracer un cœur par exemple et leur montre cela (médiation explicative et démonstrative).

Une autre élève dit (TP 192 : Z2 : مثل الضباب؟ *c'est comme le brouillard ?*), alors l'enseignante se met d'accord en répétant le mot « brouillard » et en leur demandant « (TP193 M : أي الضباب، *طيب* *الضباب شو بيكون مجمّع؟* *Oui, le brouillard, que collecte le brouillard ?*). L'élève répond (TP195 : Z2 : *ماي* *de l'eau*). Pour affirmer la présence de l'eau, l'enseignante rappelle aux élèves que (TP 196 M : *أي ماي، طيب إذا بنفخ بالون او بنفخ كيس؟* *Oui, de l'eau, et aussi si je gonfle un ballon ou un sac ?*), l'élève répond TP 197 Z2 : *بيصير فيه ماي* *il va y avoir de l'eau*) (Figure 61, Figure 62).

183	M	على الزجاجvitreعم بنفخ، عم بنفخ على ال *Je souffle, je souffle sur la vitre, la vitre (en montrant la fenêtre de la classe)* ***Silence, aucune réaction de la part des élèves***
184	Z1	**آه هذه اللي منعمل فيها قلب ؟** **Ah, *c'est là où on trace un cœur* ?**
185	M	buée هول شو إسمهم؟ buée بيصير عندي vitre شو عملت؟ بس ننفخ على ال buée اللي طلعوا هلق منقول لهم *Que fait Z1 (une élève) ? Lorsqu'on souffle sur une vitre, on va avoir de la buée. Comment on l'appelle ? Buée. Ce qui apparait maintenant, on l'appelle buée.*
186	E1	هوا؟ *De l'air ?*
187	M	منرسم فيهم متل ما عم تقول ز. buée هول اللي طلعوا هلق بسميهم *Celles qui sortent maintenant, on les appelle buée, on peut y tracer dedans comme disait Z1*
188	M	Que signifie cela?
189	E	نقص الهوا؟ *Déficit en air ?*
190	Z1	Dioxyde de carbone
191	M	هني متل شو؟ بس ليش طلع معهم هول؟Dioxyde de carbonطيب هول *Alors c'est du dioxyde de carbone, mais pourquoi ils sortent avec de la buée? C'est comme quoi ?*
192	Z2	**الضباب؟** ***C'est comme le brouillard ?***
193	M	أي الضباب، طيب الضباب شو بيكون مجمّع؟ *Oui, le brouillard, alors qu'est-ce qu'il collecte le brouillard ?*
194	E	×××
195	Z2	ماي *De l'eau*
196	M	**أي ماي، طيب إذا بنفخ بالون او بنفخ كيس؟** ***Oui, de l'eau, et aussi si je gonfle un ballon ou un sac ?***
197	Z2	**بيصير فيه ماي** ***Il va y avoir de l'eau***

Figure 61: une médiation conductrice mobilisant les fonds de connaissances des élèves pour montrer la présence de la vapeur d'eau dans l'air expiré

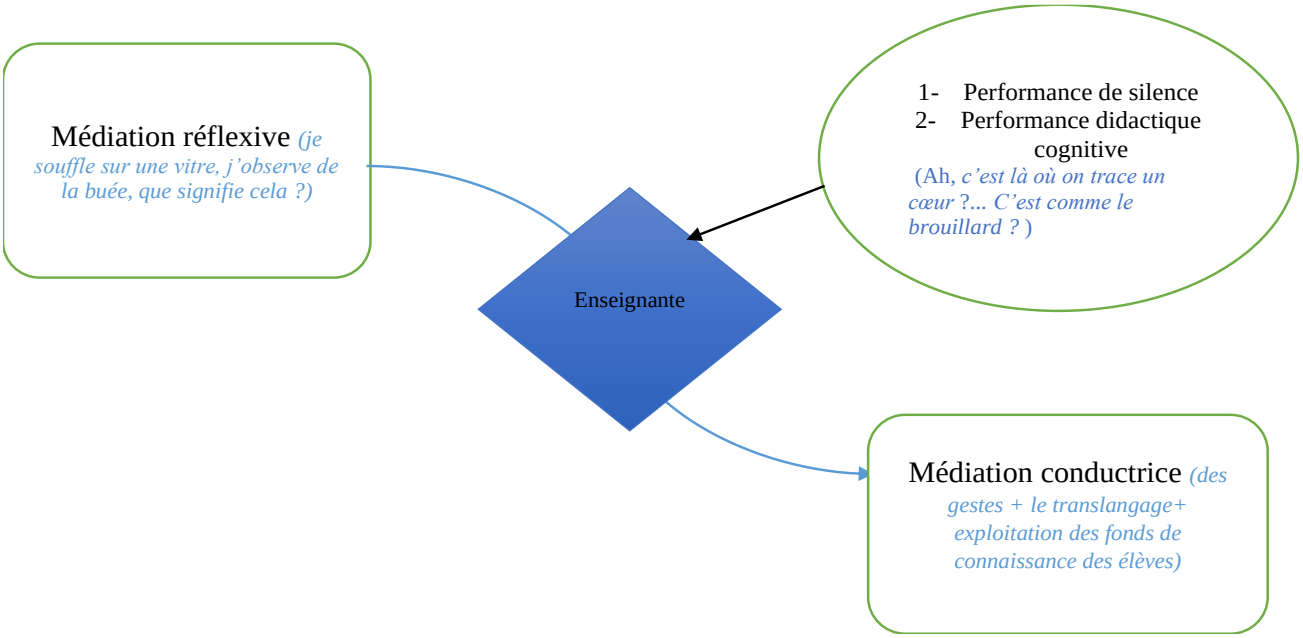


Figure 62: la performance de silence suivie d'une performance didactique cognitive manifestées par les élèves poussent l'enseignante à passer d'une médiation réflexive à une médiation conductrice

Dans la même séance, une élève demande la parole (performance didactique sociale) pour poser la question si c'est la même chose lorsqu'il pleut et que de la buée se forme sur la vitre de la voiture

(performance didactique cognitive). Cette question montre que l'élève essaie de relier la nouvelle information à ses fonds de connaissances (Figure 63).

224	E	**madame لما تشتي الدنيا وتعبق زجاج السيارة نفس الشي متل هون** ***Madame, lorsqu'il pleut et que les vitres de la voiture s'embuent, c'est la même chose ?***
225	M	كمان vapeur d'eau الVapeur d'eau لأن درجة الحرارة واطية، دغري عم يصير عنا condensation هون؟ يعني عم يتجمعواSe condenseمش أنا قلت بيتجمعوا أسرع vapeur d'eau، كلما ال كل ما كانت درجة الحرارة واطية هون على الزجاج أكثر من الصيف buée يعني بالشتا بتعملي *Aussi de la vapeur d'eau, la vapeur d'eau, par ce que la température est faible, directement on aura condensation. Je n'ai pas dit ici s'accumulent, donc se condensent ? Plus la température est faible, plus la vapeur d'eau s'accumule rapidement. C'est-à-dire en hiver, tu fais de la buée sur la vitre beaucoup plus qu'en été.*

Figure 63: une performance cognitive pousse l'enseignante à adopter une médiation didactique explicative

La performance cognitive manifestée par la question posée pousse l'enseignante à passer à une médiation explicative et à s'approfondir dans l'explication de l'idée de la condensation de la vapeur d'eau par la diminution de la température. Elle mentionne brièvement l'idée de changement d'état en disant que c'est parce que la température est faible, directement on va avoir condensation de la vapeur d'eau (TP 225 M : condensation عندي يصير عم دغري واطية، الحرارة درجة لأن *par ce que la température est faible, directement on aura condensation)*. Toutefois, le fait de signaler la condensation de la vapeur d'eau sur la vitre de la voiture en hiver à cause du froid n'implique pas nécessairement que les élèves aient compris la présence de la vapeur d'eau dans l'air expiré. Autrement dit, l'explication de la condensation de la vapeur d'eau sur la vitre de la voiture car la température est faible n'implique pas nécessairement que la vapeur d'eau provient de l'expiration. Si le lien entre les exemples donnés est clair pour l'enseignante, ceci n'implique pas nécessairement la construction de ce lien dans la pensée des élèves, ni la compréhension de la présence de la vapeur d'eau dans l'air expiré. Ceci fait appel à une citation de Bertrand Daunay qui considère que l'apprentissage est « *dans l'ordre du possible, pas de l'assurance* » (Daunay, 2015), c'est-à-dire que l'enseignement d'un contenu, qu'il soit identifié ou non par l'enseignant, n'aboutit pas nécessairement à un apprentissage de la part des élèves. D'autre part, la multiplication des aides didactiques (la buée, le brouillard, souffler dans un ballon) sans expliciter clairement le lien entraverait la création d'espace hybride et créerait un écart entre le contenu véhiculé et l'enjeu du contenu scientifique.

La Figure 64 résume les types de médiation didactique adoptés par l'enseignante de l'école privée subventionnée pour expliquer la présence de la vapeur d'eau dans l'air expiré.

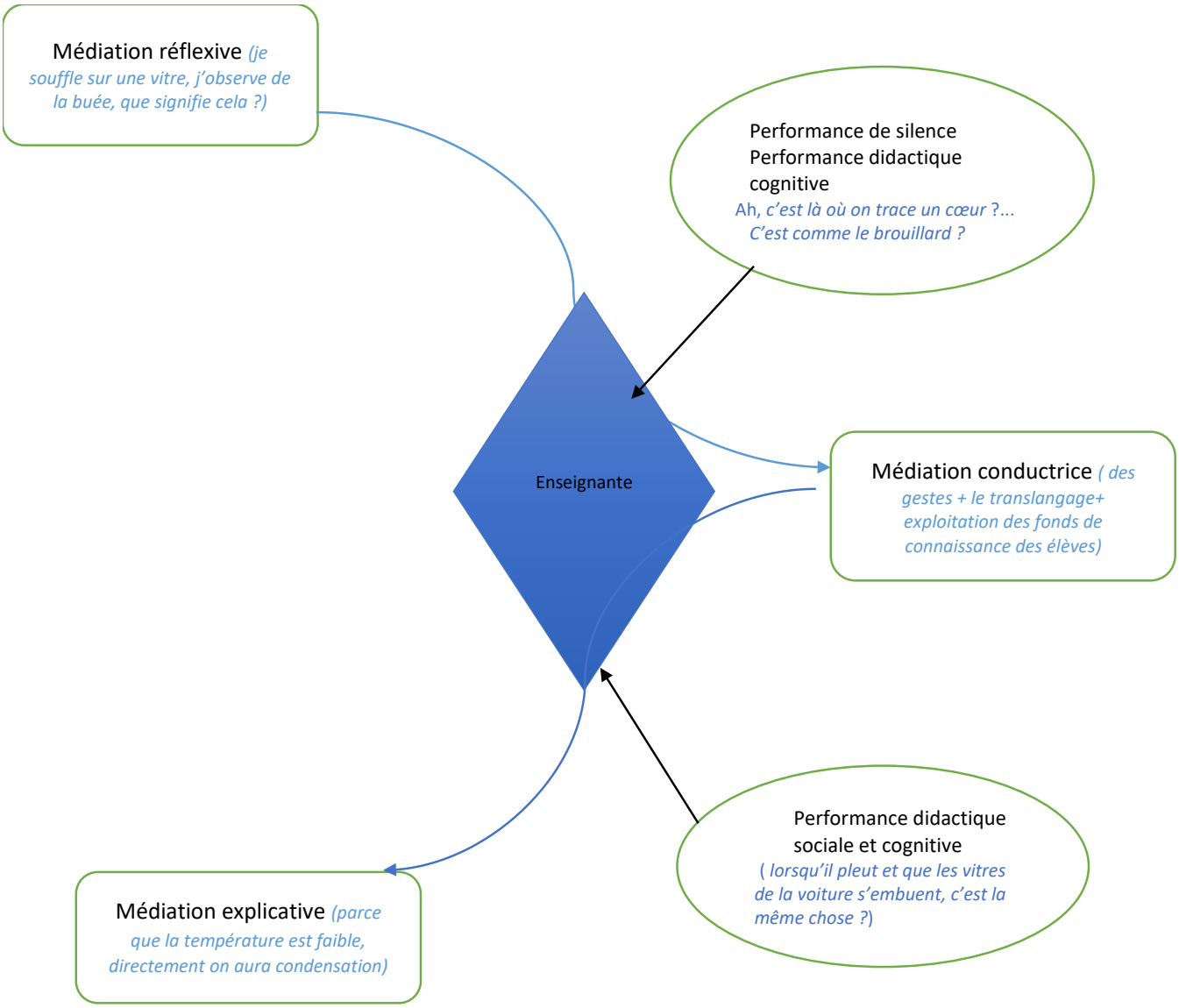


Figure 64: l'enseignante passe d'une médiation didactique à l'autre sous l'action des performances didactiques des élèves

<u>Dans la classe de l'école publique</u>, la même expérience dont l'objectif est d'identifier la présence de la vapeur d'eau dans l'air expiré figure dans le livre scolaire (Figure 65).



Figure 65: souffler sur un miroir pour identifier la présence de la vapeur d'eau dans le livre scolaire de l'école publique.

L'enseignant commence par une médiation réflexive où il pose une question qui conduit à une réponse de nature explicative « *pourquoi la buée apparait lorsqu'on souffle sur un miroir ?* ». Un élève répond que c'est parce que l'air sortant est chaud (performance didactique cognitive). L'enseignant comprend que l'élève voulait parler de la différence de température entre le miroir et l'air sortant. Face à cette performance didactique cognitive, l'enseignant adopte une médiation conductrice, il pose des questions successives pour orienter les élèves vers la réponse attendue mais à la fin, c'est lui qui prononce et explique la réponse attendue en adoptant une médiation explicative (Figure 66).

37	M	ماشي، عم يقول إذا أنا مثلا" على الزجاج أو على المرآة مثلا"، إذا أنا نفخت، إذا طلّعت هوا، وبالأخص بالشتوية، بلاقي على الزجاج شو؟ *Donc, on dit par exemple si, sur la vitre ou le miroir, si je souffle, si je fais sortir de l'air, surtout en hiver, qu'est-ce que je trouve sur la vitre ?*
38	E	غبّشت *Elle devient opaque*
39	M	غبّشت أو صار عندي طبقة من البخار، من الماء السائل، ماشي؟ طيب برأيكم شو هني هول؟ أو ليش مثلا" بيطلعوا على المراية وبتصير هيك؟ *Ça devient opaque ou j'aurai une couche de vapeur, de l'eau liquide, ok ? À votre avis, ce sont quoi ? Ou bien par exemple pourquoi ça apparait sur le miroir et devient ainsi ?*
40	E	لأن الهوا سخن *Parce que l'air est chaud*
41	M	أوكي الهوا سخن، والمراية شو؟ *Ok, de l'air chaud, et le miroir est comment ?*
42	E	صقعة *Froid*
45	M	كيف بيكون هذا الهوا؟ poumons بيطلع لبرا ال poumons أوكي معناتها نحن الهوا الموجود بال *Ok, c'est-à-dire l'air qui existe dans les poumons sort à l'extérieur des poumons, il est comment cet air ?*
46	M	ساخن. أي شو في بقلبو؟ *Chaud ? Et qu'est-ce qu'il contient ?*
47	E	Dioxyde de carbone
48	M	وغير هول؟ *Et quoi d'autres ?*
49	E	Dioxygène??
50	M	هذا البخار اللي بيطلع على الزجاج هو عبارة عن شو؟ *Cette vapeur, qui apparait sur la vitre, est formée de quoi ?*
51	E	عن ماء *De l'eau*
52	M	l'air humideبيكون هوا poumons الهوا اللي منطلعه، بيطلع من ال l'air que l'on expireعن ماء، يعني معناتها بال l'air humideهوا رطب في بقلبه رطوبة عالية، فلهذا السبب نحن مثلا" لما نقرب المراية أو الزجاج وننفخ عليها بيبين أنه صار في عليها طبقة من البخار، البخار منين إجا؟ إجا نتيجة أنه نحن في عنا رطوبة بالهوا اللي عم نطلعه، الرطوبة الموجودة فيها، هذه الرطوبة بس توصل للمراية، المراية هون طبعا" هي بدها تقلصهم، فبيتحول من بخار لماء، فبيتكون عندي على شكل des très petites gouttes يعني كتير نقاط هيك صغار على المراية أو الزجاج، هذا بيثبت انه في رطوبة موجودة بالهوا، نحن منطلعها، هي رطوبة بتكون موجودة مع الهواء، مخلوطة بالهواء بشكل بخار، وبس يلامس مراية صقعة بترجع تتحول لماء، هذا هو اللي بيصير.poumonsداخل ال *De l'eau, c'est-à-dire dans l'air que l'on expire, l'air que nous rejetons, qui sort des poumons est humide, c'est de l'air humide.* *Il contient une l'humidité élevée, c'est pourquoi lorsqu'on se rapproche du miroir ou de la vitre et on y souffle, une couche de la vapeur apparait, cette vapeur provient d'où ? Elle provient comme résultat de l'humidité de l'air que nous expirons. L'humidité présente, cette humidité lorsqu'elle arrive au miroir, le miroir va la faire condenser, la vapeur se transforme alors de l'état de vapeur en eau, et se forment de petites gouttes. C'est-à-dire de petites gouttelettes d'eau apparaissent sur le miroir ou sur la vitre, ceci prouve qu'il y a une humidité présente dans l'air, que nous rejetons. Cette humidité qui était à l'intérieur des poumons, est mélangée avec de l'air, sous forme de vapeur, et lorsqu'elle touche un miroir froid, elle se transforme en eau, c'est ce qui se passe.*

Figure 66: l'enseignant passe d'une médiation réflexive à une médiation conductrice puis explicative en se basant sur les fonds de connaissances des élèves

La Figure 67 résume les types de médiation didactique déjà expliqués où l'enseignant de l'école publique passe d'une médiation didactique réflexive à une médiation conductrice puis à une médiation didactique explicative en réponse aux performances didactiques des élèves.

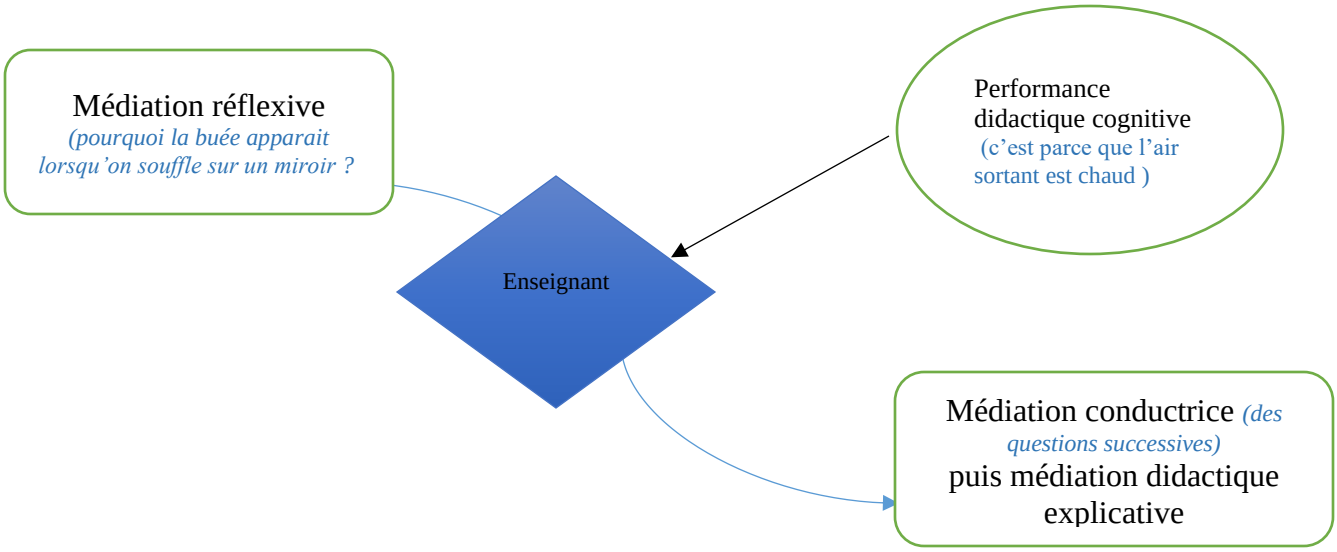


Figure 67: les types de médiation didactique adoptés par l'enseignant de l'école publique pour identifier la présence de la vapeur d'eau dans l'air expiré

L'enseignante de l'école privée réalise la même expérience pour montrer la présence de la vapeur d'eau dans l'air expiré : elle demande à une élève de passer au tableau avec son miroir et d'y souffler. Elle demande ensuite aux élèves « *remarquez, qu'est-ce qu'elle a rejeté ?* ». Ceux-ci répondent que c'est du dioxyde de carbone. Les élèves pensent que l'air expiré ne contient que du dioxyde de carbone (performance didactique cognitive). Pour corriger, l'enseignante adopte une médiation à double rôle : démonstrative et réflexive. Elle demande à l'élève de souffler de nouveau sur le miroir pour montrer la formation de la buée par expiration (médiation démonstrative) et pose ensuite une question autour de la buée formée (médiation réflexive) et lorsque les élèves répondent que c'est du dioxyde de carbone, elle leur pose la question « *le dioxyde de carbone est visible ? C'est un gaz qu'on ne peut pas le voir* » (médiation réflexive). Cette question vise à les convaincre que ce qu'ils ont vu est un gaz autre que le dioxyde de carbone qui est invisible, c'est de la vapeur d'eau (Figure 68).

78	M	De l'air expiré, c'est-à-dire en expirant. Qu'est-ce qu'on va rejeter ? On se débarrasse de quoi ? Avant de répondre, passe au tableau avec le miroir, faites attention. Je demande à M. de souffler sur le miroir. (L'enseignante montre le miroir aux élèves) Remarquez, qu'est-ce qu'elle a rejeté ?
79	E	**[Le dioxyde de carbone]**
80	M	C'est faux, ce n'est pas le dioxyde de carbone
80	E	[VAPEUR D'EAU]
81	M	**Dioxyde de carbone est visible ? C'est un gaz qu'on ne peut pas le voir. (Elle répète l'expérience et montre de nouveau le miroir aux élèves)**
82	M	Remarquez, sous forme de quoi ici ?
83	E	La vapeur
84	M	C'est de la vapeur, c'est ce qu'elle a jeté. Encore une fois. On appelle la buée, même le matin ou n'importe quel temps, si vous soufflez sur la vitre, la fenêtre, vous remarquez qu'il y a de la vapeur qui sorte, c'est-ce qu'on appelle la buée. C'est-à-dire la vapeur d'eau sous forme liquide. On se débarrasse, ou bien on rejette de la vapeur d'eau quand on expire. D'accord ? Pourquoi on a utilisé le miroir ? Parce que l'air qu'on rejette, on ne peut pas le voir, il est invisible dans l'air, c'est pour cela qu'on a utilisé le miroir pour qu'on puisse l'observer sur le miroir. C'est pour cela, c'est ça le but pour réaliser cette expérience.

Figure 68: une médiation à double rôle : démonstrative et réflexive pour montrer la présence de la vapeur d'eau dans l'air expiré.

Le schéma suivant (Figure 69) résume la variation de la médiation didactique de l'enseignante causée par des performances didactiques cognitives des élèves.

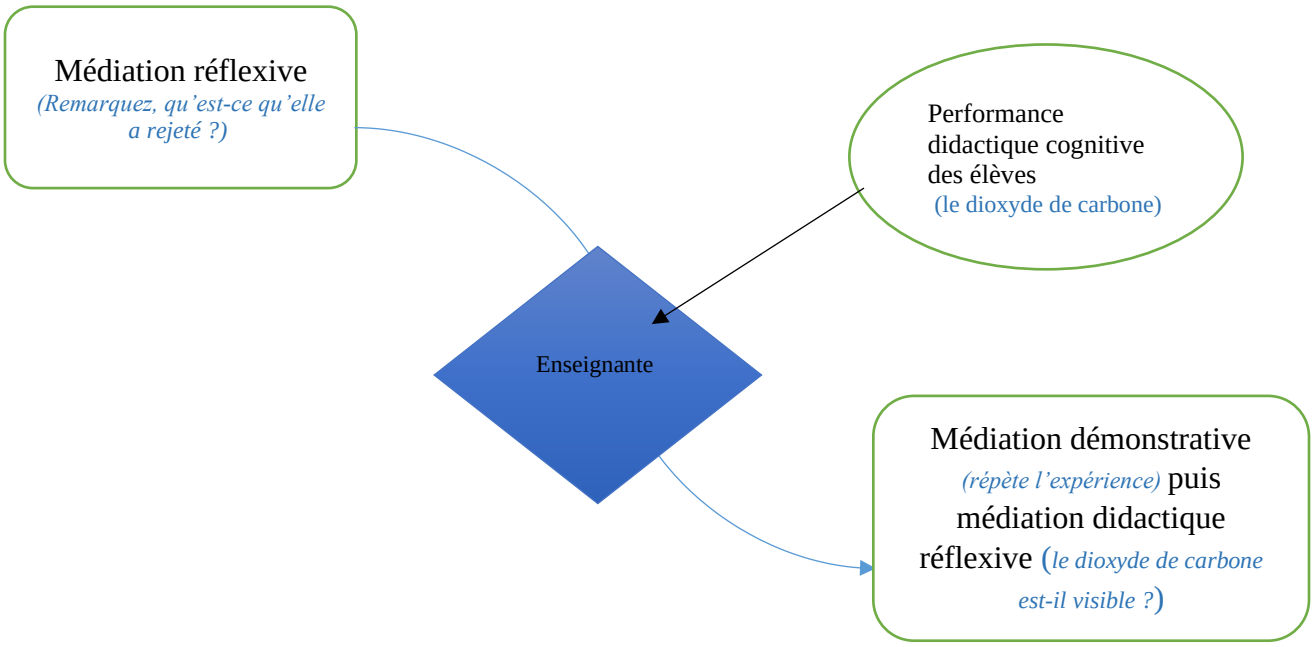


Figure 69: l'enseignante passe d'une médiation didactique réflexive à une médiation démonstrative puis réflexive sous l'action d'une performance didactique cognitive des élèves.

2.3.1.4. Une médiation didactique mobilisant des fonds de connaissances des élèves pour corriger leurs conceptions fausses

Des performances didactiques peuvent dévoiler des conceptions fausses chez les élèves, ce qui suscite une médiation didactique qui tend à les corriger.

Par exemple, à l'école publique, un élève pense que le dioxyde de carbone provient des poumons (performance cognitive).

123	M	4.03% يعني 4 بالمية وشوي، واضح؟ كتير pourcentage أكبر بكثير لما نكبها، 0.03 تلت بالمية يعني ولا شي، وأقل كمان من تلت، ماشي؟ال pourcentageيعني ال dioxyde de carbone قليلة لما الهوا عم نتنفسه، فمعناتها هون ال dioxyde de carbone اللي نحن عم نطلعه منين إجا هذا ال dioxyde de carbone? *4.03%, c'est-à-dire à peu près 4, c'est clair ?* *C'est-à-dire le pourcentage est beaucoup plus grand lorsqu'on expire, 0.03, un tiers pour cent, ce n'est rien, même c'est moins qu'un tiers. Ok ? Le pourcentage est très petit quand on respire, c'est-à-dire le dioxyde de carbone que nous rejetons provient d'où ? Ce dioxyde de carbone ?*
124	E	**poumons? من ال** ***Des poumons ?***
125	M	il produit de dioxyde de carbone يعني من ال corps, من الجسم، جسم الإنسان، من ال poumons, réaction d'oxydation dans les يجي عادة من ال dioxyde de carbone, dioxyde de carbone طلّع أو بيكون أنتج cellules. خلايا الجسم نحن لما نعطيها أوكسيجين ومنعطيها غذاء aliments بتعمل شي إسمه oxydation, بتعمل عمليه هذه العملية بال produits تبعها بينتج عنه مادة إسمها dioxyde de carbone منحط لها وقود منحط لها بنزين صح؟ essence, السيارة، السيارة نحن منحط لها مثلا" voiture كيف مثلا" ال منحطلها بنزين، هذا البنزين بس يحترق شو بينتج؟ شو بتعطيني السيارة ؟ *Des poumons, c'est-à-dire du corps, du corps de l'Homme, il produit du dioxyde de carbone.* ***Il rejette ou il produit du dioxyde de carbone qui provient normalement de la réaction d'oxydation dans les cellules.*** *Les cellules du corps, quand on leur donne de l'oxygène et on leur fournit des aliments, elles font ce qu'on appelle oxydation, elles font ce phénomène. Dans les produits de ce phénomène il y a une matière appelée dioxyde de carbone. C'est comme par exemple la voiture. La voiture on lui donne de l'essence, de l'essence, c'est vrai ? On lui introduit de l'essence, cette essence quand il se brule il donne quoi ? Qu'est-ce qu'elle me donne la voiture ?*
126	E	Dioxyde de carbone
127	M	نفس الفكرة، جسم الإنسان، بس نعطيه وقود، نعطيه مثلا" الغذاء ونعطيه dioxyde de carbone. بتعطي دخان يعني dioxyde de carbone فنحن جسمنا عم ينتج dioxyde de carbone. اللي هو ال il produit du gaz الأوكسيجين، واضح، لما نحن شو منعمل؟ هون؟ أي ممارسة بدها تطلع ال بواسطة شو؟ كيف بتخلص منه؟ dioxyde de carbone? *Elle me donne de la fumée, c'est-à-dire du dioxyde de carbone.* *Pareillement, le corps humain, lorsqu'on lui fournit de l'essence, c'est-à-dire des nutriments et on lui donne de l'oxygène, c'est clair ? Il produit du gaz qui est le dioxyde de carbone. Donc notre corps produit du dioxyde de carbone. Comment on peut s'en débarrasser ? Par quel moyen ? Lorsqu'on fait quoi ? Ici ? Qu'est-ce qu'on fait pour éliminer le dioxyde de carbone ?*
128	EEE	[Expiré, زفير, XXX] *Expiré*
129	M	Expiration, dans l'air expiré؟واضح هذا اللي بدي expiration, بكون طلعت وطردت من الجسم l'air qui est riche en dioxyde de carbone, فأنا لما بعمل inspiration بكون فوتت على الجسم شو؟ أفهمه، بينما لما بعمل Quel gaz ? *Expiration, dans l'air expiré, c'est clair ? Donc quand je fais expiration, je fais sortir du corps l'air qui est riche en dioxyde de carbone, c'est ce que je vais comprendre, mais lorsque je fais inspiration, qu'est-ce que je fais entrer au corps ? Quel gaz ?*
130	EEE	[Dioxygène]

Figure 70: une médiation explicative pour créer un espace hybride et corriger une « misconception » en mobilisant des fonds de connaissances puisés de la vie quotidienne

L'enseignant explique alors que le dioxyde de carbone provient des cellules comme déchet de l'oxydation cellulaire et il compare le phénomène à la combustion de l'essence dans la voiture qui

dégage du dioxyde de carbone. Il adopte une médiation explicative pour créer un espace hybride en mobilisant les fonds de connaissances référés au milieu extrascolaire des élèves (l'utilisation de l'essence dans la voiture) (Figure 70).

Autrement dit, l'espace hybride basé sur des fonds de connaissances référés aux observations quotidiennes des élèves (le dégagement de la fumée de l'échappement de la voiture), les aide à faire le glissement du savoir quotidien (le fait que le dioxyde de carbone provient des poumons) au savoir scientifique (que le dioxyde de carbone provient de l'oxydation cellulaire : *Il rejette ou il produit du dioxyde de carbone qui provient normalement de la réaction d'oxydation dans les cellules (cf.TP 125)*) (Figure 71).

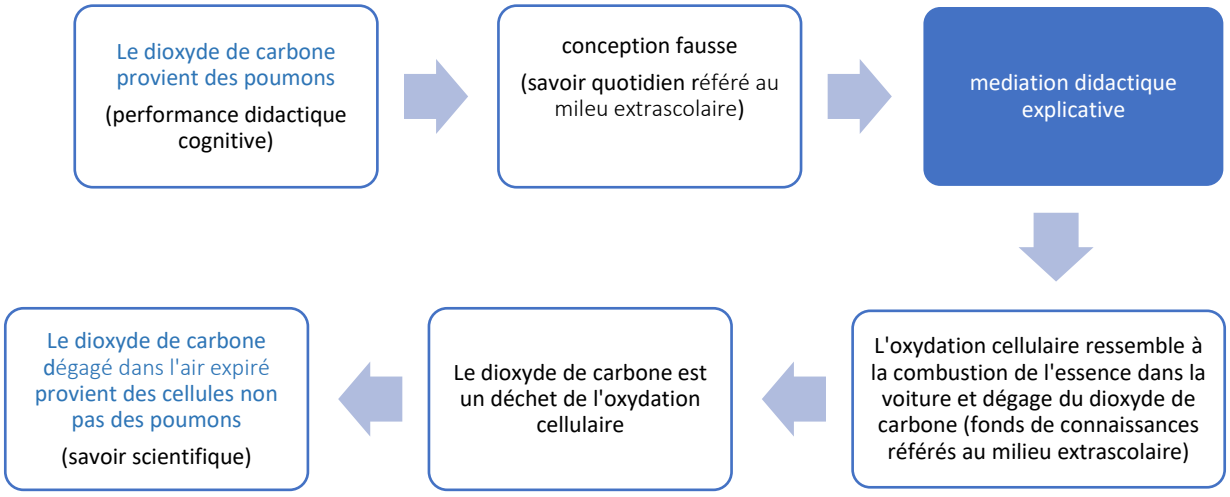


Figure 71: une médiation didactique explicative mobilisant des fonds de connaissances des élèves référés au milieu extrascolaire pour corriger une conception fausse

Un autre exemple dans la classe de l'école privée payante, où l'enseignante voulait montrer la présence de la vapeur d'eau dans l'air expiré en effectuant l'expérience « souffler sur un miroir, observer la buée qui se forme » (médiation démonstrative). Un élève dit que l'air expiré c'est du dioxyde de carbone (performance cognitive), ce qui incite l'enseignante à adopter une médiation réflexive en posant une question « *Est-ce que le dioxyde de carbone est visible ?* » et de se référer à une observation quotidienne de la buée qui apparait si on souffle sur la fenêtre (Figure 72).

78	M	… Remarquez, qu'est-ce qu'elle a rejeté ?
79	E	**[Le dioxyde de carbone]**
80	M	C'est faux, ce n'est pas le dioxyde de carbone
80	E	[VAPEUR D'EAU]
81	M	**Dioxyde de carbone est-il visible ? C'est un gaz qu'on ne peut pas le voir.** (elle a répété l'expérience et montre de nouveau le miroir aux élèves)
82	M	Remarquez, sous forme de quoi ici ?
83	E	La vapeur
84	M	C'est de la vapeur, c'est ce qu'elle a jeté. Encore une fois. On appelle la buée, même le matin ou n'importe à quel temps, si vous soufflez sur la vitre, la fenêtre, vous remarquez qu'il y a de la vapeur qui sort, c'est-ce qu'on appelle la buée. C'est-à-dire la vapeur d'eau sous forme liquide. On se débarrasse, ou bien on rejette de la vapeur d'eau quand on expire. D'accord ? Pourquoi on a utilisé le miroir ? Parce que l'air qu'on rejette, on ne peut pas le voir, il est invisible dans l'air, c'est pour cela qu'on a utilisé le miroir pour qu'on puisse l'observer sur le miroir. C'est pour cela, c'est ça le but pour réaliser cette expérience.

Figure 72 : une médiation démonstrative/réflexive pour corriger une « misconception »

L'enseignante essaie de créer un lien entre l'observation de la buée quand on souffle sur le miroir, la buée qui apparait sur la fenêtre et qui contient de l'eau et le fait que le dioxyde de carbone est invisible alors que la buée est visible, pour comprendre que l'air expiré contient de la vapeur d'eau qui apparait sous la forme de buée quand on souffle sur un miroir (Figure 73).

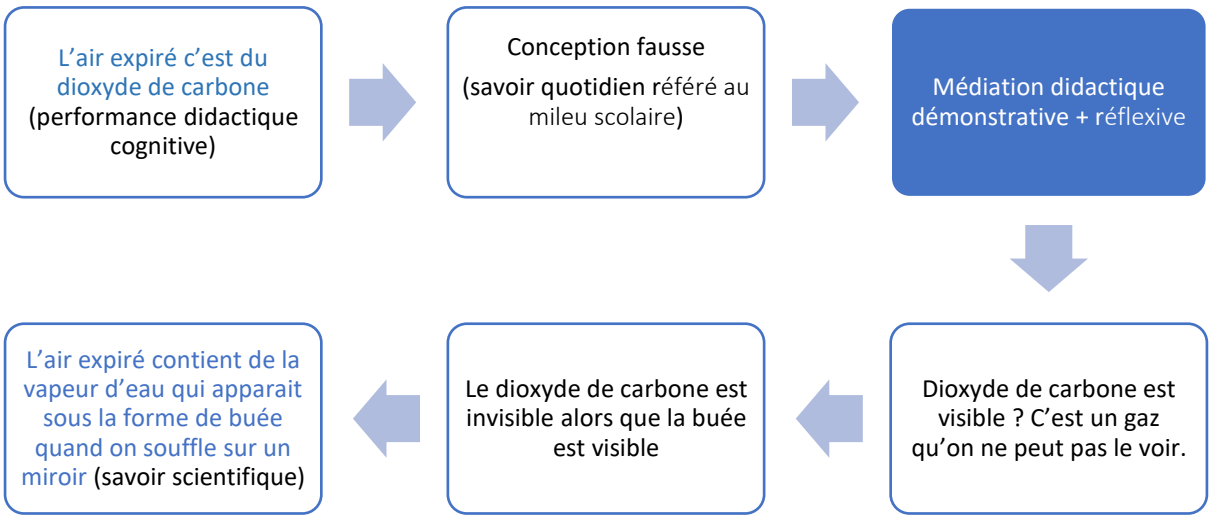


Figure 73: une médiation didactique démonstrative et réflexive mobilisant des fonds de connaissances des élèves référés à leur milieu extrascolaire pour corriger une conception fausse

Une autre conception fausse apparait dans la même école pendant la séance suivante où la tâche était de montrer la présence de dioxyde de carbone dans l'air expiré. L'enseignante explique que, pour identifier la présence du dioxyde de carbone, on utilise l'eau de chaux : le dioxyde de carbone

trouble l'eau de chaux. L'enseignante se réfère aux photos du manuel scolaire pour montrer que lorsqu'on souffle dans l'eau de chaux, il devient trouble. Une élève a compris que la couleur blanche qui apparait est du dioxyde de carbone, elle dit ensuite « *si on souffle dans une bouteille vide, on va avoir de petites taches blanches, c'est donc du dioxyde de carbone* » (Figure 74). L'enseignante fait attention et remarque que l'élève ne distingue pas entre la buée et l'eau de chaux troublée, elle explique, en adoptant une médiation didactique explicative, que l'eau de chaux est normalement limpide et devient trouble en présence de dioxyde de carbone alors que les gouttelettes blanches qui apparaissent quand on souffle dans une bouteille sont de la vapeur d'eau (Figure 75).

102	M	Le dioxyde de carbone, car c'est le dioxyde de carbone qui va troubler l'eau de chaux. D'accord ? C'est pour cela, en présence de dioxyde de carbone qu'on a expiré, qu'on a rejeté, l'eau de chaux devient de couleur blanche, ou bien l'eau de chaux se trouble. L'eau de chaux c'est quoi ? Chaux c'est une substance sous forme de poudre blanche qu'on dissout dans l'eau. Quand on la dissout dans l'eau, elle devient comme ça transparente, en soufflant, au contact de dioxyde de carbone, l'eau de chaux va se troubler, c'est-à-dire elle devient de couleur blanche. C'est un indicateur qui permet d'identifier que le gaz rejeté durant l'expiration c'est quoi ? C'est le dioxyde de carbone. Vous avez compris ? L'eau de chaux c'est une substance sous forme de poudre de couleur blanche, lorsqu'on la dissout dans l'eau, elle devient transparente dans l'eau. Quand on a soufflé, c'est-à-dire on a rejeté le dioxyde de carbone, la couleur devient blanche. Cela veut dire quoi ? Le dioxyde de carbone, le gaz expiré, c'était le dioxyde de carbone, donc le dioxyde de carbone va troubler l'eau de chaux, il va rendre l'eau de chaux de couleur blanche. C'est clair ? On a des questions ?
103	E	**Si on souffle dans une bouteille vide, on va voir de petites taches blanches, c'est donc du dioxyde de carbone ?**
104	M	On rejette le dioxyde de carbone, comment elle va devenir blanche ?
105	E	<…>
106	M	Ah non, Ça c'est de la buée, de la vapeur, n'est-ce pas ? Le dioxyde de carbone devient blanche en présence de l'eau de chaux.

Figure 74: une médiation didactique explicative pour expliquer que les gouttelettes blanches qui apparaissent quand on souffle dans une bouteille sont de la vapeur d'eau non pas de dioxyde de carbone

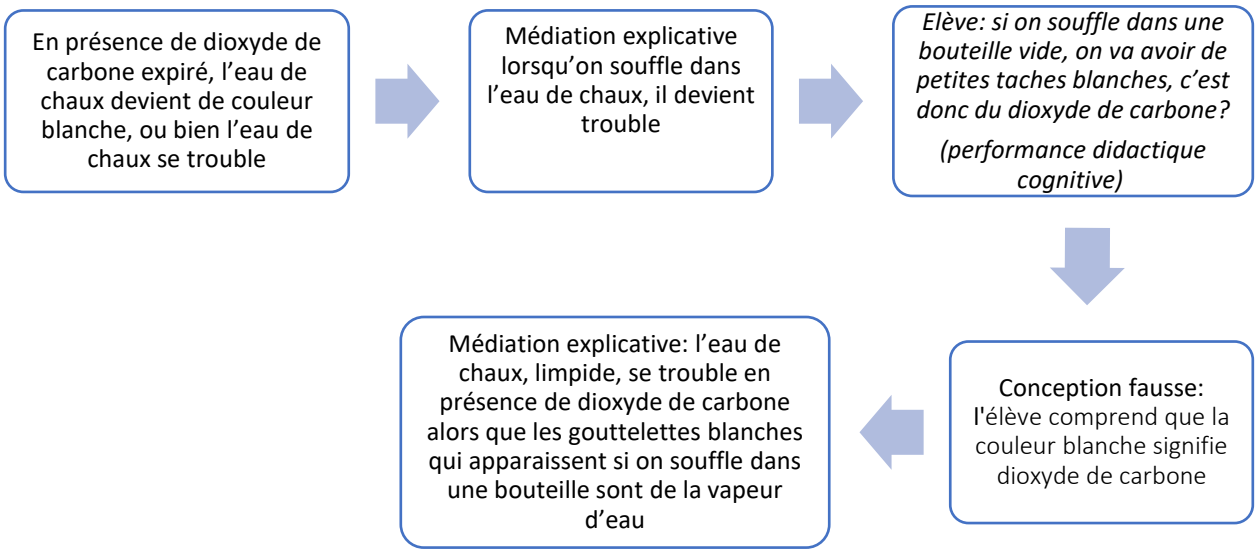


Figure 75: une médiation explicative pour corriger une « misconception » entre la buée et l'eau de chaux troublé.

Dans une autre séance, un élève de l'école privée demande si la respiration est comme la transpiration (performance cognitive). Pour résoudre ce problème de conception fausse, l'enseignante se réfère aux fonds de connaissances des élèves en ayant recours à l'observation quotidienne de la buée qui apparait sur la vitre le matin. Elle définit la transpiration comme étant le dégagement de la vapeur d'eau qui ressemble à la buée qui se forme sur la vitre le matin (Figure 76).

233	E	Miss هذهrespiration و هذه transpiration ? (avec des gestes de mouvements respiratoires) *Miss, c'est la respiration et c'est la transpiration ? (avec des gestes de mouvements respiratoires qui montrent que l'élève ne distingue pas entre respiration, transpiration, inspiration et expiration)*
234	M	Ça dépend, transpiration c'est-à-dire le rejet de la vapeur d'eau, sur la XXX Quand tu souffles sur le XXX (en montrant la vitre de la fenêtre) le matin, tu vois de la buée, c'est de la vapeur d'eau, tu as rejeté de la vapeur d'eau.

Figure 76: une médiation explicative basée sur les fonds de connaissances des élèves pour distinguer entre respiration et transpiration

Il est important de noter ici que l'utilisation de ce même exemple (la buée qui se forme sur la vitre) pour expliquer la transpiration et puis pour montrer la présence de la vapeur d'eau dans l'air expiré pourrait causer une confusion entre l'expiration et la transpiration et ce qui s'est passé effectivement dans la séance suivante où un élève demande si la transpiration est la même que l'expiration parce que dans les deux cas nous avons vu qu'il y a formation de la buée sur la vitre.

2.3.2. Une médiation mobilisant des moyens d'aide didactique en réponse à des performances didactiques des élèves

Les performances didactiques des élèves agissent comme moteur essentiel de l'évolution de l'action de l'enseignant (Zaid, 2012). Cette action fait appel à plusieurs pratiques parmi lesquelles l'utilisation des moyens d'aide didactique matériels ou symboliques qui facilitent la création des espaces hybrides et assurent le glissement du sens quotidien au savoir scientifique.

Ces moyens d'aide didactique ont des fonctions qui diffèrent généralement selon les phases de la séance. Ainsi, les moyens d'aide didactique peuvent avoir une fonction de motivation au début de la séance, de démonstration ou des moyens informatives au cours de la séance et des moyens d'aide didactique à fonction évaluative généralement à la fin d'une partie, d'une idée ou d'une séance. Dans ce qui suit, nous nous intéressons aux moments particuliers où les performances didactiques des élèves font appel à une médiation didactique basée sur l'utilisation des moyens d'aide didactique. Pour organiser le travail, nous distinguons entre une médiation didactique mobilisant des moyens d'aide didactique matériels et une médiation didactique mobilisant des moyens d'aide didactique symboliques.

2.3.2.1. Une médiation mobilisant des moyens d'aide didactique matériels en réponse aux performances didactiques des élèves

Des moyens d'aide didactique sont utilisés par l'enseignant pour aider les élèves à construire le contenu visé. Ils sont matériels quand ils sont directement perceptibles, voire directement observables devant les yeux des élèves comme le mètre-ruban, la maquette, le modèle, le dessin, les photos, les figures, les schémas, les tableaux, les textes, etc.

Le mètre-ruban et les maquettes: des moyens d'aide didactique matériels

Le mètre-ruban est un moyen d'aide didactique matériel utilisé par l'enseignante pour montrer le changement de la longueur du tour de poitrine entre les deux mouvements respiratoires (Figure 78). Dans une séance à l'école privée, la tâche était de comparer la longueur du tour de poitrine pendant l'inspiration et l'expiration en utilisant un mètre-ruban. Un élève pose une question si une grosse personne a toujours le plus grand tour de poitrine (performance cognitive). L'enseignante essaie alors, en adoptant une médiation explicative, de lui expliquer qu'il ne s'agit pas ici de de la grosseur de la personne, il s'agit plutôt du changement observé au cours de l'inspiration et de

l'expiration et lui affirme que les personnes n'ont pas tous forcément la même longueur du tour de la poitrine (Figure 77).

91	E1	**Madame, الناصح a une plus grande mesure ?** ***Madame, le plus gros a une plus grande mesure ?***
92	M	Je n'ai pas compris
93	E1	يعني انت وقت اللي بتحطي ال ruban, الناصح هو وعم يتنفس *Je voulais dire quand tu mets le ruban, le plus gros, quand il respire*
94	M	Il y a une différence, c'est pas seulement plus gros ou bien plus mince ou bien moins mince, plus maigre, d'accord ? Non, chaque élève a un tour de poitrine différent de l'autre. D'accord ? Ça peut jouer un rôle, oui, mais il y a un changement, vous n'avez pas tous la même valeur qu'un enfant, d'accord ? Peut-être oui, certains ont, peut être non, plus petit, plus grand ça dépend. D'accord ? C'est pour cela, on va faire l'exploitation maintenant<…> La première question Hussein lis la question
95	E2	Compare la mesure du tour de poitrine du garçon pendant l'inspiration et pendant l'expiration. Dans quel cas la cage thoracique est-elle plus gonflée ?
96	M	Dans quel cas la cage thoracique est-elle plus gonflée ? C'est dans le cas de l'inspiration ou bien dans le cas de l'expiration ? C'est pas logiquement, tu as un document devant toi, on regarde les résultats ou bien la réponse d'après le document qui est devant toi, vas-y, on a déjà dit ça.
97	E2	L'inspiration

Figure 77: Comparer la mesure du tour de poitrine du garçon pendant l'inspiration et pendant l'expiration

Elle demande ensuite à chaque élève de mesurer le tour de sa poitrine à la maison pendant l'inspiration et pendant l'expiration et de comparer les valeurs obtenues pour observer le changement et le discuter. Le lendemain, l'enseignante discute avec les élèves leurs observations et effectue quelques mesures en classe en utilisant un mètre-ruban. Une élève donne les valeurs de la longueur de sa poitrine, mais la longueur donnée durant l'expiration est plus grande que celle durant l'inspiration.

Face à cette performance didactique technique, l'enseignante demande à l'élève de passer, avec son amie, au tableau et de faire les mesures en classe en utilisant un mètre-ruban (moyen d'aide didactique matériel). Après avoir pris les mesures et les avoir comparées, les élèves sont convaincus que le tour de la poitrine durant l'inspiration est plus long que celui durant l'expiration et ont conclu que ceci est dû à ce que le volume des poumons lors de l'inspiration est plus grand que celui lors de l'expiration.

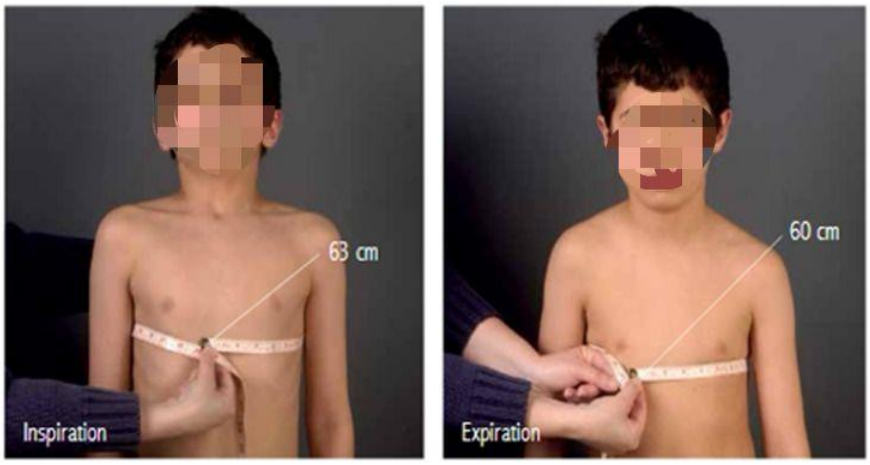


Figure 78: Le mètre-ruban est un moyen d'aide didactique matériel

La maquette est un autre moyen d'aide didactique matériel utilisé par l'enseignante de l'école privée subventionnée et par l'enseignant de l'école publique pour expliquer et montrer les organes de l'appareil respiratoire (Figure 79).



Figure 79: la maquette est un moyen d'aide didactique matériel utilisé pour montrer les organes de l'appareil respiratoire

Un moment particulier surgit au cours de la première séance de la séquence « l'appareil respiratoire » à l'école publique lorsque l'enseignant cite les organes de l'appareil respiratoire par ordre et les démontre sur la maquette (médiation démonstrative), un élève insiste sur le fait qu'après le nez ou la bouche il y a directement les poumons (performance cognitive). L'enseignant adopte alors une médiation explicative et démonstrative pour expliquer qu'entre le nez et les poumons il y a un organe qui ressemble à un tube ou à un roseau qui s'appelle trachée-artère et montre aux élèves sur la maquette comment la trachée-artère se divise en bronches et puis en bronchioles. Le rôle de la maquette comme moyen d'aide didactique est démonstratif et informatif.

L'enseignant de l'école publique utilise aussi une autre maquette comme moyen d'aide didactique matériel pour expliquer le fonctionnement du diaphragme au cours de la respiration. La maquette, illustrée dans le livre scolaire, est formée des deux ballons avec une bouteille en plastique et une paille fixée dans la bouteille et attachée aux ballons (Figure 80).

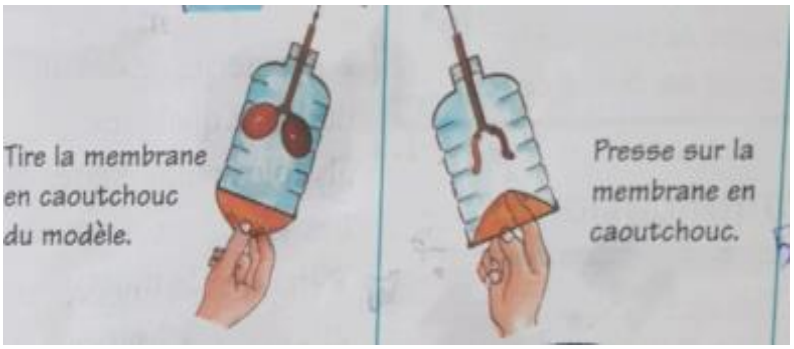


Figure 80: maquette pour montrer le fonctionnement du diaphragme au cours de la respiration

Le principe de fonctionnement est que lorsqu'on tire le morceau de caoutchouc (qui représente le diaphragme) vers le bas, les deux ballons à l'intérieur de la bouteille (qui représentent les poumons) se gonflent. Lorsqu'on relâche le morceau de caoutchouc, les deux ballons se dégonflent. Pendant que l'enseignant explique le fonctionnement du diaphragme au cours de la respiration (médiation explicative) en montrant la maquette, un élève demande « *alors quand on respire, le ballon va se gonfler ou bien se dégonfler ?* ». Cette question montre que la maquette semble difficile à comprendre car les différents organes sont représentés par des objets dont les liens ne sont pas explicitement perceptibles pour les élèves (Bisault, 2010). En effet, l'élève voulait saisir la relation entre ce qu'il observe dans la maquette et ce qui se passe au cours de la respiration. L'enseignant explique alors, en montrant la maquette comme moyen d'aide didactique matériel, que lorsque l'air entre, les ballons vont se gonfler et le morceau de caoutchouc va descendre, donc le gonflement des poumons engendre l'abaissement du diaphragme et réciproquement, l'étirement du diaphragme vers le bas fait entrer l'air dans les poumons représentés par les deux ballons, on parle alors de l'inspiration. Donc lors de l'inspiration, les poumons se gonflent et le diaphragme s'abaisse (Figure 81).

30	E	**أستاذ لما تعمل هيك (l'élève inspire et expire)؟يعني بتنفخ من فوق أو من تحت** ***Monsieur, c'est-à-dire, quand je fais comme ça (l'élève inspire et expire), le ballon va se gonfler ou bien se dégonfler ?***
31	M	لما نتنفس ويفوت الهوا على ال poumons? *Quand tu respires et que l'air entre dans les poumons ?*
32	E	بيكون الهوا هيك فايت؟ *L'air entre comme ça ?*
33	M	بتشد ال diaphragme Diaphragme بتشد لتحت *Le diaphragme se contracte, le diaphragme se contracte vers le bas.*
34	E	ومن جوا بتنفخ؟ *Et à l'intérieur ça se gonfle ?*
35	M	بتنفخ poumonأي بتشد أكيد وال *Oui sûrement se contracte et le poumon se gonfle*
36	E2	**يعني بس نتنفس يعني هي بتكبر؟** ***C'est-à-dire quand on respire ça va grandir ?***
37	M	بدها expiration رح تعبي هواء وحجمها رح يكبر، وبس نرجع نطلّع نعمل poumon أي بس نتنفس نحن وناخذ نفس، أكيد ال تضهّر الهوا وبيطلع لبرا رح أرجع عيدها يلا في عندي تغيرات عم تصير، بال inspiration *Oui quand nous respirons et nous prenons de l'air, sûrement le poumon sera rempli d'air et son volume augmentera et quand on expire, l'air va sortir à l'extérieur. Je veux répéter, au cours de l'inspiration, j'ai des changements qui ont lieu.*

Figure 81: la relation entre le fonctionnement de la maquette et celui du diaphragme au cours de la respiration

Les photos du manuel scolaire : un moyen d'aide didactique matériel qui comble le manque en matériel de laboratoire

Les schémas, les figures et les photos du manuel scolaire constituent des moyens d'aide didactique principaux, surtout dans le cas du manque du matériel nécessaire pour réaliser une expérience.

Par exemple, pour montrer la présence de dioxyde de carbone dans l'air expiré, l'enseignant de l'école publique et celle de l'école privée expliquent l'expérience de l'eau de chaux, illustrée dans les manuels scolaires utilisés[58] sans l'effectuer en classe devant les élèves par manque du matériel nécessaire. À ce sujet, un moment particulier a lieu à l'école publique lorsqu'un élève pose la question « *que veut-dire trouble l'eau de chaux ?* ». Face à cette question (performance didactique cognitive), l'enseignant passe d'une médiation explicative, où il avait expliqué l'expérience du test d'identification de dioxyde de carbone, à une médiation démonstrative, où il montre aux élèves une photo de deux béchers A et B : dans le bécher A, la solution d'eau de chaux est limpide et dans le bécher B la solution d'eau de chaux est trouble. Puis il explique que l'eau de chaux est limpide comme l'eau de robinet mais elle devient trouble en présence de dioxyde de carbone (Figure 82).

[58] Cf annexe 18

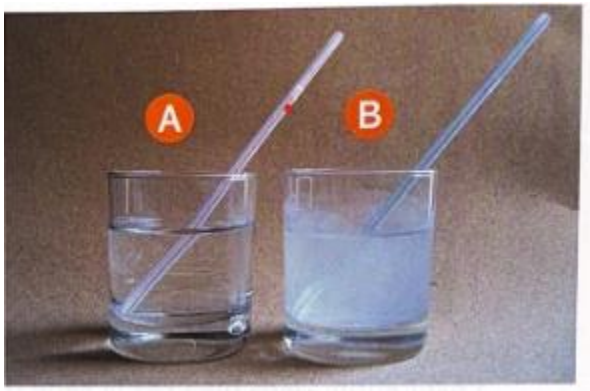


Figure 82: les photos du manuel scolaire pour combler le manque en matériel du laboratoire

Il explique ensuite comment l'expérience est effectuée en leur rappelant des bulles qui se forment lorsqu'ils soufflent dans une paille plongée dans un verre de jus. De la même façon, si on souffle dans une paille plongée dans une solution d'eau de chaux, celle-ci devient trouble. Ainsi, l'utilisation des fonds de connaissances des élèves est combinée aux photos d'une expérience comme moyen d'aide didactique pour combler le manque en matériel nécessaire pour réaliser l'expérience (Figure 83).

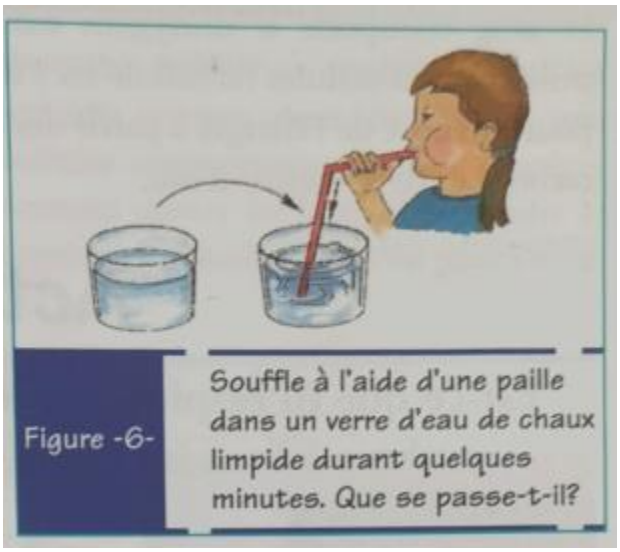


Figure 83: les photos comme moyen d'aide didactique matériel pour le test d'identification du dioxyde de carbone dans l'eau de chaux

Il est à noter que les difficultés manifestées par les élèves sont normales vu leur âge, d'autant plus qu'ils ne comprennent pas encore ce qu'est une réaction chimique ni ce que sont les réactifs dans une expérience chimique.

Les figures du manuel scolaire : un moyen d'aide didactique matériel

Dans un autre moment particulier, l'enseignant de l'école publique indique, selon une médiation explicative, le trajet suivi par l'air au cours de l'inspiration et de l'expiration. Il explique que la trachée-artère se ramifie en deux bronches pénétrant dans les poumons et que chaque bronche se ramifie à son tour en des milliers de bronchioles qui se terminent par des alvéoles pulmonaires entourées par de vaisseaux sanguins. Un élève observe la figure sur le manuel scolaire et pose la question "أستاذ شو هني هول اللي متل عنقود العنب؟" *Monsieur, que sont ces choses qui ressemblent aux grappes de raisin ?* » (Performance cognitive et sociale). L'enseignant se réfère à la figure du manuel scolaire (Figure 84) et compare les alvéoles pulmonaires à des boules.

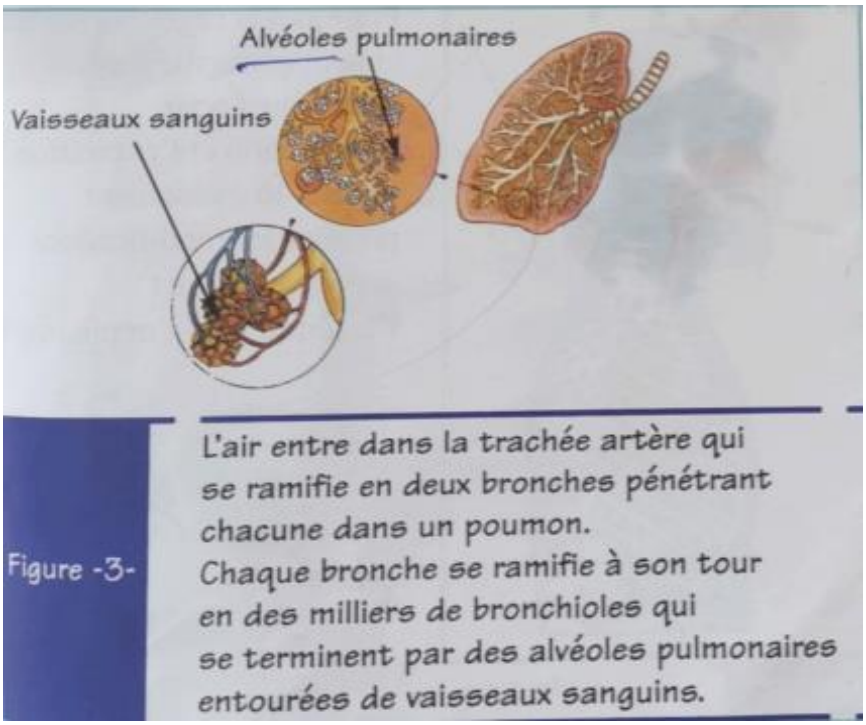


Figure 84: les ramifications des bronches au sein des poumons

Pour rapprocher l'idée du grand nombre d'alvéoles dans le sac alvéolaire, il les compare aux pores dans une éponge, donc il mélange un moyen d'aide didactique symbolique (la comparaison des sacs alvéolaires à des boules ou à une éponge) à un moyen d'aide didactique matériel (le schéma du livre scolaire) pour répondre à la question de l'élève (Figure 85).

54	E	**أستاذ شو هني هول؟** *Monsieur, c'est quoi ? (en montrant la photo des sacs alvéolaires)*
55	M	هول اللي بيفوت عليهم الهوا آخر شـــي، بيوصـــل الهوا boules, هول اللي متل ال alvéoles pulmonaires, هول عم قول لكم ال وفي شـــي كمان ,sanguins vaisseaux عليهم، الهوا بس يوصـــل عليهم بيروح بيطلع الأوكســـيجين الموجود بالهوا بيطلع على ال alvéoles بيكبوه بقلب ال dioxyde de carbone إسمه vaisseaux بيكونوا جايبينو ال .... وآخر شي بيطلع لبرا، وضحت؟ bronchioles على ال alvéoles بيطلع من ال dioxyde de carbone بيرجع ال هذه alvéoles pulmonaires, بتضـــل تتفرع وتتفرع وآخر شـــي بتوصـــل لشـــي إســـمه poumon اللي بدي إفهم أنه بالنهاية ال ال ramification بيسموها ال alvéoles pulmonaires مطرح ما بيصير في تبادل لل oxygène وال dioxyde de carbone. ماشي؟ في شي صعب فيهم هول؟ alvéoles pulmonaires, بينتهوا بال bronchioles هذه هي فكرتها أنه أفهم انه آخر شي ال Alvéoles pulmonaires قلتلكم هول هني نهـايـة التفرع لـل bronchioles, مش قلـت أنـه عنـدي bronchioles ? بيضـــلوا أو الجيوب الهوائية، ماشي كيف الاسفنجة والفتحات partie منهم بيسموهم ال alvéoles pulmonaires يتفرعوالآخر شـي في آخر ok? نفس الشي alvéoles الصغار اللي بقلبها، هول ال *Je vous ai dit, ce sont les alvéoles pulmonaires, ceux qui sont comme les boules, là où l'air entre à la fin, l'air y arrive, lorsque l'air y arrive, il va leur donner l'oxygène présent dans l'air, ils l'envoient aux vaisseaux sanguins. Il y a aussi une autre chose que les vaisseaux emmènent, qui s'appelle le dioxyde de carbone, ils le jettent à l'intérieur des alvéoles. Ensuite le dioxyde de carbone sort des alvéoles aux bronchioles, enfin il sort à l'extérieur, c'est clair ?* *Ce que je voulais comprendre qu'enfin le poumon se ramifie de plus en plus jusqu'à arriver finalement aux alvéoles pulmonaires, cette ramification s'appelle alvéoles pulmonaires là où aura lieu l'échange entre l'oxygène et le dioxyde de carbone. L'idée est que les bronchioles se terminent à la fin par des alvéoles pulmonaires. Ok ? C'est difficile ?Je vous ai dit que ces alvéoles pulmonaires sont la fin des ramifications des bronchioles. Je n'ai pas dit que j'ai des bronchioles ? Elles se ramifient jusqu'à arriver à la dernière partie où il y a les alvéoles pulmonaires. Ces alvéoles ou ces poches aériennes, ok, comme l'éponge et les petites pores qu'elle contient, ces alvéoles sont semblables. Ok ?*

Figure 85: une médiation didactique explicative qui combine des aides didactiques matériels (la figure) et symboliques (les comparaisons).

Dans la même séance, pour s'assurer que les élèves ont bien saisi le trajet suivi par l'air lors de l'inspiration et de l'expiration, il leur demande d'indiquer le trajet de l'air lorsqu'il sort des alvéoles jusqu'à l'extérieur du corps. Une élève commence le trajet par les bronches (performance cognitive), l'enseignant adopte alors une médiation conductrice, il pose des questions successives en se basant sur une figure du manuel scolaire (Figure 84) pour conduire les élèves vers la réponse attendue. Grâce à ce moyen d'aide didactique matériel, les élèves réussissent à indiquer correctement le trajet de l'air lorsqu'il sort des alvéoles jusqu'à l'extérieur du corps (Figure 86).

113	M	على الخارج alvéoles شو المسار اللي بيسلكه الهواء لما بيكون عم يضهر من ال trajet رح أرجع اعيد السؤال، عم قول بدي قول شو ال *Je répète la question, je dis quel est le trajet suivi par l'air, le trajet suivi par l'air lorsqu'il sort des alvéoles à l'extérieur ?*
114	E	**Bronches?**
115	M	مين بيجي؟ alvéoles بعد ال alvéoles, عندي bronches, أول شغلة قبل ال *D'abord avant les bronches j'ai les alvéoles, après les alvéoles qui vient ?*
116	E	**Fosses nasales**
117	M	ما هيك؟ alvéoles آخر آخر شي عندي ال poumons, قبل عم بحكي قبل، عم بحكي جوا هون بال *Avant, je parle avant, je parle à l'intérieur ici, dans les poumons, à la fin à la fin j'ai les alvéoles, non ?*
118	E	Bronchioles
119	M	Bronchioles, بعد ال bronchioles مين؟ *Bronchioles. Après les bronchioles, qui ?*
120	E	Les fosses nasales
121	M	لا لا *Non non*
122	E	Les poumons
123	M	أي نحن بقلب ال poumons *Oui nous sommes dans les poumons*
124	E	Bronches
125	M	Les bronches, bravo, بعدين بيطلعوا لوين؟ *Les bronches, bravo, ensuite ils passent où ?*

Figure 86: une médiation conductrice mobilisant un aide didactique matériel pour indiquer le trajet de l'air lors de l'expiration

En parlant du trajet suivi par l'air, un élève remarque la présence d'un organe appelé « la luette » sur la figure (Figure 87), il pose une question autour de son rôle ou de son importance (performance didactique cognitive).

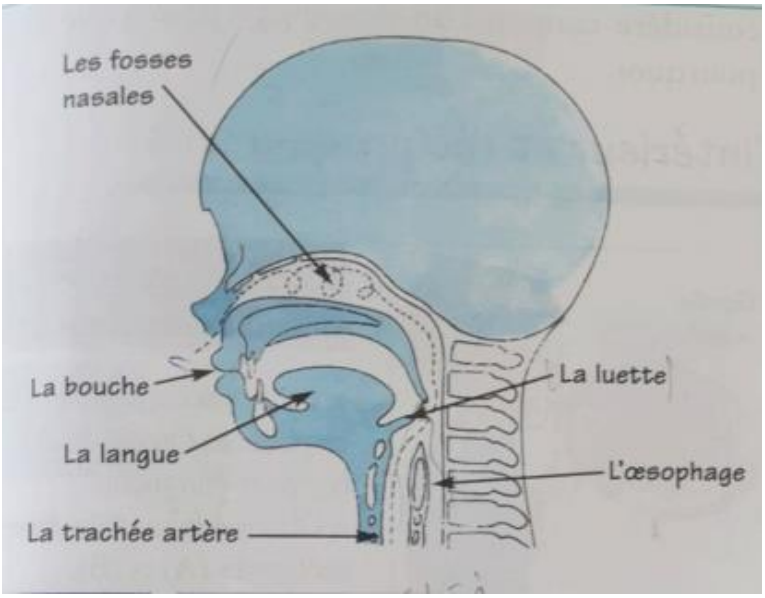


Figure 87: une médiation explicative et réflexive pour expliquer le rôle de la luette

L'enseignant explique que la luette ressemble à un pont qui sépare l'appareil digestif de l'appareil respiratoire (médiation explicative). Puis il pose la question « *que se passe-t-il si la luette n'assure pas son rôle ?* » (Médiation réflexive). Les élèves répondent que si la luette n'assure pas son rôle, nous serons asphyxiés (performance cognitive). L'enseignant trace un schéma au tableau comme moyen d'aide didactique matériel pour clarifier la position de la luette comme élément séparateur entre l'appareil digestif et l'appareil respiratoire. Il combine la médiation réflexive (en posant la question ci-dessus) et explicative (explique en adoptant un discours monologique) dans le but de créer un espace hybride qui permet aux élèves de passer du savoir quotidien (nous serons asphyxiés) au savoir scientifique (si la luette n'assure pas son rôle, l'aliment entre dans l'appareil respiratoire et empêche, par conséquence, le dioxygène d'arriver aux alvéoles pulmonaires, et dès lors au sang, ce qui peut conduire à la mort) (Figure 88).

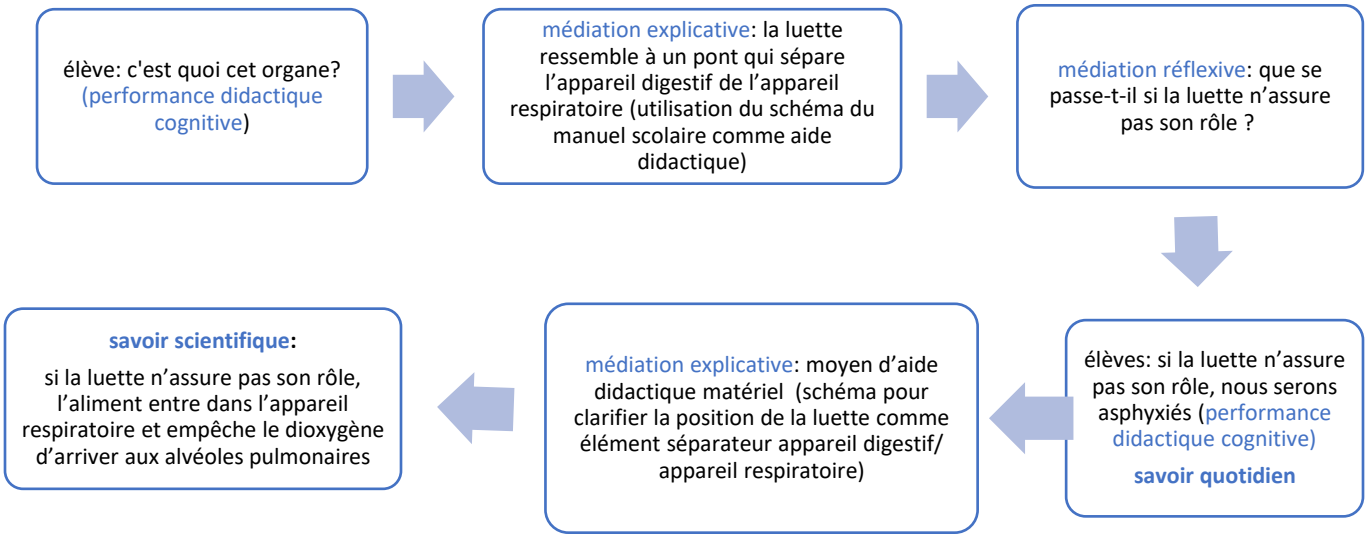


Figure 88: plusieurs types de médiation didactique mobilisant un schéma comme moyen d'aide didactique matériel pour créer un espace hybride

Au sujet des alvéoles pulmonaires et afin d'expliquer les échanges gazeux entre l'air des alvéoles pulmonaires et le sang, l'enseignant trace au tableau un schéma et se réfère aussi à une figure du manuel scolaire (Figure 89).

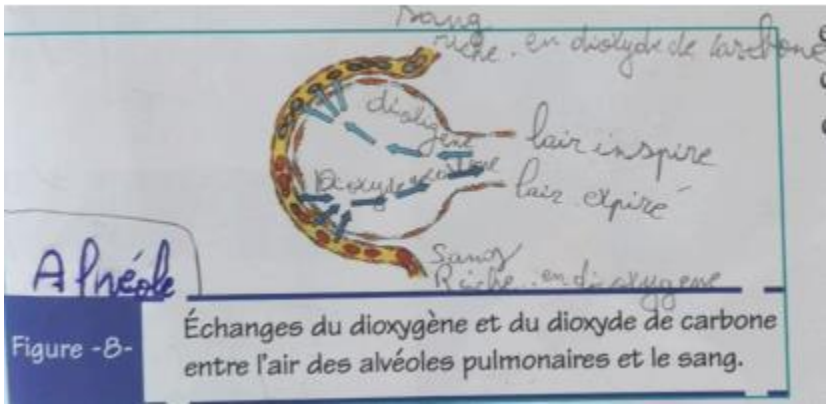


Figure 89 : les échanges gazeux respiratoires au niveau des alvéoles pulmonaires

Un élève observe la figure, demande à l'enseignant de se rapprocher de lui (performance sociale) et lui pose la question « « شـــو هول بـاللون الأحمر؟ *que sont ces choses en couleur rouge dans le schéma ?* ». L'enseignant revient alors à la figure du manuel scolaire, explique en détails les

flèches en bleu, demande aux élèves d'annoter ces flèches pour comprendre le chemin suivi par les gaz respiratoires et répond à l'élève que « *هول les globules rouges كريات الدم الحمراء، هون هني عبارة عن وسيلة نقل، ok ? وظيفتها تنقل لي ال dioxyde de carbone وال dioxygène… ce sont les globules rouges du sang qui ressemblent à un moyen de transport, ok ? Leur rôle est de transporter le dioxyde de carbone et le dioxygène…* ».

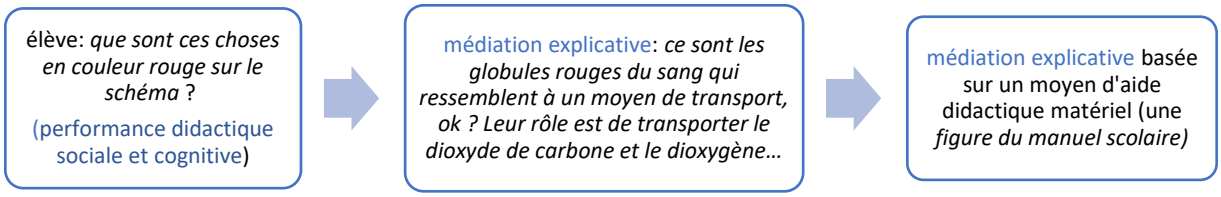


Figure 90: une médiation didactique explicative mobilisant des moyens d'aide didactique pour expliquer le rôle des globules rouges dans le transport des gaz respiratoires

Le texte comme moyen d'aide didactique matériel

Le manuel scolaire utilisé à l'école privée est riche en figures, en schémas, en photos et en textes explicatifs qui sont utilisés par l'enseignante comme moyens d'aides didactique matériels lors de l'explication, mais aussi en réponse à des performances manifestées par l'élève. Par exemple, pour introduire l'idée des échanges gazeux respiratoires, l'enseignante demande aux élèves de lire le texte (Figure 91) et leur pose une question autour de ce qu'ils ont compris du paragraphe, aucun élève ne répond (performance de silence).

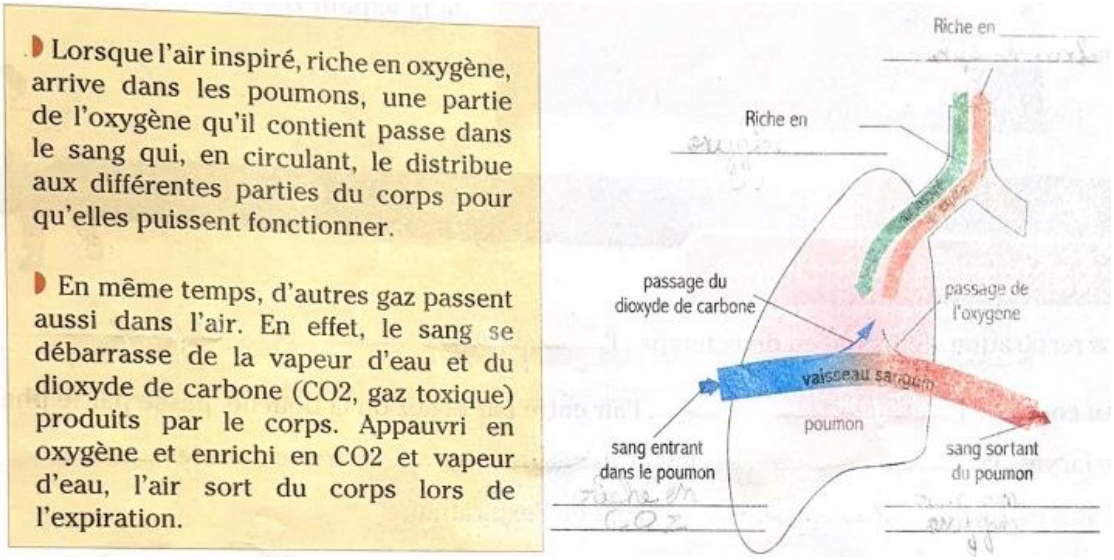


Figure 91: le texte comme moyen d'aide didactique matériel

Elle adopte alors une médiation conductrice en posant des questions successives pour conduire les élèves vers la réponse attendue en se basant sur le texte du manuel scolaire (Figure 92).

147	M	C'est-à-dire, qui peut me dire qu'est-ce qu'il a compris de ce paragraphe-là ? (**Silence, aucun élève ne répond**) Il parle de quoi ? De quel mouvement ici ?
148	E	[L'inspiration]
149	M	De l'inspiration, durant l'inspiration, quel gaz va entrer dans les poumons ?
150	E	[L'oxygène]
151	M	L'oxygène. Qui va prendre cet oxygène- là, et quel est le but, pourquoi ?
152	E2	Le sang
153	M	Pourquoi
154	E2	Pour circuler dans le corps
155	M	Pour circuler dans le corps. Si l'oxygène ne circule pas dans le corps, il y a un problème ou non ?
156	E	Si
157	M	C'est-à-dire l'oxygène est ?
158	E	Important
159	M	Pour la ? Pour la vie, pour qu'il circule où ? dans le sang. Pourquoi il va circuler dans le sang ?

Figure 92: une médiation conductrice adoptant un texte du manuel scolaire comme moyen d'aide didactique

Dans la séance suivante, l'enseignante veut réviser ce qui est déjà expliqué et compléter le schéma opposé au texte (Figure 91). Elle remarque que tous les élèves ont répondu que le sang entrant dans les poumons est riche en oxygène (performance didactique cognitive). Elle revient au texte comme moyen d'aide didactique et leur explique que le sang qui arrive aux poumons « *contient des déchets, il est riche en dioxyde de carbone et il vient pour être nettoyé, pour être filtré, car les*

poumons sont des organes épuratifs qui ressemblent à des passoires ou à des filtres » (médiation explicative). Après avoir terminé l'explication, elle repose la question concernant cette fois le sang qui sort des poumons, tous les élèves répondent qu'il est riche en oxygène, ce qui montre qu'ils ont compris que le sang arrive aux poumons pour être nettoyé (Figure 93).

41	M	… le sang entrant dans les poumons, il est riche en quoi ?
42	E	**Oxygène**
43	M	En dioxyde de carbone, pourquoi il va entrer dans le poumon ? Pour le filtrer, c'est pour cela il est envoyé par tous les organes, par le sang, il est riche en dioxyde de carbone, passe dans les poumons, on a dit les poumons jouent le rôle de quoi ? Des passoires, de filtres, pour filtrer le sang de quoi ? De ce gaz toxique qui est le dioxyde de carbone. C'est-à-dire le sang qui provient de tous les organes, il contient le déchet qui est le dioxyde de carbone, puis il va passer dans les poumons, pourquoi dans les poumons ? Car ce sont les poumons qui sont capables d'épurer, de filtrer le sang, le sang, c'est-à-dire de le débarrasser de gaz de dioxyde de carbone ou bien de ce gaz toxique. Le sang qui sort, après filtration dans les poumons, il est riche en quoi ?
44	E	En oxygène

Figure 93: une médiation didactique explicative adoptant un texte du manuel scolaire comme moyen d'aide didactique

Nous pouvons conclure que l'enseignante adopte successivement deux types de médiation didactique : une médiation didactique conductrice et une médiation didactique explicative tout en utilisant le texte du manuel scolaire comme moyen d'aide didactique matériel (Figure 94).

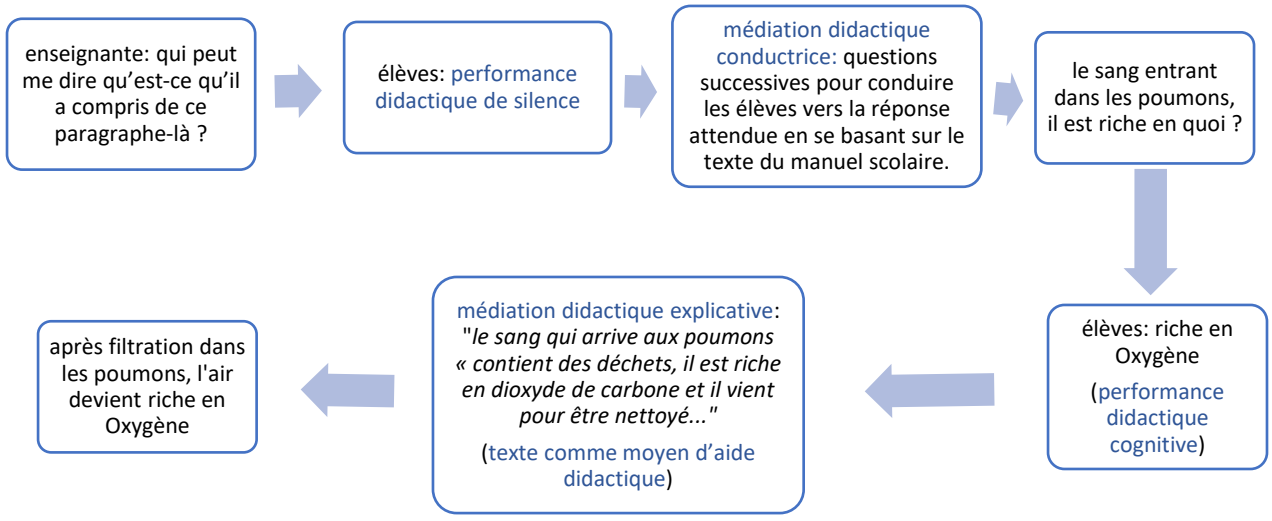


Figure 94: une médiation didactique basée sur l'utilisation du texte du manuel scolaire comme moyen d'aide didactique

2.3.2.2. Une médiation didactique mobilisant des moyens d'aide didactique symboliques en réponse aux performances didactiques des élèves

Les moyens d'aide didactique symboliques sont des moyens non observables qui aident les élèves à construire le contenu visé comme les métaphores, les exemples, les questions, etc. Ces moyens sont imaginés et ne peuvent pas être directement repérés par la vue, ils peuvent être repérés par l'ouïe ou par un autre organe de sens mais nécessitent une transformation cognitive par les élèves pour jouer leur rôle en tant que moyens d'aide didactique.

Dans ce qui suit, nous présentons des moments particuliers où la médiation didactique de l'enseignant, induite par des performances didactiques des élèves, est basée sur l'utilisation des moyens d'aide didactique symboliques.

Les questions successives comme moyens d'aide didactique symboliques

Dans plusieurs exemples déjà mentionnés, lorsque l'enseignant(e) remarque que les élèves n'arrivent pas à répondre à une question ou qu'ils répondent incorrectement, il (elle) a recours à poser des questions successives pour les conduire vers la réponse attendue et nous avons appelé la médiation en jeu « médiation conductrice ». Mais dans ces exemples précédents, les questions successives sont ajoutées à d'autres moyens d'aide didactique comme des textes, des tableaux, des figures ou des moyens matériels qui sont les moyens d'aide principaux et les questions successives servent à attirer l'attention des élèves à des éléments déterminés de ces moyens d'aide principaux pour les conduire à la réponse attendue. Nous choisissons dans cette partie des moments où les questions successives posées par l'enseignant(e) constituent le seul moyen d'aide didactique utilisé pour conduire les élèves à la réponse attendue.

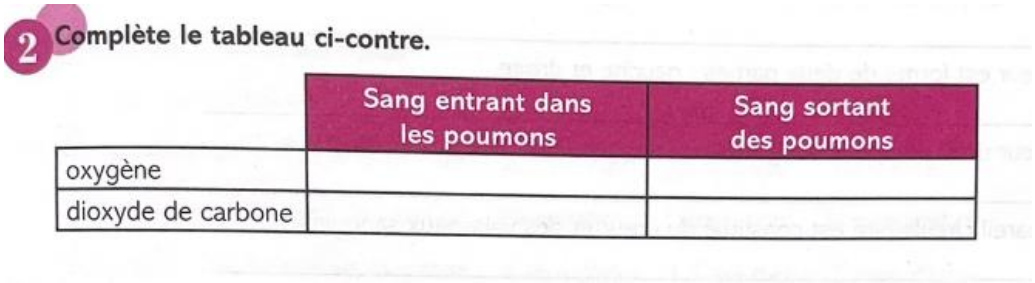
Dans le premier moment particulier, l'enseignante de l'école privée voulait faire une récapitulation autour de ce qui est appris concernant la respiration. Elle lit la question écrite sur le manuel scolaire « *Que se passe-t-il quand on respire ? Explique* » puis elle l'explique en disant *« tout simplement quand on respire, qu'est-ce qu'on fait* ? ». Une élève répond *« quand on respire, l'air entre, l'oxygène entre par le nez, passe par le pharynx ».* L'élève ne dit pas une chose fausse (performance cognitive), mais elle ne prononce pas la réponse attendue par l'enseignante. Celle-ci l'oriente alors en lui disant que ce qui est demandé ici n'est pas le trajet suivi par l'air inspiré et qu'on doit utiliser les deux termes scientifiques, les noms des mouvements respiratoires. Elle pose

des questions successives à réponses closes comme si elle met les mots dans la bouche de l'élève et enfin c'est l'enseignante, elle-même, qui prononce et écrit la réponse finale attendue au tableau (Figure 95).

135	E	e. **Que se passe –t-il quand on respire ? Explique**. *(c'est une partie d'une question du manuel scolaire)*
136	M	Tout simplement, quand on respire qu'est-ce qu'on fait ?
137	E	**Quand on respire, l'air entre, l'oxygène entre par le nez, passe dans le pharynx**
138	M	On ne va pas décrire ici le trajet
139	E	On veut dire, l'air entre dans le corps et
140	M	Qu'est-ce qu'on a ? On va utiliser les 2 termes, on a dit qu'on a dans la respiration 2 mouvements, ok ? On a les 2 termes scientifiques. On inspire et on expire. Qu'est-ce qu'on inspire ?
141	E	On inspire l'oxygène
142	M	Et qu'est-ce qu'on expire ?
143	E	Le dioxyde de carbone
144	M	Le dioxyde de carbone et de la vapeur d'eau, c'est-à-dire on rejette. Donc, partie e : quand on respire, on inspire -ou on absorbe c'est juste- l'oxygène, et on expire –c'est-à-dire- on rejette le dioxyde de carbone, comme on a dit, je peux le remplacer par CO_2 et de la vapeur d'eau.

Figure 95: une médiation didactique conductrice pour guider les élèves vers la réponse attendue

Le recours aux questions successives comme moyen d'aide didactique symbolique guidant les élèves vers la réponse attendue est fréquent dans les séances des exercices. Par exemple, dans un exercice effectué dans la classe de l'école privée, la tâche est de compléter un tableau qui distingue les gaz dominants dans le sang entrant et dans le sang sortant des poumons (Figure 96).


2 Complète le tableau ci-contre.

	Sang entrant dans les poumons	Sang sortant des poumons
oxygène		
dioxyde de carbone		

Figure 96: tableau résumant les échanges gazeux respiratoires au niveau des alvéoles pulmonaires

Les réponses des élèves montrent une confusion chez quelques-uns qui pensent que tout ce qui entre dans les poumons, que ça soit de l'air ou du sang, est riche en oxygène et ce qui en sort est riche en dioxyde de carbone (performance didactique cognitive). L'enseignante adopte une médiation réflexive, elle pose une question qui guide les élèves à réfléchir et les amène à une réponse de nature explicative « *s'il est riche en oxygène, pourquoi il va le filtrer ? Il va directement circuler dans les différents organes, il faut faire attention. Donc il est riche en dioxyde de carbone* ». L'utilisation de cette question orienterait la réflexion des élèves pour se rappeler de la

comparaison fréquemment utilisée par l'enseignante, que les poumons sont des organes épuratifs qui ressemblent à des passoires et que leur rôle est de nous débarrasser du déchet gazeux, le dioxyde de carbone (Figure 97).

213	M	Ici, quel mot on va écrire. Le sang qui entre dans les poumons il est riche en oxygène ou en dioxyde de carbone ?
214	E	**Il est riche en Oxygène**
214	M	Oxygène ? Il entre dans les poumons, il est riche en oxygène ? **S'il est riche en oxygène pourquoi il va le filtrer ?** Il va directement circuler dans les différents organes, il faut faire attention. Donc il est riche en dioxyde de carbone. Le sang qui sort des poumons, il est riche en quoi ?
215	E	Dioxyde de carbone
216	M	Le sang qui sort des poumons ?
217	E	Oxygène
218	M	Est riche en oxygène

Figure 97: une médiation réflexive basée sur des questions successives comme moyen d'aide didactique matériel

Des moments particuliers à l'école publique montrent que l'enseignant pose beaucoup de questions et que c'est lui qui répond à ces questions dans la plupart des cas. Il s'agit d'une médiation explicative pour expliquer la nécessité de se débarrasser de dioxyde de carbone. Par exemple lorsqu'une élève demande *« pourquoi il faut se débarrasser du dioxyde de carbone ? »*, l'enseignant répond en posant des questions auxquelles il répond lui-même selon un discours monologique (Figure 98).

61	E	**ليش بدنا نتخلص من ال dioxyde de carbone?** ***Pourquoi il faut se débarrasser du dioxyde de carbone ?***
62	M	Dioxyde de carbone ? قلنا هذه ال matière هيtoxique؟ سامة للجسم، ما بيسوى تبقى بالجسم، لازم نحن نطلعها لبرا، عرفتي فضلات والجسم ما بدو اياها هيdéchets فكيف بيخلص منها؟ بيرجع بيردها على ال poumons, بالpoumons نحن منعمل expirationبيطلع الهوا من ال poumons لبرا ومنتخلص من ال dioxyde de carbone, ok? فالهوا اللي عم يفوت على الجسم هو غني بالأوكسيجين، وبعمل inspiration، بفضله والهوا اللي نحن منرجع منطلعه بواسطة ال expiration riche en dioxyde de carbone Ok ?فهمنا هذه ال mécanisme ? علیت بالدم أكثر من اللازم بتسبب تسمم dioxyde de carbone فإجباري هول يصيروا عنا، وإذا بقيت لفترة قليلة ما بيسوى إذا نسبة ال وبتسبب كثير مشاكل بالجسم واضح؟ وبيصير في اختناق *Dioxyde de carbone ? Nous avons dit que cette matière est toxique, toxique pour le corps et ne doit pas rester dans le corps, il faut la faire sortir à l'extérieur, tu comprends ? Ce sont des déchets que le corps ne veut pas, comment il s'en débarrasse ? Il le fait retourner aux poumons, dans les poumons nous faisons expiration, l'air sort des poumons à l'extérieur des poumons et nous nous débarrassons du dioxyde de carbone, ok ?* *Donc l'air qui entre dans le corps est riche en oxygène et grâce auquel on fait inspiration. Et l'air que nous faisons sortir par expiration est riche en dioxyde de carbone, ok ?Nous avons compris ce mécanisme ? Donc obligatoirement on va faire tout ça, et s'il reste pour un petit moment, c'est dangereux. Si le taux de dioxyde de carbone s'élève dans le sang, il va causer une intoxication et conduire à beaucoup de problèmes dans le corps, c'est clair ? Et il y aura asphyxie.*

Figure 98: une médiation explicative selon un discours monologique pour expliquer la nécessité de se débarrasser de dioxyde de carbone

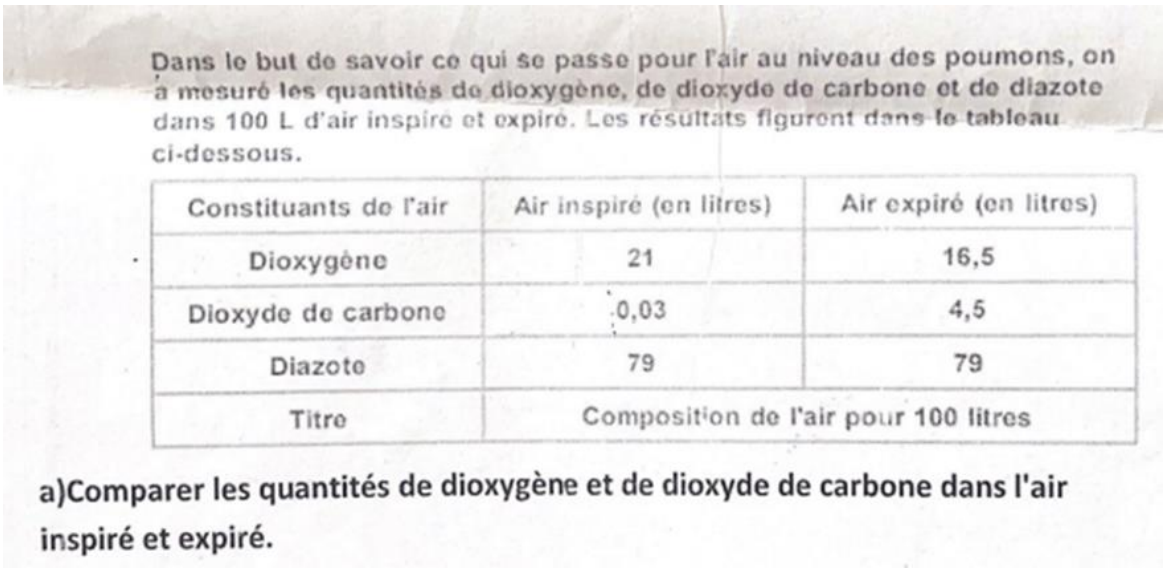
Les données chiffrées comme moyens d'aide didactique symboliques

Comparer est un verbe d'action important en classe de EB5, c'est pourquoi nous remarquons que les exercices de type « *comparer la composition en gaz dans l'air inspiré /l'air expiré et celle dans le sang entrant /sang sortant des poumons* » basés sur des données chiffrées montrant la composition en gaz de l'air inspiré, de l'air expiré, du sang entrant et du sang sortant sont communs aux trois classes observées. Ces exercices sont différemment traités par les trois enseignants. Dans ce qui suit, nous allons résumer la médiation didactique adoptée dans le cas de chaque enseignant pour véhiculer le contenu mais aussi pour enseigner le verbe d'action « comparer ».

« Comparer » à l'école privée subventionnée

Dans la classe de l'école privée subventionnée, sont effectués deux exercices de comparaison dont le but est de créer un espace hybride et d'aider les élèves à comprendre que le corps utilise le dioxygène et rejette le dioxyde de carbone mais aussi le rôle des alvéoles pulmonaires dans les échanges gazeux respiratoires.

Le premier exercice consiste à comparer les quantités (en litres) de dioxygène, de dioxyde de carbone et de diazote dans 100 litres d'air inspiré et d'air expiré dans le but de savoir ce qui se passe pour l'air au niveau des poumons (Figure 99).



Dans le but de savoir ce qui se passe pour l'air au niveau des poumons, on a mesuré les quantités de dioxygène, de dioxyde de carbone et de diazote dans 100 L d'air inspiré et expiré. Les résultats figurent dans le tableau ci-dessous.

Constituants de l'air	Air inspiré (en litres)	Air expiré (en litres)
Dioxygène	21	16,5
Dioxyde de carbone	0,03	4,5
Diazote	79	79
Titre	Composition de l'air pour 100 litres	

a)Comparer les quantités de dioxygène et de dioxyde de carbone dans l'air inspiré et expiré.

Figure 99: composition en gaz de l'air inspiré et de l'air expiré

Le deuxième exercice consiste à comparer les quantités de dioxygène et de dioxyde de carbone dans le sang entrant et dans le sang sortant des poumons pour savoir ce qui se passe pour le sang au niveau des alvéoles pulmonaires (Figure 50,page 198).

En général, la médiation didactique adoptée se base sur l'utilisation de la langue mathématique dans laquelle les données chiffrées « parlent ». Pour faire la comparaison, l'enseignante propose aux élèves de suivre des étapes bien déterminées et leur affirme qu'il faut comparer la quantité de chaque gaz à part. Pour cela, elle leur demande d'écrire les valeurs données pour chaque gaz à part, de mettre la signe plus grand, plus petit ou égal entre ces valeurs analogiquement à ce qu'ils font en mathématiques, de remplacer chaque chiffre par la quantité de gaz qu'il représente, d'interpréter le résultat pour comprendre, du point de vue scientifique, le rôle des poumons (premier exercice) et plus particulièrement des alvéoles pulmonaires dans les échanges gazeux respiratoires (deuxième exercice). Des moments particuliers surviennent lors de la résolution des deux exercices et sont présentés ci-après.

Au cours de la résolution du premier exercice de comparaison, un élève comprend que comparer c'est-à-dire choisir le plus grand nombre parmi toutes les valeurs données (performance didactique cognitive). L'enseignante explique qu'il faut comparer entre les deux valeurs données pour chaque gaz indépendamment, non pas seulement choisir le plus grand nombre dans le tableau entier (médiation explicative). Lorsqu'elle remarque que les élèves continuent à mélanger toutes les valeurs sans distinguer le dioxygène du dioxyde de carbone et du diazote (performance didactique cognitive), elle adopte une médiation conductrice et leur pose des questions successives en les conduisant à comparer les valeurs relatives à chaque gaz (Figure 100).

14	M	بدك تعملي comparaison *Tu dois faire la comparaison*
15	Z2	Grand؟؟ أكتر *Grand ? Plus grand ?*
16	E2	آه ليكي بدنا نعمل اكتر من <…> Madame <…>
		Ah regarde, nous devons faire plus grand que…Madame <…> (l'élève appelle l'enseignante pour venir)
17	M	*L'enseignante vient chez le binôme Ilaf-Z2, et leur explique*
		هذا للهوا الفايت و هذا للهوا الضاهر
		Ça c'est pour l'air entrant (l'air inspiré) et ça pour l'air sortant (l'air expiré)
18	E2	**آه ومين اكتر؟**
		Ah et qui est la plus grande quantité ?
19	M	أي بدك تشوفي هون وين كان الأكتر؟ و هون وين كان
		Oui tu dois regarder ici où était la plus grande quantité ? Et ici c'était où ?
20	Z2	<…>
21	M	ما بدي اياها هذه، أنا عم اقارن ال dioxygène (elle voulait dire je ne veux pas parler de diazote)
		L'enseignante explique au binôme Ilaf-Z2 en utilisant un crayon pour leur montrer quelle quantité est la plus grande,
		اكتبو ها
		Je ne veux pas celle-ci, moi je compare le dioxygène (elle voulait dire je ne veux pas parler de diazote)
		L'enseignante explique au binôme Ilaf-Z2 en utilisant un crayon pour leur montrer quelle quantité est la plus grande,
		Ecrivez-la
22	Z2	يعني بدنا نقول dioxygène كانت كبيرة
		Dioxyde de carbone كانت كبيرة؟ (L'élève chuchote)
		C'est-à-dire nous voulons dire dioxygène était grande
		Dioxyde de carbone ? était grande ? (L'élève chuchote)
23	M	وين كانت كبيرة؟ *Elle était grande où ?*
24	E2	فوق بال air inspiré *En haut dans l'air inspiré*
25	M	يلا اكتبيها *Vas-y écris la*
26		Les élèves se discutent autour de la réponse <…>
27	Z2	Miss, بس تعي شوي قوليلنا إذا صح أو خطأ
		Madame, approche un peu et dis à nous si c'est vrai ou faux
28	M	خطأ *C'est faux*
29	Z2	ليش؟ *Pourquoi ?*
30	M	لأنكم عملتو هم كلهم مع بعض
		أول شي منشتغل ال Dioxygène منرجع نشتغل ال dioxyde de carbone
		أول شي بشوف هذا السطر مين أكبر، بترجع ب تاني أوكسيد الكربون
		Parce que vous les avez mélangés tous ensemble. Tout d'abord on travaille le dioxygène et puis on travaille le dioxyde de carbone. Tout d'abord je vois cette ligne, qui est le plus grand ?Ensuite le dioxyde de carbone
31	Ilaf	آه عرفت كيف
		Ah je comprends comment
32	Z1	نحنا كاتبين Le dioxygène était plus grand puis le dioxyde de carbone était plus petit
		Nous avons écrit Le dioxygène était plus grand puis le dioxyde de carbone était plus petit

Figure 100: une médiation explicative suivie d'une médiation conductrice basées sur la comparaison entre des données chiffrées

L'enseignante répète que, pour faire une comparaison, il faut utiliser les mots « plus petit, plus grand » et parler de chaque gaz séparément. Un autre élève fait la comparaison en lisant les valeurs simplement (performance cognitive), l'enseignante lui corrige en répétant les étapes à suivre (médiation conductrice) (Figure 101).

45	Ali	La quantité de dioxygène air inspiré et de dioxyde de carbone 0.03 inspiré dans l'air inspiré et expiré le dioxygène s'est venu 16.5 expiré et le dioxyde de carbone 4.5 expiré dans l'air expiré
46	M	عم يقول لنا بال علي Air inspiré قديش ال dioxygène وقديش ال dioxyde de carbone و بال Air expiré قديش ال dioxygène وقديش ال dioxyde de carbone بس ما قارنت أنو هذه بال air inspiré كانت أكبر من بال air expiré مثلا" وين كان أكبر ووين كان أصغر، صح؟ أو ال dioxyde de carbone يعني أنت مشتغل شي صح بس في شي ناقص، ما هيك؟ هلق منشوف شو اللي ناقص وين كانت أكبر ووين أصغر؟ air inspiré ou expiré أنت عم تقراهم بس مش عم تقول بال *Ali nous dit que dans l'air inspiré le dioxygène est combien et le dioxyde de carbone combien et dans l'air expiré le dioxygène combien et le dioxyde de carbone combien, mais je n'ai pas comparé que dans l'air inspiré elle était plus grande que dans l'air expiré. Ou le dioxyde de carbone par exemple était plus grand où et où il était plus petit, c'est vrai ?* *Donc tu as travaillé une partie correctement mais il y a quelque chose qui manque. N'est-ce pas ? Maintenant on va voir qu'est-ce qui manque.* *Tu les lis mais tu ne dis pas si c'est dans l'air inspiré ou expiré, où c'était plus grand et où plus petit ?* Lis Aline
47	E1	Le dioxygène était très grand 21 puis le dioxyde de carbone était petit 0.03
48	M	طيب قلتيلي ال 21 وين موجودة؟ *Alors tu as dit 21 mais c'est où ?*
49	E1	بقلب ال dioxygène *Au sein de dioxygène*
50	M	قلتيلي بال Air inspiré أو بال air expiré ? *Tu m'as dit dans l'air inspiré ou dans l'air expiré ?*
51	M	لأ طيب ال dioxyde de carbone, بال 0.03؟ أنا عرفت وين ال air inspiré ou بال air expire?لأ طيب كيف بدي اعمل Comparaison? أول شي لل Dioxygène أول شي أنا قايلة Comparer les quantités de dioxygène et de dioxyde de carbone خليني بلش أول شي بمين؟ بال Dioxygène كيف ببلش أنا ع طول؟ من السؤال La quantité de dioxygène est قديش كانت *Non, alors le dioxyde de carbone, est-ce que je sais 0.03 c'est où ? Dans l'air inspiré ou bien dans l'air expiré ? Non.* *Alors comment je peux faire la comparaison ?Tout d'abord en ce qui concerne le Dioxygène, premièrement je dis « Comparer les quantités de dioxygène et de dioxyde de carbone » . Je commence par qui ? Dioxygène. De la question, comment je commence toujours ?* *Quelle était la quantité de dioxygène ?*
52	E	21
53	M	وين؟ وين كانت 21؟ *Où ? Où elle était 21 ?*
54	E	Dans l'air inspiré
55	M	طيب هلق بدي اقرأها بال L'air expiré روحوا شوفوا، بدي حط plus grand ou plus petit? *Alors maintenant je veux la lire dans l'air expiré, allez voir je vais écrire plus grand ou plus petit ?*
56	E	Plus grand
57	M	Plus ?? plus grand que dans l'air expiré (قديش كانت؟)
58	E	16.5 شفتوا كيف منعمل comparaison dioxygène? *16.5, vous voyez comment nous faisons la comparaison du dioxygène ?*

Figure 101: une médiation conductrice basée sur la comparaison des données chiffrées

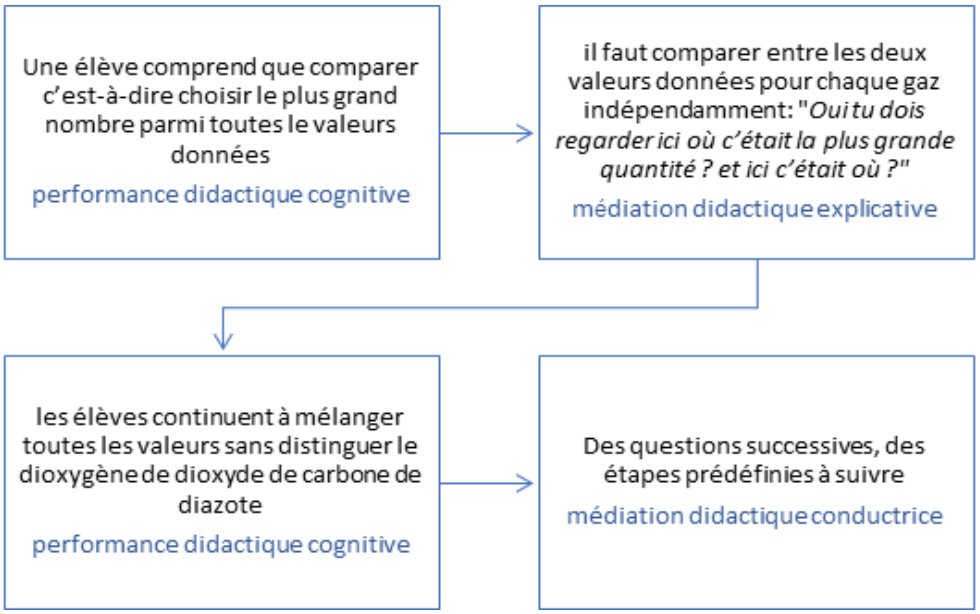


Figure 102: l'enseignante passe d'une médiation didactique explicative à une médiation didactique conductrice pour guider les élèves à faire une comparaison

Un autre moment particulier peut être mentionné dans le même exercice où, dans la partie « *tirer une conclusion* », les élèves travaillent individuellement, chacun lit sa réponse (*je conclus qu'il faut conserver l'air propre/ je conclus que l'air est nécessaire à notre corps, etc.*) (performance didactique cognitive), mais aucune réponse n'était celle attendue par l'enseignante. Celle-ci adopte une médiation didactique explicative en se basant sur les valeurs chiffrées du tableau pour réexpliquer « *l'air inspiré entrant contient de l'oxygène et sort sans oxygène et que l'air entrant ne contient pas de dioxyde de carbone et sort riche en dioxyde de carbone, qu'est-ce que je fais donc ?* », aucun élève ne répond (performance de silence). Alors elle continue selon une médiation conductrice « *qu'est-ce que je prends de l'air ?* », les élèves répondent « *de l'oxygène* », puis elle leur demande « *qu'est-ce que je lui donne ?* », ils répondent ensemble « *du dioxyde de carbone* ». Mais enfin, c'est elle qui donne la conclusion « *donc le corps absorbe le dioxygène et rejette le dioxyde de carbone* » (Figure 103).

7	M	مين بدو يعطيني conclusion؟ نحنا منستنتج شو شوفوا ؟ *Qui va me donner une conclusion ? Qu'est-ce qu'on conclut ?*
8	E1	**أنو نحنا لازم نحافظ على نظافة الهوا** ***Que nous devons conserver l'air propre***
9	Z1	**منستنتج انو الهواء... respiratoire؟** ***On conclut que l'air… respiratoire ?***
10	Ilaf	**نحافظ على الهوا اللي بجسمنا** ***Qu'il faut conserver l'air dans notre corps***
11	M	فات وبقلبو أوكسيجين، وضهر ما في بقلبو أوكيسيجين air inspiré طيب يعني أنا لما ال فات ما في بقلبو dioxyde de carboneوضهر في بقلبو dioxyde de carbone يعني أنا شو عم بعمل؟ *Donc, c'est-à-dire lorsque l'air inspiré entre, il contient de l'oxygène et lorsqu'il sort, il ne contient pas d'oxygène. Il entre et ne contient pas de dioxyde de carbone, et sort riche en dioxyde de carbone. C'est-à-dire qu'est-ce que je fais ?*
12	E	**<…> (silence)**
13	M	شو عم باخذ منه أنا للهوا؟ *Qu'est-ce que je prends de l'air ?*
14	E	Oxygène
15	M	طيب شو عم أعطيه؟ *Et alors qu'est-ce que je lui donne ?*
16	E	Dioxyde de carbone
17	M	يعني جسمي Le corps absorbe le dioxygène et rejette le dioxyde de carbone, صح؟ مش هيك منستنتج؟ *C'est-à-dire mon corps, le corps absorbe le dioxygène et rejette le dioxyde de carbone, n'est-ce pas ? C'est-ce qu'on conclut, c'est vari ?*
18	E	صح *vrai*

Figure 103: une médiation didactique conductrice basée sur une comparaison pour conclure que le corps absorbe le dioxygène et rejette le dioxyde de carbone

Nous schématisons la médiation didactique adoptée par l'enseignante de l'école privée subventionnée pour aider les élèves à tirer une conclusion dans la Figure 104.

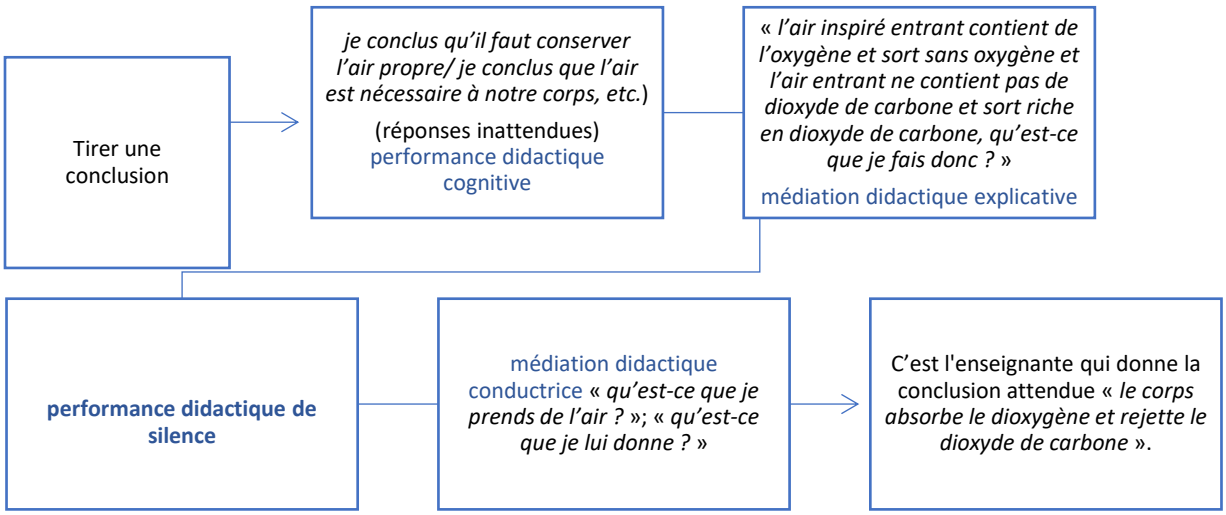


Figure 104: l'enseignante adopte une médiation didactique explicative suivie d'une médiation conductrice pour conclure que le corps absorbe le dioxygène et rejette le dioxyde de carbone

Dans la dernière partie de l'exercice « *préciser si le diazote est un gaz respiratoire ou non* », l'enseignante explique la consigne en disant *« un gaz est dit respiratoire s'il intervient dans la respiration* » (médiation explicative). Les élèves donnent deux réponses contradictoires : quelques-uns disent « *non* » sans savoir justifier pourquoi c'est non, une élève s'oppose en disant « *si, c'est un gaz respiratoire car la poitrine monte et se gonfle en faisant des gestes pour s'exprimer* » (performance didactique cognitive et sociale) (Figure 105). L'enseignante crée un espace hybride en adoptant une médiation didactique conductrice, renvoie les élèves aux valeurs chiffrées indiquées dans le tableau et leur pose des questions successives en comparant la quantité de diazote dans l'air inspiré à celle dans l'air expiré pour les convaincre que la quantité de diazote n'est pas changée et donc le diazote n'est pas un gaz respiratoire. Une élève trouve un lien entre cette information et ce que l'enseignante a déjà dit au cours d'une séance précédente « *tu nous as déjà parlé d'un gaz dans l'air qu'on ne respire pas* » pour exprimer qu'elle a bien compris que le diazote n'est pas un gaz respiratoire (Figure 106).

40	M	هلق سمعنا فيه ما هيك؟. عم يسألني، وبدي أفهم السؤال: **Préciser si le diazote est un gaz respiratoire ou non** هوgaz respiratoire؟ يعني شوrespiratoire؟ *Maintenant nous entendons parler de diazote. On me demande et je veux comprendre la question « Préciser si le diazote est un gaz respiratoire ou non ». Il est un gaz respiratoire ? Que veut dire respiratoire ?*
41	E1	يعني بيتنفس؟ *C'est-à-dire il respire ?*
42	M	يعني عم يتدخل شي بعملية التنفس ؟ *C'est-à-dire il intervient dans la respiration ?*
43	E1	لأ *Non*
44	M	ليش لأ *Pourquoi pas ?*
45	Z1	بلى يا miss, هذا هوا Mais si, c'est de l'air
46	M	أي عم يفوت اللي عم تصير؟Système respiratoireعم يتدخل شي بعملية ال *Oui il entre, mais il intervient dans la respiration en jeu?*
47	Ali	لأ *Non*
48	Z1	بلى، عم يعلو الصدر وينفخ (+gestes) *Mais si, la poitrine monte et se gonfle*
49	M	يللي ضهرت quantité يلي فاتت وال quantité طيب خليني شوف ال قديش ال quantité لل diazote؟ وين ال tableau? *Ok, voyons la quantité qui entre et la quantité qui sort, quelle est la quantité de diazote ? Où est le tableau ?*
50	Ali	79
51	M	وال quantité؟اللي ضهرت *Et la quantité qui sort ?*
52	E	79
53	M	يعني هذا الهوا بيفوت وبيضهر متل ما هو *Donc cet air entre et sort sans variation*
54	Ali	بيفوت وبيضهر متل ما هو، ما بيتغير *Entre et sort tel qu'il est, ne change pas*
55	M	مش عم يتغير فيه شي، بقي شي علقان بجسمي؟ *Rien ne change, est-ce qu'il y a quelque chose qui reste attachée à mon corps ?*
56	E	لا *non*
57	M	يعني هذا ال gazمش respiratoire N'est pas respiratoire ليه؟ لأن ما خصو بعملية التنفس، هذا غاز قاعد بقلب الهوا، عم يفوت مع الهوا وبيضهر مع الهوا *C'est-à-dire ce gaz n'est pas respiratoire. N'est pas respiratoire.* *Pourquoi ? Car il n'a aucune relation avec la respiration, c'est un gaz dans l'air. Il entre et sort avec l'air.*
58	E1	قلتيلنا الهوا اللي بقلب جسمنا ما منحتاجو كتير ***Tu nous as déjà dit que cet air dans notre corps, nous n'en avons pas beaucoup besoin.***
59	M	شو هو؟ *Lequel ?*
60	E1	لما قلتيلنا عنه *Dont tu nous as parlé.*
61	M	ال diazote ? *Le diazote ?*
62	E1	أي قلتيلنا ما منحتاجو كتير *Oui, tu nous as déjà parlé d'un gaz dont nous n'avons pas besoin*
63	M	ما بدنا اياه *Nous ne le voulons pas*
64	E1	صح Vrai
65	M	هذا هوا بس بيفوت مع الdioxygène وال dioxyde de carboneوبيضهر يلي بستعملهم بالتنفس؟gaz 2 مين هني ال *Cet air entre avec le dioxygène et sort avec le dioxyde de carbone. Qui sont les deux gaz que j'utilise dans la respiration ?*
66	E	DIOXYGENE ET DIOXYDE DE CARBONE
67	M	(L'enseignante écrit au tableau : le diazote n'est pas un gaz respiratoire, car comme il entre, il sort) أنا صح بتنفسو مع الهوا بس ما بحتاجو ولا بدي اياه ولا شي *C'est vrai que je le respire avec l'air mais je n'en ai pas besoin, je ne le veux pas du tout.*

Figure 105: une médiation didactique conductrice basée sur des valeurs chiffrées pour convaincre les élèves que le diazote n'est pas un gaz respiratoire.

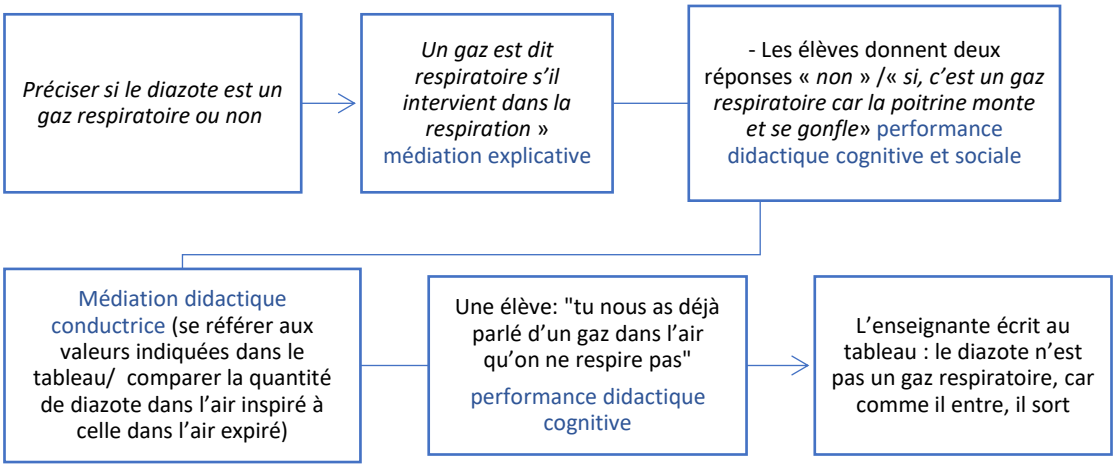


Figure 106:d'une médiation didactique explicative à une médiation didactique conductrice pour expliquer que le diazote n'est pas un gaz respiratoire.

Le deuxième exercice consiste à faire une comparaison entre la quantité de dioxygène et celle de dioxyde de carbone dans le sang entrant et dans le sang sortant des poumons pour montrer le rôle des alvéoles pulmonaires dans les échanges gazeux respiratoires (Figure 50, page 198).

Pour résoudre cet exercice, les élèves travaillent en binômes et l'enseignante les surveille. Malgré qu'ils aient déjà fait une comparaison dans l'exercice précédent, les élèves n'ont pas réussi à faire cette deuxième comparaison et ils attendent que l'enseignante commence à parler pour qu'ils répètent ce qu'elle dit (performance de silence). Face à cette performance didactique de silence, l'enseignante adopte une médiation didactique conductrice, où elle pose des questions successives pour guider les élèves vers la réponse attendue et pour leur rappeler la comparaison déjà faite lors des séances précédentes et elle leur donne le temps nécessaire pour travailler.

Après un certain temps, chaque binôme d'élèves lit sa réponse. L'enseignante découvre que les élèves trouvent une difficulté à faire la comparaison et que même après son intervention, aucune réponse donnée par les élèves n'est convenable et qu'ils ont simplement recopié les valeurs chiffrées du tableau (performance didactique cognitive). Elle adopte alors une médiation conductrice en se basant sur des données chiffrées comme moyens d'aide didactique symboliques et pose des questions successives qui conduisent les élèves à mobiliser leurs fonds de

connaissances et à utiliser des notions apprises en mathématiques, particulièrement la comparaison des nombres (Figure 107).

50	M	أي هون dans le sang entrant, وين ال sang entrant؟ وينه؟ بالسؤال شوفي فوق بال document وين في sang entrant? *Oui, ici dans le sang entrant, où est le sang entrant ? Dans la question, c'est où ?*
51	Ilaf	هون؟ *Ici ?*
52	M	وين في كلمة sang entrant? *Où est le mot sang entrant ?*
53	Ilaf	هون *Ici*
54	M	وين في كلمةsang sortant? *Où est le mot sang sortant ?*
55	Ilaf	XXX
56	M	يعني بدك تقارني بين مين ومين؟ بين هذه وهذه. أول شي بدك مين؟ ال quantité ? *C'est-à-dire tu dois comparer entre qui et qui ?* *Entre celle-ci et celle-là. Tout d'abord tu vas voir qui ? La quantité ?*
57	Ilaf	Dioxygène
58	M	بتشوفي هون قديش وهون قديش للdioxygène, هذه قديش وهذه قديش للdioxyde de carbone بعدين الquantité *De dioxygène, de dioxygène, tu vois ici c'est combien et ici c'est combien* *Ensuite la quantité de dioxyde de carbone, ici combien et ici combien*
59	Z2	Miss يعني تعي شوي . يعني هون منشوف ال قديش dioxygène <…> *Madame, c'est-à-dire, viens un peu. C'est-à-dire on voit ici le dioxygène combien <…>*
60	M	اللي قبل كيف اشتغلناها comparaison أي بس مش هيك مش بس قلت بكتب، شوفي ال أي بس مش. كيف بلشنا بالسؤال، بعدين منطلع الأرقام... *Oui mais pas seulement. Pas seulement comme ça, j'ai dit j'écris, regarde la comparaison précédente, comment nous l'avons travaillée, comment nous avons commencé la question, ensuite nous regardons les valeurs chiffrés…*

Figure 107: une médiation didactique conductrice basée sur des données chiffrées

Un autre moment particulier parvient lorsque l'enseignante recommande de se référer à la comparaison précédente, une élève lui demande s'ils doivent recopier des phrases de la comparaison déjà faite dans l'exercice précédent (performance didactique cognitive) (Figure 108). Elle adopte une médiation didactique conductrice et mémorielle et pose des questions pour faire rappeler aux élèves comment ils ont fait la comparaison précédente en se référant à des valeurs chiffrées.

62	M	XXX اللي عملتها قبل كيف بلشت أول شي، ما حدا عم يتطلع بال comparaison بال comparaison, comparaison, أنا عملت comparaison قبل بال tableau امشوا مثلها، تطلعوا فيها وامشوا مثلها للcomparaison *Tout d'abord, personne n'a réutilisé la comparaison que nous avons déjà faite,* *Comment j'ai commencé par la comparaison ? J'ai déjà fait une comparaison dans le tableau, regardez-la et suivez de la même façon pour faire la comparaison.*
63	E1	**مناخذ منها جمل؟** ***Nous devons en recopier des phrases ?***
64	M	تاخذي منها جمل؟! أنا هونيك كنت عم اقارن بين L'air inspiré et l'air expiré هون أنا عم قارن بين sang entrant et sang sortant *En recopier des phrases ?! Là-bas j'avais comparé entre l'air inspiré et l'air expiré,* *ici je compare entre le sang entrant et le sang sortant*

Figure 108: une médiation conductrice et mémorielle pour faire une deuxième comparaison basée sur une comparaison déjà faite

Ensuite elle écrit au tableau la comparaison de la quantité de l'oxygène dans le sang entrant et dans le sang sortant des poumons et leur demande de continuer analogiquement pour le dioxyde de carbone. Après avoir discuté les réponses des élèves et faire les corrections en suivant la procédure qu'elle leur a déjà enseignée, elle leur propose une démarche à suivre pour faire une comparaison : tout d'abord écris les valeurs chiffrées données, compare suivant les règles de comparaison des nombres en mathématiques, puis remplace chaque valeur par le gaz convenable. Il est à noter que le fait de résumer la démarche à suivre en des étapes comme la démarche proposée aux élèves dans ce cas pourrait entraver la création d'espace hybride, condition nécessaire pour construire un concept scientifique. En effet, on ne peut pas ici parler de la création d'espace hybride à proprement parler puisque les étapes citées transforment l'exercice en des calculs et des comparaisons mathématiques. Autrement dit, le fait de résumer la comparaison à son sens mathématique limite la pensée de l'élève aux chiffres et aux nombres. Par contre, l'espace hybride créé doit aider les élèves à comprendre que la diminution de la quantité de dioxygène signifie qu'il y a une partie de dioxygène qui est utilisée par le corps et que l'augmentation de la quantité de dioxyde de carbone signifie que le corps dégage ce gaz.

« Comparer » à l'école privée

La comparaison entre la composition en gaz de l'air inspiré et celle de l'air expiré est aussi observée dans la classe de l'école privée. La tâche est de comparer la quantité d'oxygène dans l'air inspiré à celle dans l'air expiré pour déduire si l'oxygène est utilisé par le corps, puis de comparer la quantité de dioxyde de carbone et de vapeur d'eau dans l'air inspiré et dans l'air expiré afin de déduire que se passe-t-il quand on respire. Au lieu de donner les quantités de dioxygène et de dioxyde de carbone comme des données chiffrées, les quantités sont représentées sous la forme de deux histogrammes qui représentent l'air inspiré et l'air expiré (Figure 109).

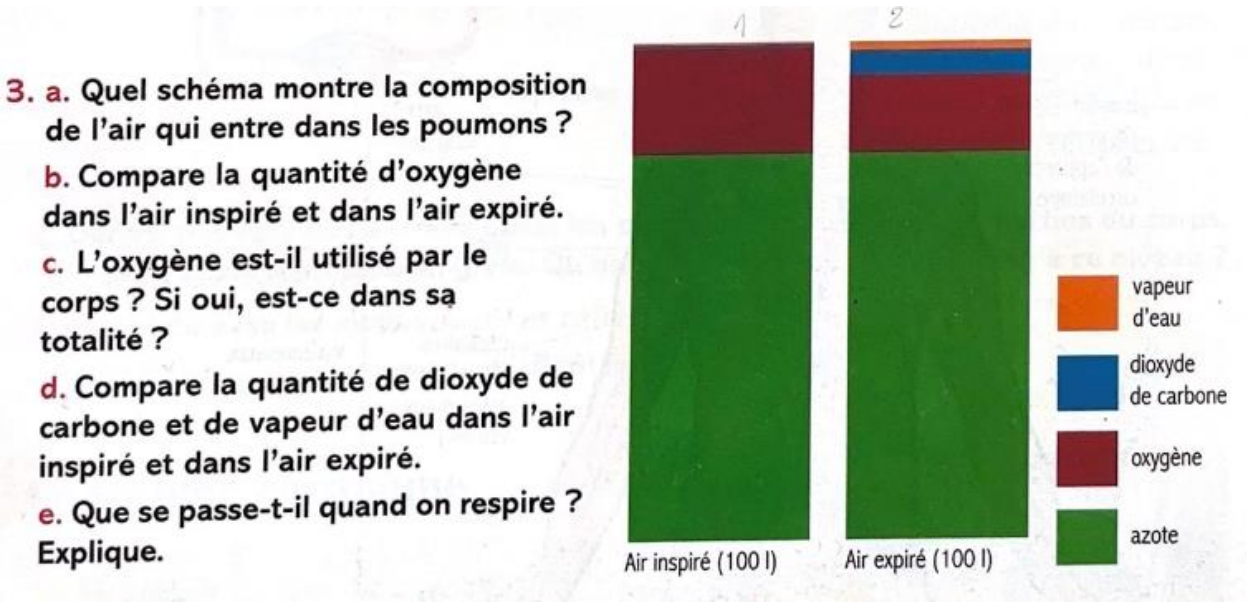


Figure 109: composition en gaz de l'air inspiré et de l'air expiré

Les élèves travaillent individuellement. Un élève pose la question : « *qu'est-ce que ça veut dire azote* ? » (Performance didactique cognitive). L'enseignante explique que c'est un gaz qui se trouve dans l'air et qu'il faut se référer aux deux schémas pour conclure si le diazote est utilisé ou non au cours de la respiration (médiation didactique explicative) (Figure 110).

106	Ivan	**Madame, qu'est-ce que ça veut dire azote ?**
107	M	C'est un gaz, qui se trouve dans l'air, mais c'est à toi de savoir, d'après les schémas que tu as devant toi, si on utilise ce gaz durant la respiration ou bien non. C'est à vous de conclure, si on l'utilise, ou non, soit dans l'inspiration ou bien dans l'expiration. Faites attention, vous allez me donner la réponse.

Figure 110: une médiation explicative pour expliquer que l'azote est un gaz

Une autre élève demande « si l'azote يعني متـل الأوكســيجين؟ *: l'azote est-il comme l'oxygène?*" (Performance didactique cognitive), l'enseignante réexplique que « *c'est un gaz qui se trouve dans l'air, mais est-ce qu'on l'utilise ?* » et elle adopte une médiation didactique conductrice pour guider les élèves à la réponse attendue, mais c'est elle qui prononce enfin que l'azote n'est pas utilisé lors de la respiration (Figure 111).

110	R	**L'azote يعني متل ال oxygène ?** ***C'est à dire que l'azote est comme l'oxygène ?***
111	M	L'azote c'est un gaz qui se trouve dans l'air, mais est-ce qu'on l'utilise ? On l'utilise ? Regardez bien, dans les 2, dans l'air inspiré et dans l'air expiré. C'est pas le même niveau ?
112	E	Oui
113	M	C'est à dire, dans l'air il y a l'azote « mais en pourcentage très très faible ». Est-ce qu'on utilise ce gaz-là durant la respiration ?
114	E	Oui
115	M	On l'utilise ?!
116	E	Non
117	M	Comment oui ? Tu es basé sur quoi pour dire oui ou non ? Qui peut me dire ? Quantité d'azote est utilisée dans l'air inspiré et dans l'air expiré ? Comment on a vérifié ?
118	S	Car c'est la même quantité dans l'inspiration et dans l'expiration
119	M	C'est la même. Elle n'est pas changée. Elle n'a pas augmenté ni diminué. C'est pour cela elle n'est pas utilisée, c'est clair ? ça existe dans l'air mais on ne l'utilise pas durant notre respiration. C'est clair ?

Figure 111: une médiation conductrice pour montrer que l'azote n'est pas un gaz respiratoire

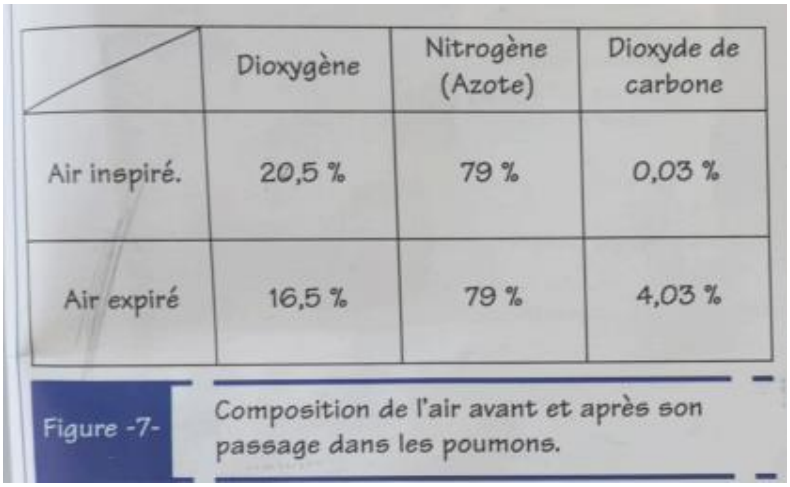
Dans le même exercice, une élève n'a pas compris la question « *c. l'oxygène est-il utilisé par le corps ? Si oui, est-ce dans sa totalité ?* » (Performance didactique cognitive). L'enseignante lui demande de se référer aux histogrammes pour voir si toute la quantité de l'oxygène est consommée (médiation didactique explicative) (Figure 112).

108	E	**C'est quoi dans la partie c : l'oxygène est-il utilisé par le corps ? Si oui, est-ce dans sa totalité ?**
109	M	Ok, l'oxygène est utilisé par le corps ? D'une façon normale, il est utilisé ? Je veux regarder, est-ce qu'on utilise toute la quantité d'oxygène que ce soit dans l'air inspiré ? Regardez le schéma. Toute la quantité a été inspiré ? Qui se trouve ? C'est ça la question. La totalité, la quantité totale.

Figure 112: une médiation explicative face à une question posée par une élève

« Comparer» à l'école publique

Dans un exercice effectué dans la classe de l'école publique, la tâche est « comparer les pourcentages des gaz dans l'air inspiré et expiré ; que deviennent ces pourcentages dans les poumons ? ». Les pourcentages sont donnés sous la forme d'un tableau montrant la composition de l'air avant et après son passage dans les poumons (Figure 113).



	Dioxygène	Nitrogène (Azote)	Dioxyde de carbone
Air inspiré.	20,5 %	79 %	0,03 %
Air expiré	16,5 %	79 %	4,03 %

Figure -7- Composition de l'air avant et après son passage dans les poumons.

Figure 113: composition de l'air avant et après son passage dans les poumons

L'enseignant explique d'abord en adoptant une médiation didactique explicative, selon un discours monologique et en traduisant mot à mot la consigne en arabe (Figure 114).

227	M	عم قول هون compareبدي قارن pourcentageلل النسبة المئوية gaz dans l'air inspiré et dans l'air expiré. وآخر شي بدي que deviennent ces pourcentages dans les poumons, هول ال pourcentages بال شو بيصير فيهم poumons.استنتج أنه إذا جيت بدي قارن ال dioxygène بال l'air inspire وبال 20.5 كانت l'air expiré 16.5 صار قلنا قبل شوي l'air expiré?أو بال l'air inspire امعناتها وين في عندي أوكسيجين أكثر؟ بال *Je dis ici compare, je dois comparer le pourcentage du gaz dans l'air inspiré et dans l'air expiré. À la fin, je dois conclure que deviennent ces pourcentages dans les poumons, ces pourcentages, que deviennent dans les poumons ?* *Si je veux comparer le dioxygène dans l'air inspiré, nous avons déjà dit qu'il était 20.5 et dans l'air expiré il devient 16.5.* *C'est-à-dire où j'ai une plus grande quantité d'oxygène ? Dans l'air inspiré ou bien dans l'air expiré ?*
228	E	L'air expiré
229	M	تطلعوا هون، ال dioxygène, شو؟ *Regardez ici, le dioxygène, quoi ?*
230	E	بال L'air inspiré *Dans l'air inspiré*
231	M	"فإذا l'air inspiré contient le dioxygène أو il est riche en dioxygène, واضح من خلال ال pourcentages أنه عندها pourcentages أعلى "فإذا l'air inspiré est riche en dioxygène هو غني بالأوكسيجين، واضح؟ أو il contient plus de dioxygène ليه؟ لأنه air inspiré تبع الأوكسيجين بال pourcentages واضح من ال l'air expiré أعلى من بينما ال nitrogène إذا بتلاحظوا بالاثنين بال air inspiré et expiré؟ قديش؟ تغيرت شي؟ *Donc l'air inspiré contient le dioxygène ou il est riche en dioxygène, c'est clair à partir des pourcentages qu'il a le plus grand pourcentage. Donc l'air inspiré est riche en dioxygène, il est riche en dioxygène, c'est clair ? Il contient plus de dioxygène, pourquoi ? Parce que c'est clair, à partir des pourcentages de l'oxygène dans l'air inspiré qui est plus grand que dans l'air expiré, alors que le nitrogène, si vous remarquez dans les deux, dans l'air inspiré et expiré, combien ? Elle a changé ?*
232	E	Non
233	M	Il reste le même, واضح؟ Pourcentage de nitrogène est la même dans l'air inspiré et dans l'air expiré, واضح؟ Le dioxyde de carboneوين أكثر عندي *Il reste le même, c'est clair ? Pourcentage de nitrogène est le même dans l'air inspiré et dans l'air expiré, c'est clair ? Où j'ai plus de dioxyde de carbone ?*
234	E	تحت *En bas*

Figure 114: médiation explicative basée sur la traduction et les valeurs chiffrées

Tout d'abord, les élèves répondent directement que l'air expiré est plus riche en dioxygène que l'air inspiré (performance didactique cognitive). L'enseignant adopte une médiation didactique explicative selon un discours monologique. Il revient à la comparaison des données chiffrées pour convaincre les élèves que l'air inspiré est plus riche en dioxygène que l'air expiré. Il leur montre que la quantité de l'azote (nitrogène) ne varie pas et que la quantité de dioxyde de carbone est plus grande dans l'air expiré.

Les gestes comme moyens d'aide didactique mobilisés en réponse à des performances des élèves

Les gestes jouent un rôle important comme moyens de communication dans le discours scientifique. À côté de ce rôle, les gestes peuvent être conçus comme moyens d'aide didactique qui simplifient l'acquisition du concept scientifique, surtout lorsque les autres moyens ne sont pas disponibles. Dans le contexte bilingue libanais, nous trouvons que la communication gestuelle est dominante par l'enseignant(e) mais aussi par les élèves qui adoptent ces gestes comme récompense de leur faible niveau de maîtrise du français, langue adoptée dans l'enseignement des sciences. Le fait d'utiliser les gestes comme moyens de communication et en tant que pratiques pour dépasser l'obstacle langagier dans un contexte bilingue sera explicité ultérieurement, nous focalisons l'analyse dans cette partie sur l'utilisation des gestes comme moyens d'aide didactique en réponse à des performances didactiques manifestées par les élèves.

L'enseignante de l'école privée subventionnée utilise beaucoup de gestes, son « body language » est un élément principal dans sa pratique. Elle explique les mouvements respiratoires et décrit en détails ce qui se passe et les changements qui ont lieu au cours de la respiration en effectuant des gestes corporels ou en demandant aux élèves de mettre la main sur la poitrine pour ressentir comment les poumons se gonflent, comment la cage thoracique se soulève au cours de l'inspiration, etc. et inversement au cours de l'expiration.

Un moment particulier apparait lorsqu'elle veut expliquer l'expiration comme mouvement qui permet de rejeter de l'air : elle pose la question « expiration, شو كبيت؟ *Dans l'expiration, qu'est-ce que j'ai jeté ?*». Un élève répond en se basant sur ses fonds de connaissances référés au milieu scolaire « dioxyde de carbone », une deuxième élève dit que l'air se repose parce qu'elle remarque que l'enseignante rejette l'air comme si elle se relaxe et une troisième élève dit que l'air va aux arbres en référence à ses fonds de connaissances référés au milieu scolaire en relation avec la photosynthèse. Face à ces performances didactiques cognitives inattendues, l'enseignante adopte

une médiation didactique conductrice, elle a recours à utiliser des gestes du mouvement d'expiration et demande aux élèves de se focaliser sur l'air afin de constater ce qui s'y produit avec précision. Enfin, un élève conclut qu'elle voulait dire « l'air sort du corps » (Figure 115).

67	M	Expiration شو كبيت? (+gestes des mouvements respiratoires)
		Dans l'expiration, qu'est-ce que j'ai jeté ? (+gestes des mouvements respiratoires)
68	E	Dioxyde de carbone
69	M	air يعني؟ خليني هلق بال
		بالهوا، شو صار فيه الهوا؟
		Restons dans l'air, c'est-à-dire ? Dans l'air, que se passe-t-il pour l'air ?
70	Ilaf	ارتاح؟ *Il se repose ?*
71	E1	**راح ع الشجرة (en référence à la photosynthèse)**
		Il est allé à l'arbre
72	M	شو صار l'air ? (avec des gestes d'expiration) *Que se passe **pour l'air** ?* **بالهوا؟**
73	E1	طلع *Il se dégage*
74	M	طلع، ضهر
		Il se dégage, il sort
		L'air sort du corps
		الهوا ضهر من جسمي
		L'air sort de mon corps

Figure 115: une médiation conductrice mobilisant des gestes comme moyen d'aide didactique

Dans une séance des exercices, la tâche est d'indiquer pour chacune des expressions si elle correspond à l'inspiration ou bien à l'expiration. Un débat a lieu entre les élèves autour de l'expression « le volume de la cage thoracique diminue » et s'il s'agit de l'inspiration ou bien de l'expiration (performance didactique sociale et cognitive). L'enseignante adopte alors une médiation didactique conductrice, elle leur montre le mouvement de sa cage thoracique, elle fait des gestes par sa main pour traduire le sens de diminue et elle leur traduit en arabe « بيرخي، بيضعف *se relâche, se maigrit* » pour les conduire à la bonne réponse. Enfin les élèves sont convaincus que c'est lors de l'expiration que le volume de la cage thoracique diminue.

Les gestes peuvent aussi être utilisées comme moyens d'aide didactique pour faire rappeler aux élèves ce qui est déjà vu. Par exemple au début d'une séance dans la classe de l'école privée subventionnée, l'enseignante faisait un rappel autour de ce qui a été déjà expliqué (le rôle de l'appareil respiratoire, les mouvements respiratoires, etc.) selon une médiation didactique mémorielle. Lorsqu'elle arrive au diaphragme, aucun élève ne répond autour de ce qui se passe pour le diaphragme lors de l'inspiration (performance didactique de silence), l'enseignante a recours à utiliser des gestes comme moyens d'aide didactique pour aider les élèves à donner la réponse attendue (médiation didactique conductrice). Dans la même séance, l'enseignante pose la question autour de ce qui se passe au cours de l'expiration, aucun élève ne répond (performance

didactique de silence) ce qui la suscite à créer un espace hybride en mélangeant le translangue avec les gestes : elle fait des gestes pour montrer les deux mouvements respiratoires et leur pose une question (médiation didactique réflexive) « *tout d'abord, qu'est-ce que je fais ?* ». Après un deuxième moment de silence, un élève répond en arabe « ضهّرت هوا : *je fais sortir de l'air* », alors, pour l'aider à répondre en français, elle prononce la première lettre, puis le mot complet « *l'air ssss… l'air sort du corps* » (Figure 116).

7	M	Inspiration et expiration. Bravo. Qui veut me rappeler qu'est-ce qui se passe durant l'inspiration ? شو بيصير بجسمي بال inspiration *Inspiration et expiration. Bravo. Qui veut me rappeler qu'est-ce qui se passe durant l'inspiration ? Qu'est-ce qui se passe pour mon corps lors de l'inspiration » ?*
8	E	L'air entre dans le corps
9	Z1	Les poumons eeeee XXX
10	M	Les poumons ?
11	E1	Gonflent
12	E	Le volume XXX
13	Z1	La cache
14	Z2	مش cache, cage *Ce n'est pas cache, cage*
15	E	Le volume de cage
16	E1	Cage thoracique (+ mouvement de gonflement de la poitrine)
17	E	Augmente
18	M	Augmente, bravo. Le volume de la cage thoracique augmente.؟بعد شو بيصير *Encore qu'est-ce qui se passe ?*
19	E	القفص الصدري بيطلع *La cage thoracique se soulève*
20	M	Diaphragme ?
21	E	<…>
22	M	Diaphragme؟؟ لما نفخوا ال poumons, بيكبسوا عال diaphragme, بينزل S'abaisse *Diaphragme??* *Lorsque les poumons se gonflent, ils font une pression sur le diaphragme qui descend alors S'abaisse*
23	E+M	S'abaisse
24	M	Expiration Ali, شو بيصير بال expiration ? هيك inspiration, هذهexpiration (+gestes pour montrer les 2 mouvements respiratoires) شو صار بجسمي بال expiration? أول شغلة أنا شو عملت؟ *Expiration, qu'est-ce qui se passe lors de l'expiration ? Comme ça inspiration, et comme ça expiration. (+gestes pour montrer les 2 mouvements respiratoires).* *Que se passe-t-il pour mon corps lors de l'expiration ?* *Tout d'abord qu'est-ce que j'ai fait ?*
25	E2	ضهرت هوا *Je fais sortir de l'air*
26	M	L'air sss… sort du corps طيب شو هو الهوا اللي بيضهر؟ *Alors quel est l'air qui sort*
27	E2	Dioxyde de carbone

Figure 116: une médiation conductrice mobilisant des gestes pour faire rappeler aux élèves ce qui est déjà vu

Donc, face aux performances didactiques manifestées par les élèves, l'enseignante adapte sa médiation didactique (Figure 117).

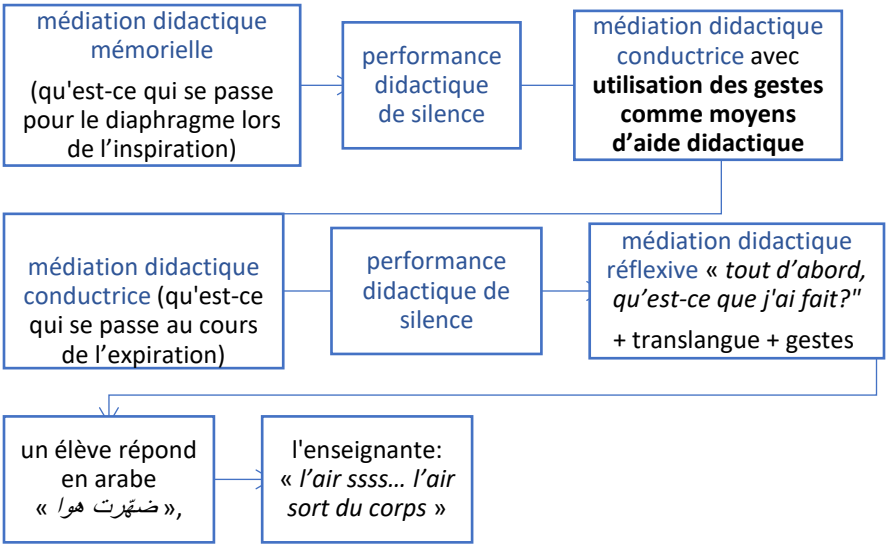


Figure 117: l'enseignante adopte successivement plusieurs types de médiation didactique en réponse aux performances didactiques des élèves

Dans cette même classe, dans un exercice d'application, la tâche est de nommer les parties du système respiratoire. Au début, les élèves reconnaissent les noms des premiers organes et lorsqu'ils arrivent aux bronches et aux bronchioles, ils ne savent plus répondre (performance cognitive suivie de performance de silence). L'enseignante adopte alors une médiation conductrice basée sur des gestes qui rappellent aux élèves l'analogie avec les ramifications des branches des arbres, elle fait bouger ses mains et ses doigts comme les branches d'un arbre pour rappeler aux élèves le mot « bronches ». Puis, pour le dernier mot « alvéoles », elle prononce la moitié du mot « alvéoles » en faisant des gestes pour conduire les élèves à la réponse attendue (effet Topaze) (Figure 118).

80	E1	Deux poumons
81	M	أنا قلت بعد ال trachée-artère شو في عندي؟ *J'ai dit qu'après la trachée-artère qu'est-ce que j'ai ?*
82	Z2	Bronches ?
83	M	Bronches,إلى بدها تنقسم ? *Bronches vont se diviser en quoi ?*
84	E1	<…> bronches زغير؟ *Bronches petites?*
85	M	Bronches. ليكو ال bronches أنا عندي اياها متل جذع كبير طيب الشـجرة عندي اياها جذع، بعدين رح تتوزع، قلت بس تتفرع ال bronches رح يصـير إسـمه bronchioles (+gestes pour clarifier l'idée de ramifications des bronches en bronchioles). Bronches, bronchioles, 8. Bronches *Regardez les bronches, je les ai comme un grand tronc, alors l'arbre, il a un tronc, ensuite il va se diviser, je dis lorsqu'il se divise, les bronches deviennent des bronchioles*
86	E1	<…>
87	M	Al…
88	E	Alvéoles

Figure 118: une médiation conductrice mobilisant des gestes pour rappeler l'analogie entre les branches d'un arbre et les bronches

Les analogies, les comparaisons et les exemples comme moyens d'aide didactique symboliques

Les trois enseignants utilisent fréquemment des analogies, des comparaisons, des métaphores et des exemples comme moyens d'aide didactique qui facilitent l'acquisition du contenu scientifique visé. Comme déjà mentionné, dans notre analyse, nous avons fait le choix de focaliser les moments particuliers où les performances didactiques des élèves conduisent la médiation didactique de l'enseignant. Dans les séances observées, nous n'avons pas détecté de moments particuliers où les performances didactiques des élèves font appel à l'utilisation des analogies, des comparaisons, des métaphores ou des exemples, ceux-ci sont généralement utilisés par l'enseignant d'une manière intuitive au cours de l'explication. Toutefois, ceci n'empêche pas de mentionner quelques analogies et comparaisons utilisées par les enseignants comme moyens d'aide didactique symboliques facilitant la compréhension du contenu expliqué, vue leur importance et la fréquence de leur utilisation dans les trois classes observées.

Des comparaisons et des exemples communs aux trois classes observées

Dans les trois classes observées, nous trouvons des exemples communs comme la fameuse comparaison du poumon à un ballon pour expliquer le gonflement et le dégonflement du poumon lors de l'inspiration et de l'expiration, ou la comparaison entre les bronches et les branches des arbres pour faciliter la compréhension de l'idée de la ramification des bronches en bronchioles au sein des poumons. Ainsi l'enseignante de l'école privée déclare « *chaque partie s'appelle bronche, comme les branches d'un arbre, d'accord ? Le tronc d'un arbre, il a des branches, des ramifications (+ gestes de mains), d'accord, elle va se diviser en bronches, chaque bronche où elle va ? Où elle entre ?* » ; et l'enseignante de l'école privée subventionnée qui dit en utilisant aussi des gestes pour clarifier l'idée de la ramification des bronches en bronchioles « *Bronches; ليكو ال* bronches *أنا عندي رح يصـــير إســـمه* bronches *ال ;طيب الشـــجرة عندي اياها جذع، بعدين رح تتوزع، قلت بس تتفرع ;اياها متل جذع كبير* bronchioles : *les bronches, regardez les bronches, je les ai comme un grand tronc, je voulais dire l'arbre, je l'ai avec un tronc, ensuite elle va se ramifier, je disais quand elle se ramifie, les bronches deviennent des bronchioles*). L'enseignant de l'école publique explique la ramification de la trachée-artère en bronches puis en bronchioles en disant « *كيف* branches, *وهيك...بيشـبهوا الأغصـان ، عند الإنسان تخيلوا ال ;أغصان، نفس الفكرة. ; بعدين طالع منهم* branches *والtige, عن مثلا" مثلا" الشجرة* trachée-artère *هو ال* arbre *الtige, وهذه ال* tige *بيروح ع تتفرع لأغصان، كل غصن* partie, *وكل غصن كمان متفرع لأغصان*

هول ils sont nommés de bronchioles, اللي جوا، التفرعات اللي جوا parties صغار، نفس الشي عند الإنسان، هذه ال bronchioles, ok?: اللي جوا، الأجزاء اللي جوا بيسموهن *Comme ça, ils ressemblent aux branches, c'est comme l'arbre qui a une tige (il voulait dire tronc), ensuite la tige se ramifie en branches, chez l'Homme c'est la même idée, imaginez que la trachée-artère est l'arbre, la tige, cette tige se ramifie en des branches, chaque branche entre dans une partie et chaque branche est ensuite ramifiée en de petites branches. C'est la même chose chez l'Homme, ces parties qui sont à l'intérieur sont nommées des bronchioles, ces parties, ces parties à l'intérieur sont nommées des bronchioles, ok ?* ».

D'autres comparaisons et exemples diffèrent entre les classes observées

L'enseignant de l'école publique recourt fréquemment à des comparaisons et à des exemples empruntés à la vie quotidienne. Pour rapprocher l'idée de la présence d'un grand nombre d'alvéoles dans un sac alvéolaire, il propose une analogie avec les pores dans une éponge (Figure 119).

136	M	كيف الإسفنج، نفس الشي éponge, كيف ال… متل الإسفنجة، كيف الاسفنجة في بقلبها جيوب كتير صغار، نفس الشي الرئتين عند poumonsهني ال عناforme spongieux, هون بينتهوا لجيوب كتير صغار bronches يعني هول ال alvéoles pulmonaires, الإنسان عندهم هذه الجيوب أو ما يسمى بال alvéolesهون هيك, مثلا: في جيوب كتير صغار، وعددهم كتير هائل، ما بينعدوا ولا بينحصوا هني قديش، فهون بالأخير أنا بسميهم pulmonaires *Vous connaissez l'éponge ? L'éponge, c'est la même chose. Nous avons la forme spongieuse. Ce sont les poumons, ils sont comme l'éponge qui contient de nombreuses petites poches, c'est la même chose les poumons chez l'Homme, ils ont ces poches ou ce qu'on appelle les alvéoles pulmonaires. C'est-à-dire ces bronches se terminent ici en de poches très petites comme ça, avec un très grand nombre, qu'on ne peut pas savoir le nombre, enfin je les appelle des alvéoles pulmonaires.*

Figure 119: comparaison entre les alvéoles et l'éponge

Il rapproche la trachée- artère du roseau : il dessine un roseau au tableau et le compare à la trachée-artère tracée sur le manuel scolaire des élèves, ensuite il fait un lien entre le nom de la trachée-artère en arabe (القصبة الهوائية) et le nom du roseau (القصبة) qui se prononcent de la même façon en arabe (Figure 120). Par cette comparaison, il pousse les élèves à se référer à leurs fonds de connaissances et à ne plus oublier le nom arabe de la trachée-artère.

85	M	متل القصبة، القصبة مثلا" إذا شايفينها بيكون كل شوي منها في عقدة، فهذه نفس الفكرة هون، comme le Roseauالقصبة، لهذا السبب بالعربي بيسموها القصبة الشو؟ الهوائية *Le roseau (en arabe) comme le roseau, si vous avez déjà vu un roseau, il a beaucoup de nœuds, c'est la même idée ici, c'est pourquoi on l'appelle en arabe (القصبة الهوائية).*

Figure 120: comparaison entre la trachée-artère et le roseau

L'enseignante de l'école privée compare la trachée-artère à des roseaux et à des pailles. Elle utilise fréquemment la comparaison des poumons aux passoires et à des filtres car ils purifient l'air du

dioxyde de carbone. Elle mentionne l'analogie entre le transport des nutriments et le transport des gaz respiratoires dans la mesure où c'est le sang qui assure ce transport aux différents organes du corps. Il est aussi important de mentionner la comparaison du fonctionnement des cordes vocales à celui des cordes de la guitare pour montrer l'analogie entre la production du son par la sortie de l'air expiré et la production de la musique lorsqu'on fait vibrer les cordes de la guitare.

L'enseignante de l'école privée subventionnée fait une comparaison entre la respiration et la photosynthèse pour en montrer la différence. Elle compare les sacs alvéolaires à un sac qu'on utilise quotidiennement sachant que celui-ci contient des alvéoles pulmonaires. D'ailleurs, elle considère que l'oxygène est de l'air propre alors que le dioxyde de carbone est de l'air sale. Toutefois cette comparaison pourrait causer une confusion chez les élèves surtout entre l'air sale (riche en dioxyde de carbone selon l'enseignante) et l'air contenant de la poussière par exemple.

2.3.2.3. La vidéo : un moyen d'aide didactique multimodal

Un moyen d'aide didactique est dit multimodal lorsqu'il englobe des ressources sémiotiques multiples (langage oral, produits audiovisuels et matériels, comparaisons, analogies… en même temps). L'exemple le plus significatif comme moyen d'aide didactique multimodal est la vidéo. Ce moyen est multimodal dans la mesure où il croise des ressources directement observables, tangibles et repérables par les organes de sens, aux comparaisons, analogies et exemples qui supposent ensuite une seconde transformation voir plus cognitive.

Ainsi, à l'école privée, au début de la séquence, l'enseignante introduit la leçon par une vidéo qui présente une introduction au chapitre « l'appareil respiratoire de l'Homme » en montrant les différents organes de l'appareil respiratoire et en expliquant la respiration. Les organes de l'appareil respiratoire y sont directement observables et, en même temps, des commentaires oraux dictent des comparaisons et des analogies pour faciliter la compréhension. Par exemple, parallèlement aux photos des alvéoles pulmonaires, le commentateur les compare aux grappes de raisins. De cette façon, l'élève observe, devant ses yeux, la forme des alvéoles pulmonaires, il s'agit donc d'un moyen d'aide didactique matériel, et en même temps, il entend le commentateur qui explique que ces alvéoles sont sous la forme des grappes de raisins, mais il ne voit pas de raisin devant ses yeux, il imagine les grappes de raisins et les relie à ce qu'il observe, les alvéoles pulmonaires. De cette façon, la vidéo collecte l'observable à l'imaginable, voire le matériel au symbolique, il s'agit donc d'un moyen d'aide didactique multimodal.

Pour revenir aux moments particuliers, dans la séance où l'enseignante de l'école privée utilise la vidéo comme moyen d'aide didactique, nous détectons plusieurs moments particuliers où les performances didactiques des élèves induisent la médiation didactique de l'enseignante mobilisant la vidéo comme moyen d'aide didactique multimodal. La tâche était que les élèves se basent sur ce qu'ils observent dans la vidéo pour répondre aux questions posées par l'enseignante. Lorsqu'elle pose la question "*que veut dire la respiration ?* », une élève répond que c'est la " *transformation du dioxygène en dioxyde de carbone*". Cette performance cognitive manifestée par l'élève permet à l'enseignante de constater qu'il pense analogiquement à la digestion, c'est-à-dire qu'il pense que la respiration est la transformation du dioxygène en dioxyde de carbone par analogie avec la digestion qui est la transformation de grosses molécules d'aliments en molécules simples appelées nutriments. Elle rejoue alors la partie de la vidéo qui définit la respiration (moyen d'aide didactique multimodal), adopte d'abord une médiation didactique mémorielle pour rappeler la définition de la digestion, puis une médiation didactique explicative pour expliquer en détails la définition de la respiration et enfin une médiation didactique conductrice en posant des questions successives pour conduire les élèves à comparer entre la digestion et la respiration (Figure 121).

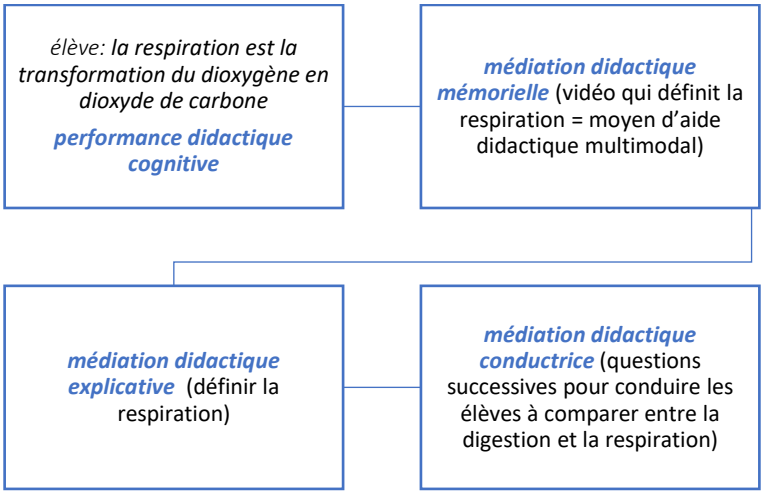


Figure 121: plusieurs types de médiation didactique référés à la vidéo comme moyen d'aide didactique pour expliquer à l'élève la différence entre la respiration et la digestion.

Au cours de la même séance, un autre élève manifeste une objection à l'explication de l'enseignante qui dit que le poumon gauche bilobé est plus petit que le poumon droit trilobé. Cet élève considère que les deux poumons ont la même taille même s'ils n'ont pas le même nombre de lobes (performances didactiques cognitive et sociale car il discute avec l'enseignante).

L'enseignante revient à la vidéo (moyen d'aide didactique multimodal) et se sert d'une photo du manuel scolaire, qui montre les deux poumons avec le cœur (moyen d'aide didactique matériel) pour convaincre l'élève que les deux poumons n'ont pas la même taille car le cœur est penché vers le poumon gauche, il s'agit d'une médiation didactique explicative. Nous signalons ici que la photo du manuel en question n'est pas explicite sur la taille différente des deux poumons, ni entre les tailles des lobes (Figure 122).

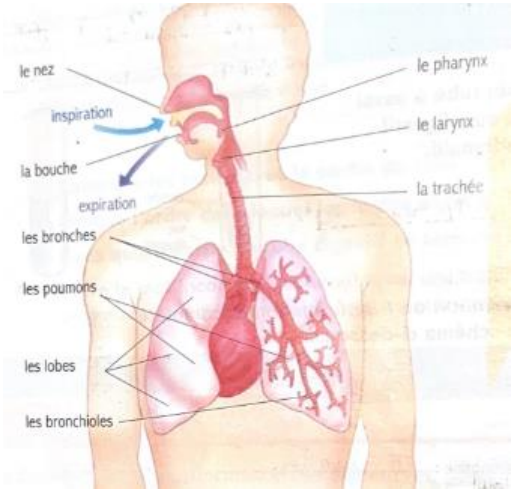


Figure 122: la photo comme moyen d'aide didactique matériel pour montrer que le poumon gauche est plus petit que le poumon droit

Toutefois, aucune performance de l'élève ne montre qu'il est convaincu. En fait, une performance de silence règne après l'explication et même lorsque l'enseignante lui demande si c'est « *ok* » il n'a pas répondu (Figure 123).

180	M	Très bien, car le cœur est orienté, penché plus vers le côté gauche, le poumon gauche, que le côté droit, que le poumon droit, vous avez vu ? Donc ici on a 3 lobes, 3 parties, 1,2 et 3 (montre sur la vidéo) Ici 1 et 2 pourquoi ? Parce que le cœur, remarquez le cœur, il est plus penché vers le poumon gauche que le poumon droit, c'est pour cela qu'on dit que le poumon droit est trilobé, formé de 3 parties, et le poumon gauche il est bilobé, c'est-à-dire bi 2, tri c'est-à-dire 3, c'est clair ?
181	E	[OUI]
182	E1	Madame, بس le gauche a un lobe, il est 2 يعني قد *Madame, mais le gauche a un lobe qui est équivalent à deux lobes*
183	M	Il est bilobé, formé des 2 parties
184	E1	هو كمان أضعف؟! *Il est encore plus fin ?!*
185	M	Non, mais remarquez comment il est penché, mais le poumon gauche il est creusé comme ça, car c'est du côté gauche où est penché le cœur, remarquez, ok ? <…> (silence)

Figure 123: discussion entre l'enseignante et l'élève autour de la taille du poumon gauche

2.3.2.4. Importance d'utiliser les moyens d'aide didactique comme support d'apprentissage

Les discours dans certains cas montrent que plusieurs élèves, dans les trois classes observées, mémorisent des informations et les utilisent sans comprendre ce qui est demandé dans la question. L'utilisation des moyens d'aide didactique comme support d'apprentissage les aide à construire le contenu scientifique visé au lieu de se limiter à la mémorisation des informations. Par exemple, dans une séance à l'école privée (Annexe 5, séance de 21 février), la tâche est d'expliquer les changements qui se passent au niveau de l'appareil respiratoire lors de la respiration. Après avoir observé les photos d'un garçon qui utilise un mètre-ruban pour mesurer la longueur du tour de sa poitrine (Figure 78, page 222) et après avoir demandé aux élèves de comparer les mesures et de déduire dans quel cas la cage thoracique est plus gonflée, la question est « donne *une explication à tes observations* ». Une élève répond par une phrase mémorisée sans se référer au document ni aux observations « *durant l'inspiration, on absorbe de l'oxygène et on rejette du dioxyde de carbone* » (performance didactique cognitive). L'enseignante lui demande alors de se baser sur le document du manuel scolaire, de se référer aux mesures indiquées sur le mètre-ruban et de s'exprimer de sa façon en répondant aux questions successives posées par l'enseignante pour arriver à la réponse attendue (médiation didactique conductrice) (Figure 124).

106	M	Donne une explication à tes observations, c'est-à-dire durant l'inspiration et durant l'expiration, que se passe -t-il à la cage thoracique, aux poumons, etc. Tout ça on veut l'expliquer. Qui peut me donner une réponse. Que se passe-t-il durant l'inspiration et durant l'expiration ?
107	E	Durant l'inspiration, on absorbe de l'oxygène et on rejette du dioxyde de carbone.
108	M	Ok, ici on ne veut pas dire, on ne va pas nommer quel gaz absorbé et quel gaz rejeté, d'après le document, que fait l'enfant ? Il fait des mesures, d'accord ? Durant deux mouvements : inspiration et expiration et on a réalisé ça. Quand on inspire que se passe-t-il à la cage thoracique ? Au volume des poumons ? etc. et la même chose durant l'expiration
109	E2	La cage thoracique gonfle par l'inspiration, les poumons se gonflent aussi. Dans l'expiration,
110	M	Que fait la cage thoracique ?
111	E2	Baisse, se baisse

Figure 124: une médiation didactique conductrice pour pousser les élèves à se référer aux données du document pour répondre à la question

2.3.3. Une médiation didactique basée sur des pratiques pour dépasser l'obstacle langagier dans un contexte bilingue

Dans le cas du contexte bilingue, l'enseignement des sciences se moule dans les processus langagiers (Gajo,2007) et mobilise, chez les élèves, des fonds de connaissances (Irish et Kang, 2018) conceptuels et linguistiques. Dans ce contexte où deux langues se rencontrent en classe, il s'agit d'une construction intégrée des savoirs linguistiques et disciplinaires (Gajo, 2007) et l'interaction langagière sollicite plusieurs capacités pour l'enseignant et pour les élèves, d'où la nécessité de profiter des ressources langagières disponibles, verbales et non verbales (Rispail,2011).

Comme déjà mentionné, dans notre étude, les observations sont effectuées dans trois classes situées dans trois écoles qui représentent les écoles dans le système éducatif libanais : une école publique, une école privée et une école privée subventionnée. Dans ce qui suit, nous choisissons d'étudier le cas de chaque classe à part à cause de la différence sur le plan de l'engagement dans l'utilisation de la langue française dans l'enseignement des sciences mais aussi sur le plan du niveau de maîtrise de la langue française dans les trois classes observées. Ainsi, pour chacune des classes, nous présentons d'abord la situation sur le plan du niveau de maîtrise de la langue française adoptée pour l'enseignement des sciences et nous étudions la manière selon laquelle l'enseignant se débrouille pour aider les élèves à dépasser l'obstacle de la langue étrangère. Pour rester dans la même logique du travail, seront présentés des moments particuliers où les performances didactiques des élèves, en relation avec la langue étrangère d'enseignement, constituent le fil conducteur de la médiation didactique de l'enseignant. Les trois enseignants ont différents rapports à la langue d'enseignement, ce qui apparait clairement dans leur discours lors des entretiens semi-directifs qui seront analysés ultérieurement. De plus, les élèves ont différents niveaux de maîtrise de la langue française. Par conséquent, nous observons différentes pratiques adoptées par les trois enseignants en guise de dépasser l'obstacle imposé par la langue étrangère d'enseignement (Figure 125). Nous explicitons ces pratiques et nous focalisons sur des moments particuliers en relation avec le contexte bilingue et la langue d'enseignement.

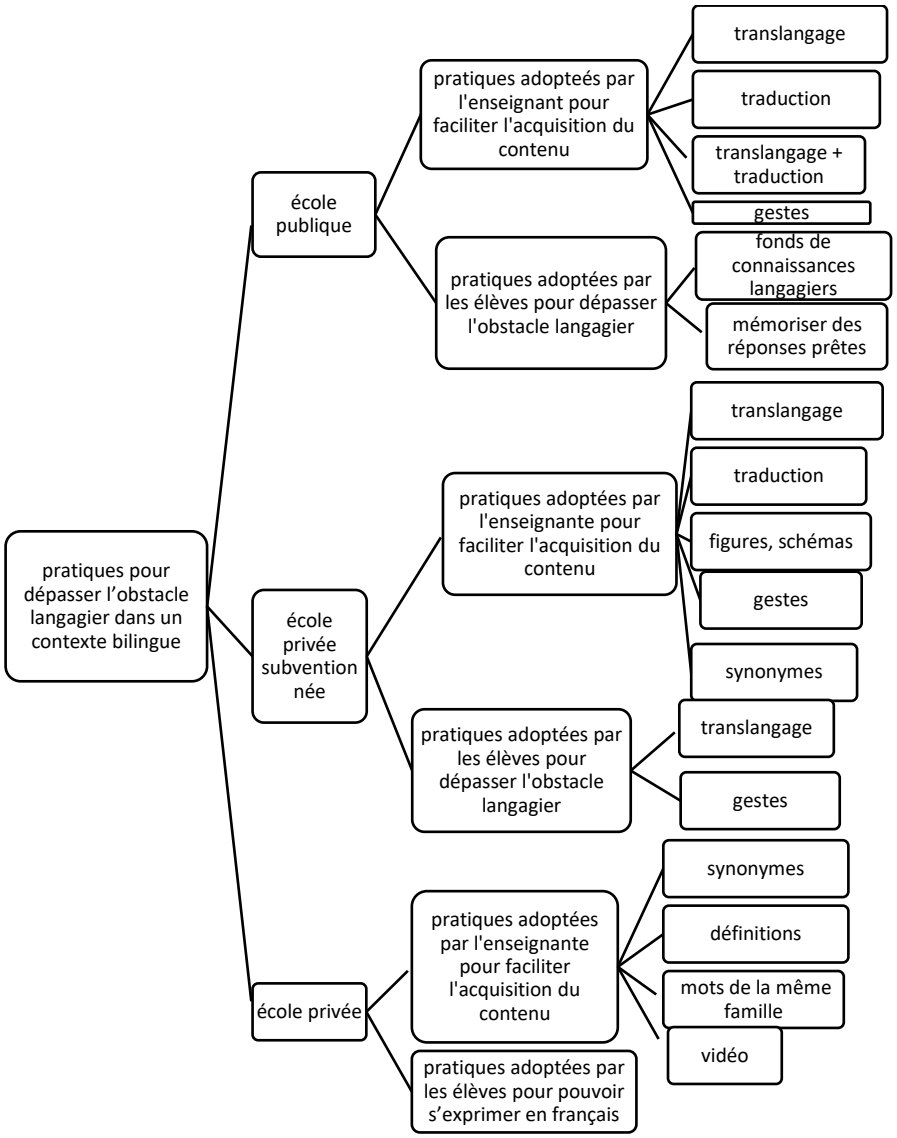


Figure 125: différentes pratiques adoptées dans les trois classes observées pour dépasser l'obstacle imposé par la langue d'enseignement

2.3.3.1. Cas de la classe observée à l'école publique

Le niveau de maîtrise de la langue française adoptée pour l'enseignement des sciences dans la classe observée à l'école publique est faible que ça soit pour l'enseignant ou pour les élèves. Ceci se manifeste dans les interactions langagières en jeu au cours de l'enseignement. Les observations en classe montrent que l'enseignant de l'école publique se base principalement sur la langue arabe au cours de son discours en classe selon deux modes principaux : le translangage et la traduction, à côté des gestes pour stimuler la réflexion des élèves. Quant aux élèves, ils essayent de dépasser l'obstacle de la langue étrangère en ayant recours aux fonds de connaissances langagiers ou en mémorisant des réponses prêtes pour pouvoir répondre aux questions.

Des pratiques langagières pour faciliter l'acquisition du contenu visé

Le translangage

Le translangage consiste à exploiter toutes les ressources linguistiques disponibles de manière synergique. Dans notre cas du contexte bilingue libanais, le translangage se manifeste principalement sous la forme du mélange entre la langue maternelle arabe et la langue française d'enseignement.

35	M	أول شـــي الغبار اللي فيه بيروح، يعني الأنف هو عم يلعب دور ال filtre comme un filtre. Il élimine les déchets, élimine les poussières de l'air. بيشيل الأوساخ الموجودة بالهوا، ماشي؟ هذه أول وظيفة. وظيفته الثانية بيخلي الهوا يكون رطب، ما يكون جاف، ويكون عم يتناســب مع الهوا الموجود à l'intérieur des poumons, et le réchauffe بيسخنه *Premièrement, la poussière qu'il contient, c'est à dire que le nez joue le rôle de filtre, comme un filtre. Il élimine les déchets, élimine les poussières de l'air, (puis répète l'explication en arabe), ok ? C'est la première fonction, ok ? Sa deuxième fonction est qu'il humidifie l'air, pour qu'il ne soit plus sec, et qu'il convienne avec l'air présent à l'intérieur des poumons et le réchauffe (répète le mot réchauffe en arabe).*
39	M	فتحات narines بالشـتاء لما يكون الهوا بارد، المفروض هذا الهوا يسـخن، كيف بيسـخن؟ لأن الأنف بيكون سـخن بس يعبر الهوا خلال الأنف بيسـخن، بالصـيف بالعكس، الهوا بيكون كتير سخن والأنف بيكون بارد، لازم يتناسب مع درجة حرارة الجسم، فإذا" هو إلو وظيفة ومن بعد ما بيعدّل درجة الحرارة بشــكل أنو تتناســب مع ال température du corps, بيعمل هون متل ال régulateur thermique الهوا يعبر فتحات الأنف، بيروح متل ما قلنا وبيكمل على ال trachée-artère, ok? طيب في شغلة كتير مهمة هون، شفتوا هون هذه اللي باللون الأزرق؟ إسمها la luette *En hiver, lorsque l'air est froid, il faut que cet air se réchauffe, comment il se réchauffe ? Parce que le nez est chaud, lorsqu'il traverse les narines, il se réchauffe. En été c'est le contraire, l'air est chaud et le nez est froid. Il a donc un rôle, il fonctionne ici comme régulateur thermique, il règle la température de l'air de telle façon qu'elle convienne avec la température du corps, et après que l'air traverse les narines, il va, comme nous avons déjà dit et continue son chemin vers la trachée-artère, ok ?* *Il y a ici une chose très importante, vous voyez ici celle qui est en couleur bleue ? Son nom est la luette.*
41	M	هياها هون عالصورة (En indiquant la figure qui montre la luette). هذه الluette؟ شو وظيفتها إلها وظيفة كتير مهمة، هي اللي بتفصل لي ال appareil respiratoire عن ال appareil digestif. appareil digestif وهون في عندي ال trachée-artère (l'enseignant dessine au tableau pour expliquer) هون عندي œsophage, نحن بالحقيقة، أنا هو عبارة عن باب بيفتح وبيسكر بهذه الطريقة موجود هنا la luette. Luette في بيناتهم هون شي بيفصل بيناتهم إسمه *Ici sur la photo. C'est la luette, quel est son rôle ? Cette luette a un rôle très important, c'est elle qui sépare l'appareil respiratoire de l'appareil digestif, de l'appareil digestif. En réalité, j'ai ici l'œsophage et ici j'ai la trachée-artère (l'enseignant dessine au tableau pour expliquer), entre les deux, il y a une chose qui les sépare, c'est la luette. La luette c'est une porte qui ouvre et se ferme de cette façon.*

Figure 126: L'enseignant de l'école publique a recours au translangage pour dépasser l'obstacle langagier dans le contexte bilingue libanais

Le translangage domine dans le discours de l'enseignant de l'école publique. A titre d'exemple, lorsqu'il explique le rôle du nez, il explique en arabe et en français en même temps. Dans l'extrait présenté (Figure 126), nous avons choisi des tours de parole qui montrent clairement le translangage dans le discours de l'enseignant de l'école publique. Les mots prononcés en langue française par l'enseignant sont ceux qu'il considère comme essentiels pour les apprentissages concernant l'appareil respiratoire. Ils traduisent, dans cet extrait, le rôle des différents organes dans la fonction de la respiration.

La traduction

La traduction est une deuxième pratique adoptée par cet enseignant comme moyen principal du dépassement de l'obstacle langagier dans le contexte bilingue libanais.

Les interactions entre l'enseignant et les élèves ont lieu généralement en langue maternelle arabe, sauf les noms des organes et les concepts scientifiques qui sont en français.

L'extrait suivant a lieu au cours de la première séance du chapitre « l'appareil respiratoire de l'Homme ». L'objectif est d'introduire l'importance de la respiration. La question posée dans le livre scolaire est « *Peux- tu rester dans un temps long dans l'eau sans équipements spéciaux ?* ». La médiation didactique de l'enseignant est principalement basée sur la traduction, mot à mot, de la question (Figure 127). Il traduit littéralement ce qu'il dit en français, et dans la plupart de temps, il parle directement en arabe. Ainsi, pour expliquer la question, il la repose, mais cette fois en arabe (TP 22). Un élève répond en arabe (TP 23), l'enseignant continue la discussion avec l'élève en arabe aussi. Une autre élève interagit en arabe mais en utilisant les noms des organes « poumons et cœur » en français (TP 29), mais elle ajoute des gestes pour s'assurer qu'elle s'est bien exprimée. Donc, face à la médiation didactique de l'enseignant basée sur la traduction arabe, les élèves ont recours à l'utilisation de la langue arabe, au translangage et aux gestes pour s'exprimer. L'enseignant continue selon une médiation didactique conductrice pour guider les élèves à comprendre l'importance de la respiration.

21	E1	**Peux-tu rester dans un temps long dans l'eau sans équipements spéciaux ?** (L'élève lit la question écrite dans le livre scolaire)
22	M	عم يقول هل منقدر نبقى longtemps فترات طويلة dans l'eau sans équipements spéciaux بدون appareils أو عدة ال respiration؟ *On me demande est-ce que nous pouvons rester longtemps, pour de longues durées, dans l'eau sans équipements spéciaux ? Sans appareils ou instruments pour la respiration ?*
23	E	لأ *Non*
24	M	أكيد لا، شو السبب؟ *Bien sûr non, pourquoi ?*
25	E	لأن منختنق ومنموت *Parce que nous serons asphyxiés et nous allons mourir*
26	M	لأن منختنق ومنموت، شو يعني منختنق؟ كيف يعني مثلا" منختنق؟ *Parce que nous serons asphyxiés et nous allons mourir. Que veut dire asphyxiés ? Comment nous serons asphyxiés par exemple ?*
27	E3	معش فينا نتنفس *Nous ne pourrons plus respirer*
28	M	أي، طيب نحن هلق ما تنفسنا، شو صار؟ Ok, maintenant si nous ne respirons pas, que se passe-t-il ?
29	E4	ال poumons معش بيتحركوا وال cœur معش بيصير يعمل نبض(+gestes de battement de cœur) *Le cœur ne bat plus, les poumons ne bougent plus (+gestes de battement de cœur)*
30	M	طيب من الشاطر بدو يقول لي أي appareil respiratoire, أنا اللي بدي اياه، شو صار عندي بس اتنفس؟ الهوا عم يفوت عال gaz نحن مناخذ من الهوا؟ منتنفسو؟ *Je veux voir qu'est-ce qui va se passer quand je respire ? L'air entre dans l'appareil respiratoire. Maintenant qui va me dire quel gaz je prends de l'air ? On le respire ?*
31	E	Dioxyde de carbone
32	M	لا *Non*
33	E	Oxygène
34	M	Dioxygène, bravo. ال dioxygène نحن لما نكون عم نعمل respiration, بال inspiration منكون عم ناخذ oxygène, et on rejette quoi? *Dioxygène, bravo. Lorsque nous respirons, durant l'inspiration, nous prenons de l'oxygène et nous rejetons quoi ?*
35	E	أي مناخذ oxygène ومنطلع Dioxyde de carbone *Oui, nous prenons de l'oxygène et rejetons du dioxyde de carbone.*
36	M	On rejette dioxyde de carbone, carbone, فهذه ال phénomène "نحن ما منقدر نبقى بلاها دقايق، يعني الإنسان مثلا" بيقدر يبقى مثلا ساعات بدون ما يشرب، بس نحن ما منقدر نبقى بضعة sans nourriture, يمكن بيقدر يبقى أيام بلا ما ياكل دقائق من دون ما نتنفس. أكثر حدا يمكن قدر يبقى بلا ما يتنفس تحت الماء ويمكن صار بموسوعة غينيس للأرقام القياسية اللي هو بيبقى 4 دقايق وشي 10 ثواني، بس إلها طريقة و بيعرف كيف بدو يحبس النفس *On rejette dioxyde de carbone, ce phénomène sans lequel nous ne pouvons rester vivants pour quelques minutes. Par exemple l'Homme peur rester des jours sans manger, sans nourriture, il peut rester des heures sans boire, mais nous ne pouvons vivre quelques minutes sans respirer. Le plus grand record enregistré dans le Livre Guinness des records du monde pour un homme qui a pu rester dans l'eau sans respirer c'est 4 minutes et une dizaine de secondes, mais il y a une méthode pour pouvoir rester et cesser de respirer sans mourir*

Figure 127: la traduction littérale domine dans la classe de l'école publique

Dans un autre exemple, il effectue une traduction littérale des phrases issues du manuel scolaire, qu'il a recopiées au tableau avec la signification en arabe (Figure 128). Il demande aux élèves de recopier le sens de chaque mot mais aussi de le retenir en français avec la traduction arabe (Figure 129).

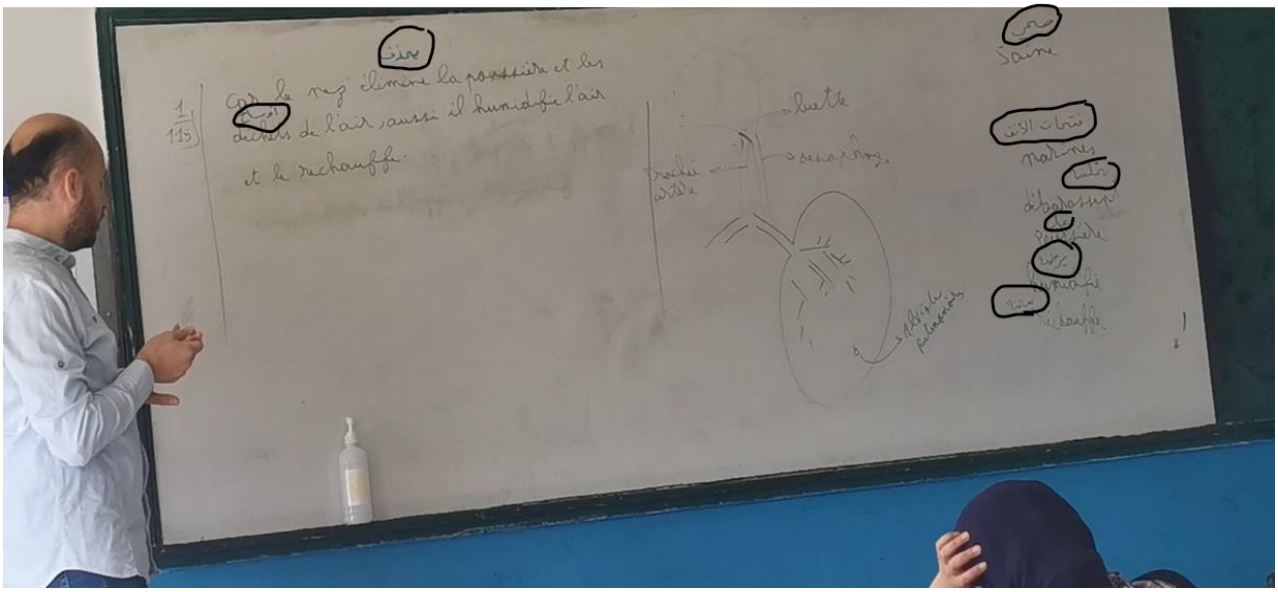


Figure 128: l'enseignant écrit la traduction arabe au tableau

13	M	ع الدفتر اكتبوهم بخط واضح La respiration se fait par deux mouvements : يلا اكتبوهم بخط واضح ➔ L'inspiration : entrée de l'air riche en dioxygène يعني دخول الهواء الغني بالأوكسيجين C'est-à-dire entrée de l'air riche en oxygène ➔ L'expiration : sortie de l'air riche en dioxyde de carbone يعني خروج الهواء الغني بثاني أوكسيد الكربون **فسروا معناتهم** *Recopier au cahier avec une écriture claire* *La respiration se fait par deux mouvements :* *Allez-y écrivez avec une écriture claire* *L'inspiration: entrée de l'air riche en dioxygène. C'est-à-dire entrée de l'air riche en oxygène (en arabe)* *L'expiration : sortie de l'air riche en dioxyde de carbone C'est-à-dire sortie de l'air riche en dioxyde de carbone (en arabe)* ***Traduisez-les***

Figure 129: l'enseignant traduit littéralement ce qu'il écrit et demande aux élèves de copier la traduction

Le deuxième extrait confirme que l'enseignant de l'école publique (PEPu) adopte principalement la traduction littérale pour expliquer, tout en veillant à utiliser les mots scientifiques et les noms des organes en français (Figure 130).

110	E	**Indique le trajet effectué par l'air des alvéoles jusqu'à sa sortie du corps.** (L'élève lit la question, l'enseignant l'aide et lui corrige la lecture)
111	M	ليخرج خارج الجسم alvéoles اللي بيسلكه الهواء لما بيطلع من ال trajetعم قول، بهذا السؤال عم يقول شو ال وأنتهي بالخارج alvéoles pulmonaires يعني بدي بلش من ال يلي رح يقطع فيهم؟ organes شو هني المفروض *On me demande, dans cette question il dit quel est le trajet que traverse l'air lorsqu'il sort des alvéoles à l'extérieur du corps, c'est-à-dire je dois commencer par les alvéoles pulmonaires et terminer à l'extérieur. Quels sont les organes par lesquels il va passer ?*
112	E	شو هني يا أستاذ؟ *Quels sont quoi ? monsieur ?*
113	M	شو المسار اللي بيسلكه الهواء لما بيكون عم يضهر من ال trajet رح أرجع اعيد السؤال، عم قول بدي قول شو ال alvéoles على الخارج? *Je vais répéter la question, je dis que je veux dire le trajet, quel est le trajet suivi par l'air lorsqu'il sort des alvéoles à l'extérieur ?*
114	E	Bronches?
115	M	أول شغلة قبل ال bronches, عندي alvéoles, بعد ال alvéoles مين بيجي؟ *Tout d'abord, avant les bronches, j'ai les alvéoles, après les alvéoles, qui arrive ensuite?*
116	E	Fosses nasales
117	M	قبل عم بحكي قبل، عم بحكي جوا هون بال poumons, آخر آخر شي عندي ال alvéoles ما هيك؟ *Avant, je parle avant, je parle à l'intérieur, ici dans les poumons, enfin à la fin j'ai les alvéoles, n'est-ce pas ?*
118	E	Bronchioles
119	M	Bronchioles, بعد ال bronchioles مين؟ *bronchioles, après les bronchioles, qui ?*
120	E	Les fosses nasales
121	M	لا لا *Non non*
122	E	Les poumons
123	M	أي نحن بقلب ال poumons *Oui, nous sommes dans les poumons*
124	E	Bronches
125	M	Les bronches, bravo, بعدين بيطلعوا لوين؟ *Les bronches, bravo, ensuite ils vont où ?*
126	E	Les fosses nasales
127	E	بيرجعوا بيطلعوا على ال trachée-artère *Ensuite ils montent à la trachée-artère*
128	M	Trachée-artère
129	E	بيرجع fosses nasales *Ensuite les fosses nasales*

Figure 130: la traduction en arabe, sauf les noms des organes restent en français

Dans cet exemple, la tâche est d'indiquer le trajet suivi par l'air lors de sa sortie des alvéoles pulmonaires jusqu'à l'extérieur du corps. L'enseignant traduit d'abord la question en arabe « *On me demande, dans cette question …TP111 »*, les élèves répondent en citant les noms des organes en français (alvéoles pulmonaires, organes, bronches, trachée-artère, fosses nasales). L'enseignant corrige en expliquant en arabe avec utilisation des noms des organes en français. Nous ne considérons pas ce tour de parole comme étant un translangage car les interactions ont lieu en langue arabe sauf les mots scientifiques sont en français, alors que lors du translangage nous observons des discussions qui mélangent les deux langues.

L'enseignant de l'école publique donne une grande importance à la traduction arabe. Plusieurs situations le montrent. Par exemple, après avoir effectué la comparaison des pourcentages de

dioxygène et de dioxyde de carbone dans l'air inspiré et expiré, l'enseignant demande s'il y a besoin de traduire quelque chose en arabe, il n'attend pas la réponse des élèves et traduit directement ce qu'il avait expliqué et leur demande d'écrire la traduction en arabe pour ne plus l'oublier (TP247 : *Non écrivez-le en arabe pour ne plus l'oublier pendant toute la vie*) (Figure 131).

235	M	في شي بدي فسر معناته بالعربي؟ شو يعني pourcentage بالعربي؟ Pour centage (gestes pour découper le mot pourcentage) *Il y a quelque chose que je dois traduire en arabe ? Que veut dire pourcentage ? En arabe ?* *Pour centage (gestes pour découper le mot pourcentage)*
236	E	يعني النتيجة؟ *C'est-à-dire le résultat ?*
237	M	لا مش النتيجة شو يعني cent (cache les parties du mot pourcentage et laisse la partie cent) *Non ce n'est pas le résultat, que veut dire cent ? (l'enseignant cache la moitié du mot pourcentage et laisse la partie cent)*
238	E	XXX
239	M	Cent هو رقم، شو يعني cent *Cent est un nombre, que veut dire cent ?*
240	E	Cent ?
241	M	Cent يعني شو؟ *Cent c'est-à-dire quoi ?*
242	E	مية مية يعني مية واحد؟ *Un ? cent cent c'est-à-dire cent*
243	M	مية و pourcentage يعني النسبة شو؟ *Cent et pourcentage ? c'est-à-dire le rapport quoi ?*
244	E	مية *Cent*
245	M	المئوية *Pourcentage*
246	E	خلص عرفناها *Ok, nous l'avons compris*
247	M	لا اكتبوها بالعربي حتى بحياتك ما تنساها، بس أنا أكيد شايفينها قبل ***Non écrivez-le en arabe pour ne plus l'oublier pendant toute la vie**, mais je suis sûr que vous l'avez déjà vu.*

Figure 131: l'enseignant déchiffre le mot pour expliquer son sens, mais finalement il écrit sa traduction arabe.

Dans une autre séance, l'enseignant demande explicitement aux élèves de ne pas oublier de recopier le sens des mots en arabe « ما تنسوا تكتبوا معنى الكلمات بالعربي *n'oubliez pas d'écrire le sens des mots en arabe* (TP71) ». En revanche, les élèves sollicitent fréquemment l'enseignant, dans diverses situations, afin qu'il procède à la traduction arabe de ce qu'il dit (Figure 132).

87	M	يفصل ال trachée-artère عن ال œsophage. يعني يفصل ال appareil respiratoire عن ال appareil digestif واضح؟ هو فإذا" organe qui sépare l'appareil respiratoire de l'appareil digestif *Elle (la luette) sépare la trachée-artère de l'œsophage. C'est-à-dire elle sépare l'appareil respiratoire de l'appareil digestif, c'est clair ? Donc c'est un organe qui sépare l'appareil respiratoire de l'appareil digestif*
88	E	اكتبها يا أستاذ *Ecris-le monsieur*
89	M	كتبتها قبل شوي *Je l'ai déjà écrit*
90	E	**ترجمها ترجمها** ***Traduis-le, traduis-le***

Figure 132: les élèves demandent à l'enseignant d'écrire la traduction arabe de ce qu'il explique

Les gestes pour stimuler la réflexion des élèves

Dans quelques situations, l'enseignant de l'école publique croise les gestes avec des exemples qui stimulent la réflexion des élèves vers le sens désiré au lieu de traduire directement en arabe. Par exemple, pour expliquer le sens du mot « gonflent », il se base sur les fonds de connaissances des élèves (le fait de gonfler le ballon), mais aussi sur des gestes. Enfin, il écrit le sens en arabe au tableau et invite les élèves à le recopier (Figure 133).

25	M	شو يعني gonflent? *Que veut dire gonflent ?*
26	E	XXX
27	M	"منقول مثلا je gonfle le ballon *par exemple nous disons je gonfle le ballon*
28	E	فقع؟ *il s'est éclaté ?*
29	M	لا (+ gestes pour montrer le gonflement) *Non* (avec des gestes qui montrent le gonflement)
30	S	نافخ *gonflé*
31	M	L'enseignant écrit au tableau le sens en arabe : تنتفخ طيب شو يعني se relâche? *Alors que veut dire se relâche ?*
32	E	يصغر - ينفّس *Sera petit se dégonfle*
33	M	شو يعني؟ Dégonflent بترتخي، هون بالعكس ينفّس se contracte? عكس se relâche? *se relâche, ici c'est le contraire, que veut dire dégonflent ? Dégonfle (en arabe) et se contracte ? C'est le contraire de se relâche ?*

Figure 133: les gestes pour dépasser l'obstacle dû à la langue étrangère

Des pratiques adoptées par les élèves pour dépasser l'obstacle de la langue étrangère

Le recours aux fonds de connaissances langagiers

Parmi les moments particuliers, il y a des cas où les élèves essayent de dépasser l'obstacle de la langue étrangère en mélangeant leurs fonds de connaissances langagiers avec des gestes pour s'exprimer. Par exemple, dans une séance où l'objectif est de montrer la présence du dioxyde de carbone dans l'air expiré, l'enseignant dit que l'eau de chaux devient trouble, il demande aux élèves si quelqu'un connait le sens du mot « trouble ». Un élève se réfère à un mot phonétiquement pareil en arabe (تراب) qui veut dire sable en français, un autre élève pense que c'est (trouve). Ces performances didactiques cognitives manifestées par les élèves poussent l'enseignant à adopter une médiation didactique explicative pour expliquer que l'eau trouble c'est de l'eau non limpide, ou de l'eau boueuse qui contient de la poudre. Ensuite il représente ce qu'il a dit sous la forme d'une équation (Eau de chaux+ dioxyde de carbone → trouble غير صافية) (Figure 134).

54	M	Il devient trouble, شو يعني trouble?	*Que veut dire trouble ?*
55	E1	تراب؟	*Sable ?*
56	E2	Trouve?	
57	M	Trouble يعني معوكر، نحن منقول عنها معوكرة يعني غير صافية (L'enseignant écrit la traduction arabe du mot trouble) فإذا" ال eau de chaux, هذا النوع من الماء بس يوصل له dioxyde de carbone il devient trouble بيصير معوكر، بيبين بقلبو couleur بيصير غير صافي، بيكون رايق، وبس يصير فيه dioxyde de carbone كأنه فيه بودرة *Trouble c'est-à-dire trouble (en arabe). Nous disons trouble donc n'est pas limpide. Donc l'eau de chaux, ce type d'eau, quand il rencontre du dioxyde de carbone, il devient trouble. Il devient non clair, il était clair et quand il rencontre du dioxyde de carbone, il devient trouble, il y apparait une couleur qui ressemble à la poudre* (L'enseignant écrit au tableau : Eau de chaux+ dioxyde de carbone →(devient) trouble غير صافية)	

Figure 134: les élèves essayent de comprendre le sens du mot « trouble » selon leur propre manière.

La mémorisation des réponses prêtes pour pouvoir répondre aux questions

Des élèves ont recours à la mémorisation des réponses prêtes pour pouvoir répondre aux questions de l'enseignant. Par exemple, dans l'extrait suivant, l'enseignant écrit au tableau le rôle de l'appareil respiratoire après l'avoir expliqué. Un élève lui demande s'il faut retenir, par cœur, la question et la réponse (TP 183).

183	E	**أستاذ منحفظ السؤال والجواب؟**	***Monsieur, nous devons retenir par cœur la question et la réponse ?***
184	M	(L'enseignant écrit au tableau : Rôle de l'appareil respiratoire : Assure le dioxygène nécessaire au corps et il permet le rejet de dioxyde de carbone à l'extérieur).	
185	E2	**منكتبها عن غايب؟**	***On la retient par cœur ?***
186	M	لا	*Non*
187	E	أستاذ منكتب السؤال؟	Monsieur, nous écrivons la question ?
188	M	"أي اكتبوا مثلا: Quel est le rôle de l'appareil respiratoire ? *Oui, écrivez par exemple : Quel est le rôle de l'appareil respiratoire ?*	
189	E2	**آه يعني نحن ما منحفظه؟!**	***Ah, donc on ne le retient pas par cœur ?!***

Figure 135: Des élèves mémorisent les questions avec leurs réponses

La question posée par l'élève affirme qu'il a normalement recours à mémoriser ce qui est expliqué pour pouvoir répondre à une question (Figure 135).

2.3.3.2. Cas de la classe observée à l'école privée subventionnée

Le niveau de maîtrise de la langue française adoptée pour enseigner les sciences à l'école privée subventionnée est moyen à faible chez les élèves mais aussi chez l'enseignante. Pour combler cette lacune, l'enseignante adopte des pratiques pour atténuer l'effet de la langue étrangère d'enseignement et faciliter l'acquisition du contenu visé comme le recours au translangage, à la traduction, aux synonymes, aux moyens de représentations variables comme les schémas mais aussi aux gestes. Les élèves, à leur tour, manifestent, selon différentes façons, la difficulté qu'ils rencontrent dans l'interaction en langue française et essayent de se débrouiller en mobilisant leurs

ressources disponibles, en même temps où l'enseignante agit pour les aider à dépasser cet obstacle langagier. Dans ce qui suit, nous explicitons les pratiques généralement utilisées par l'enseignante pour atténuer la difficulté supplémentaire due à la langue étrangère d'enseignement, ensuite nous présentons des moments particuliers où des élèves avouent leur faiblesse en langue d'enseignement et la façon selon laquelle l'enseignante agit pour les aider à dépasser cet obstacle.

Des pratiques langagières pour faciliter l'acquisition du contenu visé

Le translangage

Le translangage est le moyen d'interaction dominant dans cette classe. L'enseignante explique et parle avec les élèves en langue maternelle arabe tout en veillant à utiliser la langue française d'enseignement pour indiquer les concepts scientifiques. Les exemples sont multiples, nous en avons choisi quelques-uns pour montrer comment le translangage domine lors des interactions.

Dans l'exemple suivant, l'objectif est de comprendre le rôle du mucus respiratoire dans la purification de l'air entrant dans les poumons. Les interactions montrent la présence du translangage dans le discours de l'enseignante qui mélange la langue arabe avec la langue française avec prédominance de la langue maternelle arabe (Figure 136).

73	M	بيسخنهم شوي، شوفوا كمان شو رح يعمل. Elle aide aussi à purifier, que veut dire purifier ? شو يعني Purifier ? **شو بيعملوا هول ال mycose** ? (Elle voulait dire le mucus) *Il le réchauffe un peu, regardez aussi qu'est-ce qu'il va faire ? Il aide aussi à purifier, que veut dire purifier ? Que veut-dire purifier ? Que font ces mycoses ?* (Elle voulait dire le mucus)
74	E	بيساعدوني عشان إتنفس؟ *Il m'aide pour respirer*
75	M	شو بيعملوا ليساعدوني؟ *Qu'est-ce qu'il fait pour m'aider?*
76	Z1	عشان معش يصقع؟ *Pour que je n'aie plus froid ?*
77	M	**قلنا chauffer** ***Nous avons déjà dit chauffer***
78	E	لما أعطس؟ *Quand j'éternue ?*
79	M	لما أنا بشيل هول ال mycose؟ شو بيكون فيهم، *Lorsque j'enlève ce mucus, qu'est-ce qu'il contient ?*
80	E1	وسخ *Des déchets*
81	M	**Des déchets أوساخ**
		يعني هو شو عمل؟ *Des déchets, donc qu'est-ce qu'il a fait ?*
82	Z1	نظفهم *Il les a nettoyés*
83	M	لا عم ينظف الهواء اللي فات على جسمي , **لما إتنفس il y a l'air qui entre dans le corps** **معقول الهوا كيف ما كان يفوت؟ كل شي لازم نعمل له purification**, قبل بدنا نصفّيه بدنا ننظفو قبل، أنا عم بشرب ماء بشربها وسخة؟ *Non, il nettoie l'air qui entre dans mon corps. Quand je respire, il y a de l'air qui entre dans le corps. Ce n'est pas logique que l'air puisse entrer, tel qu'il est, il faut le nettoyer, le filtrer, le purifier avant. Si je bois de l'eau, je la bois sale ?*
84	E1	لا *Non*
85	M	كل شي بدو يفوت على جسمي بدو يكون؟ *Tout ce qui entre dans mon corps doit être comment ?*
86	E	نظيف *propre*
87	M	مين بدو يساعدني نظف الهوا؟ *Qui va m'aider pour nettoyer l'air ?*
88	E	Mycose respiratoire

Figure 136 : le translangage domine dans le discours de l'enseignante de l'école privée subventionnée

La traduction

La traduction est présente dans la classe de l'école privée subventionnée mais moins fréquemment que dans le cas de l'école publique. Nous trouvons que l'enseignante traduit les mots en arabe au cours de l'explication sans écrire la traduction arabe au tableau ni demander aux élèves de retenir le sens arabe de chaque mot comme déjà vu dans le cas de l'école publique. Ceci n'empêche pas les élèves de demander la traduction arabe. Par exemple, dans l'extrait suivant, une élève demande le sens du mot diazote en arabe, l'enseignante lui répond, par une médiation explicative, que c'est le diazote aussi, pareillement à l'Oxygène qui est aussi Oxygène en arabe et puis lui demande d'utiliser la langue française parce que « *nous apprenons en français pas en arabe* » (TP 76) (Figure 137).

68	E	Madame؟شو إسمو بالعربي	*Madame, quel est son nom en arabe ?*
69	M	Diazote إسمه	*Son nom est Diazote*
70	E1	قصدها بالعربي، شو إسمه بالعربي؟	*Elle veut dire en arabe, quel est son nom en arabe ?*
71	M	متل الأوكسيجين أوكسيجين، ال diazote diazote	
		Comme l'Oxygène qui est aussi Oxygène en arabe, de même, le diazote est aussi diazote	
72	E	آه ، ما إلو إسم بالعربي ؟	*Ah, il n'a pas de nom en arabe ?*
73	E1	هذا ال diazote شو إسمه بالعربي؟	*C'est le diazote, quel est son nom en arabe ?*
74	M	diazote قلتلك إسمه	*Je t'ai dit diazote*
75	E1	آه يعني بالعربي هيك بيضل؟	*Ah, donc il reste le même en arabe ?*
76	M	إسمه بالعربي آزوت، نحن ما درسناهم يا علي بالعربي، درسناهم بالفرنسي	
		Son nom en arabe est diazote. Nous ne l'avons pas appris en arabe, nous l'avons appris en français.	

Figure 137: des moments où les élèves demandent la traduction arabe des mots

Des figures, des dessins et des schémas

A côté du translangage, l'enseignante de l'école privée subventionnée veille à utiliser la langue française pour nommer les organes sans les traduire en arabe. Elle montre des figures et des dessins aux élèves pour qu'ils comprennent ce qu'elle veut dire par le nom de chaque organe. Toutefois, les discussions ont toujours lieu en langue maternelle arabe (Figure 138).

122	M	هول الPoumons وهذه ال trachée, تطلعوا على الصورة اللي عندي اياها, أول شي كانت واحدة، هلق بدها تبلش تنقسم *Ces sont les poumons et c'est la trachée. Regardez la photo que j'ai ici. Tout d'abord c'était une seulement, ensuite elle commence à se diviser*
123	E	لاثنين *En deux*
124	M	شفناهم؟ شغنا كيف في 2 فايتين عليها ال poumon? هول اللي فايتين عليها منسميهم bronches *Vous voyez ? Nous avons vu comment il y a deux qui entrent à l'intérieur du poumon ? Ces deux qui entrent on les appelle bronches.*
132	M	أخذ مطرح صغير وقعد فيها، حدها مش بقلبهاال cœur *Le cœur a pris une petite place et s'y installe, à côté non pas à l'intérieur*
133	Z2	هون ال poumons cœur وهون ال *Ici les poumons et ici le cœur*
134	M	Cœur ici (gestes)
155	M	عم يتفرعوا ويصغروا أكتر لأوصل ل sac alvéolaire هذا ال Sac alvéolaire واضح عندكم بالصورة شو يعني sac؟ *Ils se ramifient et deviennent de plus en plus petites jusqu'à arriver au sac alvéolaire. Ce sac alvéolaire est-il clair pour vous dans la photo ? Que veut dire sac ?*
156	E	جزدين *Un sac (en arabe)*
157	M	هذا الجزدين شو حامل؟ Alvéoles, Sac alvéoles كل alvéole؟هي هذه الدائرة الصغيرة، شايفينها *Ce sac qu'est-ce qu'il porte ? Alvéoles, Sac alvéoles. Chaque alvéole est ce petit cercle, vous les voyez ?*

Figure 138: le français pour nommer les organes et l'arabe pour les discussions

Le schéma est un autre moyen que l'enseignante mélange avec le translangage pour expliquer une nouvelle idée. Par exemple, pour expliquer que le système respiratoire fait entrer le dioxygène et ressortir le dioxyde de carbone, l'enseignante trace un schéma (Figure 139) : elle lit sur le livre chaque phrase et la représente sur le schéma sous la forme des flèches. Pour dire que le système respiratoire fait entrer le dioxygène, elle trace une flèche entrante de O_2 au mot entouré « respir » (qui représente le système respiratoire) et une flèche sortante du mot « respirer» vers le mot CO_2 donc dioxyde de carbone. Il est important de signaler que les élèves de la classe observée (élèves entre 10 et 11 ans) n'ont pas encore appris la représentation symbolique des atomes, ce qui pose la question autour de l'efficacité de cette représentation symbolique (dioxygène en O_2 et dioxyde de carbone en CO_2) et si elle constitue un moyen pour résoudre le problème de la langue étrangère ou si elle pose un problème supplémentaire.

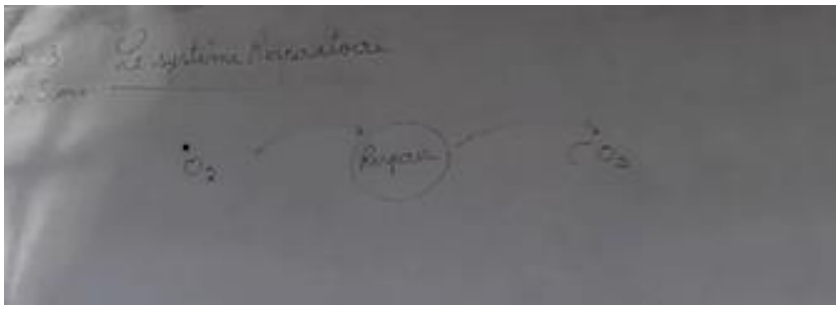


Figure 139: représentation du rôle du système respiratoire sous forme d'un schéma

Lors de l'explication, et malgré que le manuel scolaire présente des schémas, des figures et des dessins, l'enseignante trace d'autres schémas sur le tableau (Figure 140) et demande aux élèves de recopier ces schémas annotés sur leurs cahiers en leur disant que c'est important pour bien comprendre et pour devenir plus familier avec le contenu enseigné.



Figure 140: l'enseignante trace le schéma annoté de l'appareil respiratoire et les élèves le recopient

Des gestes

L'enseignante de l'école privée subventionnée utilise beaucoup de gestes pour faciliter la compréhension du contenu par les élèves. Nous avons choisi l'exemple des gestes de l'enseignante lorsqu'elle explique ce qui se passe au cours de l'inspiration (Figure 141 ; Figure 142 ; Figure 143 ; Figure 144).

Dans ces figures, l'enseignante explique les quatre caractéristiques de l'inspiration : 1) l'air entre dans le corps (Figure 141), 2) le volume de la cage thoracique augmente (Figure 142), 3) les poumons gonflent (Figure 143) et 4) le diaphragme se soulève (Figure 144).





Figure 141: Durant l'inspiration, l'air entre dans le corps

Figure 142: le volume de la cage thoracique augmente



Figure 143: Durant l'inspiration, les poumons gonflent

Figure 144: Durant l'inspiration, le diaphragme se soulève

Des synonymes et des mots de la même famille

L'enseignante aide les élèves à apprendre en utilisant des synonymes ou des mots de la même famille. Elle explique que le préfixe « in » signifie à l'intérieur comme inspiration, inhalation, et le préfixe « ex » signifie à l'extérieur comme expiration avec des gestes pour que les élèves n'oublient plus ce qu'elle dit (Figure 145).

99	E1	Le processus de respiration est appelé inhalation
100	M	Inhalation
101	E1	Faux
102	M	كل شي عم قول inspiration, inspiration يعني عم يفوت أو عم يضهر؟ يعني ضاهر ex , يعني فايت in كل شي ال Respiration هي inhalation, أنا عم فوت شي ع جسمي أو لا؟ *Tout ce que je dis inspiration, inspiration, c'est à dire il entre ou bien il sort ?* ***Tout ce qui commence par « in » veut dire entrant, Ex c'est-à-dire sortant.*** *La respiration est une inhalation, c'est-à-dire je fais entrer dans mon corps ou non ?*

Figure 145: Des préfixes pour faciliter la compréhension

Des moments particuliers en relation avec le contexte bilingue

Après avoir présenté les pratiques adoptées par l'enseignante de l'école privée subventionnée pour dépasser l'obstacle imposé par l'utilisation de la langue française pour enseigner les sciences, nous présentons des moments particuliers où les performances didactiques des élèves reflètent des difficultés rencontrées en relation avec la langue d'enseignement. De plus, nous analysons la façon selon laquelle ces performances didactiques induisent, chez l'enseignante, une médiation didactique visant à dépasser ces difficultés. Avant d'analyser ces moments particuliers, nous présentons un petit exemple où les élèves bilingues ont acquis le contenu scientifique mais n'arrivent pas à bien s'exprimer. Dans cet extrait, les élèves travaillent en binômes, la tâche est de comparer les quantités de dioxygène et de dioxyde de carbone dans l'air inspiré et expiré dans le but de savoir ce qui se passe pour l'air au niveau des poumons. Parmi les moments particuliers en

relation avec la langue française d'enseignement, une élève demande à son binôme le sens du mot "أكثر" (elle veut dire plus grand), celle-ci répond que c'est « *développement* ». Les deux écrivent la réponse « *le dioxygène était très grand développement puis le dioxyde de carbone petit un peu*». Cette phrase montre qu'elles ont compris et qu'elles essayent d'expliquer mais la phrase qu'elles ont écrite n'est que peu compréhensible.

Une médiation didactique conductrice en réponse à l'aveu d'une élève de sa faiblesse en langue française

Lors d'une séance observée, la tâche est de faire une synthèse de la comparaison entre l'inspiration et l'expiration. Une élève admet explicitement sa faiblesse en langue française et qu'elle se confond entre les noms en français (performance didactique sociale et cognitive) (Figure 146).

80	M	Qui va répéter la comparaison entre l'inspiration et l'expiration ? مين بدو يعيد لي اياهم؟ كيف قارننا بين Inspiration et expiration ? *Qui veut les répéter ? Comment nous avons comparé entre inspiration et expiration ?*
81	E	**أول شي ... بغلّط بالأسماء بالفرنسي** ***Tout d'abord … je me trompe entre les noms en français***
82	M	Inspiration (+ geste d'inhalation de l'air)
83	E	بيفوت الهوا *L'air entre*
84	M	L'air entre dans le corps
85	E	بيفوت الهوا، وبعد ما يفوت بيفوت على جسمنا *L'air entre, et après qu'il entre, il entre dans notre corps ?*
86	M	لوين؟ *Où ?*
87	E	على ال poumons *Aux poumons*
88	M	شو صار فيهم؟ *Qu'est-ce qui leur passe ?*
89	E	بينفخوا *Ils se gonflent*
90	M	Les poumons
91	E	بينفخوا *Ils se gonflent*
92	M	Gonflent
93	E	**بيطلع اللي هون (l'élève signale son diaphragme)** ***Celui-ci monte (l'élève signale son diaphragme)***
94	M	مين؟ *Qui ?* Diaphragme se lève (+ gestes)
95	E	بعدين بيطلعوا هيك *Ensuite ils sortent comme ça (l'élève voulait dire que l'air sort de la bouche)*
96	M	بعد ما خلصنا، قبل شو في؟ شو صار بال cage thoracique? *Nous n'avons pas encore terminé, avant qu'est-ce qu'il y a ? Qu'est-ce qui se passe pour la cage thoracique ?*
97	E	نفخت *Elle se gonfle*
98	M	نفخت، زاد حجمها للقفص الصدري . طيب هول 4 أشيا بال inspiration, اعطيني عكسهم بال expiration *Elle se gonfle, le volume de la cage thoracique augmente. Donc ce sont 4 choses dans l'inspiration. Quel est leur contraire dans l'expiration ?*
99	E	بيطلعوا؟ *Ils montent ?*
100	M	مين طلع؟ *Qui monte ?*
101	E	الهوا *L'air*
102	M	**L'air ssss sort du corps**
103	E	La cage thoracique est نفّس *La cage thoracique est dégonflée*
104	M	Les poumons se dégonflent (l'élève fait des gestes pour dire se dégonfle).Poumons نفّست ال Diaphragme شو صار فيها؟ *Les poumons se dégonflent, que se passe-t-il pour le diaphragme ?*

Figure 146: une médiation didactique conductrice pour aider une élève à dépasser sa faiblesse en langue française.

Lorsque l'enseignante entend que l'élève trouve une difficulté à distinguer entre l'inspiration et l'expiration due à la langue française d'enseignement, elle répète l'explication et réagit selon une **médiation didactique conductrice** en découpant la question en étapes : elle lui demande d'abord de définir l'inspiration **en l'aidant avec des gestes** et en posant des questions successives (L'air entre où ? (TP86) ; Que se passe-t-il pour les poumons ? (TP88) ; Que se passe-t-il pour la cage thoracique ? (TP96)…), comme si elle met les mots dans la bouche de l'élève (l'air sss sort (TP 102)). A son tour, l'élève a recours aux gestes (*Celui-ci monte* (TP93) pour montrer le diaphragme ; *ensuite ils sortent comme ça* (TP95) pour dire que l'air sort de la bouche). Dans cet extrait, l'élève s'exprime uniquement en langue maternelle arabe avec des gestes et enfin elle rappelle l'enseignante qu'elle connaissait la réponse dès le début mais qu'elle se trompe entre les noms en français (TP147 Madame أنا عارفتهم بس بالفرنسي عم ضيع بأسمائهم. *Moi je connais les noms mais je suis trompée en français*). L'enseignante lui répond qu'il faut s'habituer à utiliser la langue française pour ne plus confondre entre les mots en français (Annexe 6, page 143).

Des moments particuliers où l'enseignante combine les gestes au translangage

Pour dépasser la difficulté manifestée par les élèves, due à la langue française d'enseignement dans un contexte bilingue, l'enseignante combine l'utilisation des gestes au translangage. Par exemple, dans une séance des exercices où la tâche est d'indiquer, pour chacune des expressions, si elle correspond à l'inspiration ou à l'expiration, la phrase est « le volume de la cage thoracique diminue » et une élève répond que c'est l'inspiration (performance didactique cognitive). Les autres élèves ne répondent pas (performance de silence).

141	E1	**Le volume de la cage thoracique diminue.**
142	Z2	آه بدك تحطي إذا Inspiration ou expiration؟ *Ah tu dois dire si c'est inspiration ou expiration ?*
143	M	بدي أكتب إذا هذه بتصير بال Inspirationأو بال expiration. Le volume de la cage thoracique diminue *Je dois écrire si ça se passe au cours de l'inspiration ou de l'expiration.* *Le volume de la cage thoracique diminue*
144	E	Expiration
145	M	شو عم يقول لي هو؟ volume de la cage thoracique **diminue** (+ gestes) *Qu'est-ce qu'il me dit ?Le volume de la cage thoracique **diminue** (+ gestes)*
146	E1	القفص الصدري؟ [Inspiration] *La cage thoracique ? Inspiration ?*
147	E	[inspiration يا miss] *C'est l'inspiration ,Madame*
148	M	عم يقول volume لل cage thoracique diminue, que veut dire diminue ? (+ des gestes pour montrer le sens de diminue) *Il me dit le volume de la cage thoracique diminue, que veut dire diminue ? (+ des gestes pour montrer le sens de diminue)*
149	E1	نفس؟ ارتخى؟ *Se dégonfle ? se relâche ?*
150	M	بيرخي، بيضعف *Se relâche, se maigrit*
151	E1	Expiration

Figure 147: les gestes pour dépasser la difficulté de la langue étrangère selon une médiation explicative et conductrice

L'enseignante répète la question en mélangeant une médiation didactique explicative et conductrice et en faisant des gestes de la main pour montrer le sens de « diminue ». Elle pointe sa cage thoracique et fait des gestes d'inspiration et d'expiration pour montrer comment le volume varie selon chaque mouvement. Elle continue à répéter la question en faisant des gestes (médiation conductrice) jusqu'à ce qu'un élève prononce la réponse attendue « l'expiration » (Figure 147).

Un autre exemple, au début de la dernière séance observée, l'enseignante fait, avec les élèves, une révision de ce qui est déjà appris (le rôle du système respiratoire, les mouvements respiratoires, ce qui se passe durant l'inspiration et l'expiration, etc.). Lorsqu'ils arrivent au diaphragme (ce qui se passe pour le diaphragme au cours de l'inspiration), aucun élève ne donne de réponse correcte (performance didactique cognitive), l'enseignante adopte alors une médiation didactique mémorielle et mélange le translangage avec les gestes pour expliquer aux élèves que lorsque les poumons gonflent (avec des gestes), ils appuient sur le diaphragme qui s'abaisse (Figure 148).

20	M	Diaphragme
21	E	<…>
22	M	Diaphragme؟؟ لما نفخوا ال poumons, بيكبسوا عال diaphragme, بينزل . S'a… s'abaisse *Diaphragme ? Lorsque les poumons se gonflent, ils appuient sur le diaphragme qui descend. S'a…. s'abaisse*
23	E+M	S'abaisse

Figure 148: une médiation mémorielle et conductrice basée sur la combinaison des gestes avec la translangue

Dans un troisième exemple l'enseignante pose la question selon une médiation didactique mémorielle « *qu'est-ce qui se passe au cours de l'expiration* ? ». Un élève confond l'inspiration et l'expiration et n'arrive pas à répondre (performance de silence). L'enseignante adopte une médiation didactique explicative en mélangeant le translangue avec les gestes (Figure 149).

24	M	Expiration Ali, شو بيصير بال expiration ؟ هيك inspiration, هذه expiration (+gestes pour montrer les 2 mouvements respiratoires) شو صار بجسمي بال expiration؟ أول شغلة أنا شو عملت؟ *Expiration Ali, qu'est-ce qui se passe au cours de l'expiration ?* *Comme ça inspiration et comme ça expiration (+gestes pour montrer les 2 mouvements respiratoires)* *Qu'est-ce qui se passe pour mon corps lors de l'expiration ?Tout d'abord qu'est-ce que je fais ?*
25	Ali	آه، قصدك ضهرت هوا؟ *Ah, tu voulais dire je fais sortir de l'air ?*

Figure 149: une médiation explicative basée sur la combinaison des gestes avec la translangue

Des moments où la tournure des phrases influence sur la compréhension les élèves

Des moments particuliers montrent que la tournure des phrases pourrait influencer sur la compréhension des élèves, ce qui se reflète sur leurs réponses aux questions. Par exemple, dans un exercice où la tâche est de répondre si c'est bon ou mauvais pour l'appareil respiratoire, la première phrase est « ne pas pratiquer du sport ». Les élèves répondent TP 153 « *Si, je dois pratiquer du sport* » ce qui montre qu'ils n'ont pas bien compris la consigne (performance didactique cognitive). L'enseignante adopte alors une médiation didactique explicative, en utilisant la langue maternelle arabe, et précise aux élèves qu'il ne s'agit pas de dire si c'est vrai ou faux mais il faut dire si c'est bon ou mauvais pour l'appareil respiratoire. La présence d'une négation dans la phrase entrave la capacité des élèves à produire une réponse correcte en français, mais lorsque l'enseignante traduit la phrase en arabe, ils réussissent à répondre correctement (que c'est mauvais de ne pas pratiquer du sport). De même, pour la deuxième phrase « éviter de fumer », la négation implicite dans le verbe éviter rend la réponse complexe.

149	M	e) Bon ou mauvais pour l'appareil respiratoire : Activité أنا عم بعمل سيء bon ou mauvais عم بعمل شي، وبدكم تقولولي إذا منيح Ne pas pratiquer du sport *e) Bon ou mauvais pour l'appareil respiratoire :Je fais une activité. Je fais quelque chose et vous devez me dire si c'est bon ou mauvais. Ne pas pratiquer du sport*
150	E1	ما بعمل رياضة *Je ne fais pas du sport*
151	M	ما بعمل رياضة *Je ne fais pas du sport*
152	E	بلى يا miss بلى *Si madame, si*
153	Z1	بلى لازم إعمل رياضة *Si je dois pratiquer du sport*
154	M	مش عم بسأل إذا vrai ou fauxسيء بدكن تقولوا إذا هذا الشي جيد أو Bon ou mauvais *Je ne demande pas vrai ou faux. Vous devez dire si cette chose est bonne ou mauvaise* *Bon ou mauvais*
155	E	سيء *Mauvais*
156	M	Mauvais. عم قول لك أنا بس رياضة، أعمل لازم لي بلى تقول عم أنت علي Ne pas pratiquer du sport أنا ما بمارس الرياضة، يعني هذا Bon ou mauvais؟إلي أنا. Mauvais *Ali tu me dis si, je dois pratiquer du sport, mais je te dis «Ne pas pratiquer du sport » (traduction en arabe), c'est bon ou mauvais ? Pour moi ?*
157	E	Mauvais
158	M	Mauvais أول واحدة *La première réponse est mauvais* - Eviter de fumer. Eviter de fumer ? Eviter de fumer
159	E	ما آكل؟ *Ne pas manger ?*
160	M	Fumer, que veut dire fumer (+gestes)
161	E	شفط؟ *Aspirer ?*
162	E1	دخّن، دخّن *Fumer, fumer*
163	M	دخّن، éviter ما بدخّن *Fumer, éviter de fumer*
164	E	Bon
165	M	ما بدخّنéviterمش دخّن، مش عم قول دخّن، عم قول *Je ne dis pas fumer, je dis éviter de fumer*

Figure 150: des moments où les élèves répondent correctement à la question sauf si elle est traduite en arabe

2.3.3.3. Cas de la classe observée à l'école privée

Le niveau de maîtrise de la langue française adoptée pour enseigner les sciences à l'école privée est élevé que ça soit pour l'enseignante ou pour les élèves, en témoigne l'utilisation presque exclusive de la langue française au cours de l'explication et lors des interactions langagières en classe. Dans cette classe, il s'agit d'un contexte bilingue particulier car la langue française est conçue comme une langue secondaire à statut privilégié tant pour l'enseignante que pour les élèves et leurs parents. Conformément à la politique éducative de l'école privée qui impose la langue française pour l'enseignement des sciences et des mathématiques, l'enseignante demande aux élèves d'interagir exclusivement en français. En effet, pendant toutes les séances observées à l'école privée (au nombre de 7 séances) et plus particulièrement pendant les 5 séances concernant l'appareil respiratoire, nous n'avons remarqué aucun moment où l'enseignante utilise la langue maternelle arabe. Quant aux élèves, quelques-uns adoptent exclusivement la langue française pour s'exprimer ou pour répondre aux questions, d'autres ont recours au translangage pour poser des questions ou pour interagir. Dans ce qui suit, nous présentons d'abord les pratiques adoptées par l'enseignante de l'école privée pour aider les élèves à comprendre le contenu scientifique en langue française. Ensuite, nous nous intéressons aux moments particuliers où les performances didactiques des élèves mobilisent la médiation didactique de l'enseignante pour faciliter la communication en langue française.

Des pratiques adoptées par l'enseignante pour aider les élèves à comprendre en français

Des synonymes pour les mots non familiers

L'enseignante de l'école privée utilise beaucoup de synonymes dans son discours, surtout pour expliquer des mots non familiers pour les élèves. Elle reformule ses phrases et remplace les mots par leurs synonymes pour atténuer la difficulté due à la langue étrangère d'enseignement. Par exemple, dans le but de proposer un moyen pour protéger l'appareil respiratoire elle dit que la seule solution est de ne plus brûler les ordures, il faut les recycler. Elle remarque que les élèves ne comprennent pas le sens du mot recycler (performance de silence), pour cela elle pose une question et y répond directement en donnant des synonymes : « *Que veut dire recycler ? de les séparer, de faire un triage, de séparer les restes des aliments à part, plastique à part, les bouteilles à part et de les envoyer à des usines pour les recycler. De cette façon on peut diminuer ces ordures-là et on diminue la pollution* ».

Ainsi, à chaque fois qu'elle prononce un mot qui lui parait difficile ou non familier pour les élèves, elle donne des synonymes « des passoires= des filtres= elles vont filtrer le sang des gaz toxiques ; les poumons sont capables d'épurer = de filtrer le sang= c'est-à-dire de le débarrasser des gaz toxiques ; s'accélérer= augmenter ; on se débarrasse ou bien on rejette de la vapeur d'eau quand on expire ; le dioxyde de carbone qu'on a expiré= qu'on a rejeté ; sous forme de tubes = des canaux= des pailles ; se diviser = se ramifier ; plus limpide= plus transparent, etc.). Elle écrit les mots avec leurs synonymes en français au tableau et laisse aux élèves le choix de les recopier.

Des définitions pour clarifier les nouveaux concepts

Parmi les pratiques utilisées par l'enseignante pour faciliter l'acquisition de nouveaux concepts, elle donne des définitions pour expliquer aux élèves, en mots qui leur sont familiers, de nouvelles informations. Exemple, elle définit l'eau de chaux comme étant : « *L'eau de chaux c'est quoi ? chaux c'est une substance sous forme de poudre blanche qu'on dissout dans l'eau. Quand on la dissout dans l'eau, elle devient comme ça transparente. En soufflant, au contact de dioxyde de carbone, l'eau de chaux va se troubler, c'est-à-dire elle devient de couleur blanche, c'est un indicateur, ce qui permet d'identifier que le gaz rejeté durant l'expiration c'est quoi ? C'est le dioxyde de carbone* ».

Pour expliquer le terme limpide, l'enseignante double la définition avec un moyen d'aide didactique matériel : elle montre aux élèves une bouteille d'eau en disant « *elle est comme ça, transparente, transparente ou bien je peux utiliser le terme limpide, limpide, si vous voyez le terme limpide, c'est la même chose que transparente, vous n'arrivez à rien voir dans l'eau, elle est transparente, d'accord ? On dit qu'elle est limpide comme la bouteille d'eau ou bien la gourde que vous avez* » (Figure 151).



Figure 151: l'enseignante montre la bouteille d'eau aux élèves pour expliquer le sens du mot limpide

Des mots de la même famille

L'utilisation des mots de la même famille est une autre pratique qui rapproche l'idée expliquée. Lorsqu'un élève pose la question « *c'est quoi vocal ?* » (Performance didactique cognitive), au lieu de traduire le mot en arabe ou d'utiliser des gestes, l'enseignante demande, selon une médiation didactique explicative, à l'élève de déchiffrer le mot pour le renvoyer au mot de la même famille « voix » (Figure 152).

145	E	Madame, c'est quoi vocal ?
146	M	Dans la voix Cordes vocales Tu sais qu'est-ce que ça veut dire cordes ? Cordes vocales ce sont liées à la voix, à l'écoute, quand on parle, quand on chante.

Figure 152: une médiation explicative basée sur l'utilisation des mots de la même famille

Des moyens d'aide didactique pour faciliter la communication en langue française

L'obligation d'utiliser la langue française d'enseignement n'exclut pas la présence des moments où les élèves ont recours au translangage. Toutefois, l'enseignante répond toujours en français, reformule les phrases et utilise beaucoup de synonymes ou d'exemples pour rapprocher l'idée aux élèves en veillant à utiliser exclusivement la langue française sans aucune trace de langue maternelle arabe dans son discours.

La vidéo

L'épisode ci-après montre un moment particulier où un élève mélange la langue arabe avec la langue française pour exprimer son objection à ce que l'enseignante explique : le fait que le poumon gauche bilobé est plus petit que le poumon droit trilobé. Bien que le poumon gauche soit bilobé, il affirme à tort qu'il a un lobe plus grand qui équivaut à deux lobes et donc récompense la différence en nombre de lobes. Donc selon lui, les deux poumons ont presque le même volume (performance cognitive et sociale). L'enseignante répond simplement qu'il est bilobé donc formé des deux parties. Cette réponse montre qu'elle n'a pas bien compris l'objection de l'élève. Celui-ci continue que c'est plus maigre, pour dire que le nombre de lobes est récompensé par la maigreur du poumon et que les lobes n'ont pas tous le même volume. Donc même si un poumon a un nombre de lobes plus grand, ceci n'implique pas nécessairement qu'il soit de volume plus grand (performance cognitive et sociale). L'enseignante adopte une médiation didactique explicative et lui répond en langue française. Elle revient à la vidéo (Figure 153) pour montrer que le poumon droit est plus grand que le poumon gauche parce que le cœur est penché à gauche, le poumon gauche est donc creusé pour laisser de la place pour le cœur (Figure 154).



Figure 153: L'enseignante rejoue la vidéo pour convaincre l'élève que le poumon droit est plus grand que le poumon gauche

182	E	Madame, بس le gauche a un lobe, il est 2 يعني قد *Madame, mais le gauche a un lobe équivalent à deux*
183	M	Il est bilobé, formé des 2 parties
184	E	هو كمان أضعف؟ *Il est aussi plus mince*
185	M	Non, mais remarquez comment il est penché, mais le poumon gauche il est creusé comme ça, car c'est du côté gauche où est penché le cœur, remarquez, ok ?

Figure 154 : une médiation explicative pour convaincre l'élève que le poumon droit est plus grand que le poumon gauche

D'ailleurs, elle donne aux élèves des conseils pour les aider à acquérir la langue française parallèlement aux sciences. Ainsi, lorsqu'elle pose une question et qu'un élève répond par un seul mot ou par une phrase courte, elle lui demande de répondre par une phrase complète pour « *renforcer sa langue française* » (Figure 156). D'autre part, lorsqu'un élève parle en arabe, elle lui demande explicitement de parler uniquement en français car elle n'explique pas en arabe (Figure 155).

84	E	Madame, هول اللي شفناهم موصولين عال poumons؟ هول هني *Madame, ce que nous avons vu qui sont reliés aux poumons, c'est dont on parle ?*
85	M	Oui, on parle en français, ok ? Moi je n'explique pas en arabe.

Figure 155: L'enseignante demande aux élèves de parler uniquement en français

264	M	Qu'est-ce qui se trouve entre les deux poumons ? Tu as la réponse ?
265	E	Le cœur ?
266	M	Le cœur se trouve entre les deux poumons, **toujours on répond par une phrase complète, ça vous aide en français, d'accord** ?

Figure 156: l'enseignante conseille les élèves de répondre en une phrase complète pour renforcer leur langue française

Des pratiques adoptées par les élèves pour pouvoir s'exprimer en français

Dans le cadre de son insistance à utiliser la langue française lors des interactions en classe et de pousser les élèves à interagir en français, l'enseignante de l'école privée fait semblant de ne pas comprendre la langue arabe. Dans un moment particulier où l'enseignante voulait expliquer que le tour de poitrine d'un enfant lors de l'inspiration est plus grand que celui lors de l'expiration, un élève pose la question si l'enfant le plus gros a une mesure plus grande en adoptant le translangage (TP.91) (performance didactique cognitive). L'enseignante répond qu'elle n'a pas compris pour lui rappeler qu'il faut parler en français. Toutefois il continue à s'exprimer en arabe mais il se met debout et utilise des gestes en montrant un grand effort pour expliquer ce qu'il voulait dire (performance cognitive et sociale). L'enseignante répond selon une médiation explicative pour lui expliquer que chaque élève a un tour de poitrine différent de l'autre et ce qui importe ici est le changement dans la mesure du tour de poitrine de chaque élève (Figure 157).

91	E	Madame, الناصحa une mesure plus grande ? *Madame, la personne la plus grosse a une mesure plus grande ?*
92	M	**Je n'ai pas compris**
93	E	يعني انت وقت اللي بتحطي ال ruban, الناصح هو وعم يتنفس *C'est-à-dire lorsque tu mets le mètre-ruban, la personne qui est grosse, lorsqu'elle respire*
94	M	Il y a une différence, c'est pas seulement plus gros ou bien plus mince ou bien moins mince, plus maigre, d'accord ? Non, chaque élève a un tour de poitrine différent de l'autre. D'accord ? Ça peut jouer un rôle, oui, mais il y a un changement, vous n'avez pas tous la même valeur qu'un enfant, d'accord ? Peut-être oui, certains ont, peut être non, plus petit, plus grand ça dépend. D'accord ? <…>

Figure 157: les élèves utilisent des gestes pour s'exprimer

2.4.Des moments particuliers présentant des situations de modélisation

Nous avons présenté la médiation didactique de l'enseignant comme action stimulée par les performances didactiques des élèves. Nous avons observé cette médiation en tant que processus de double objectivation en centrant l'analyse sur la façon dont l'enseignant reçoit les performances didactiques des élèves et y répond, en focalisant sur trois modalités d'intervention: soit en se référant aux fonds de connaissances des élèves, soit par l'utilisation des moyens d'aide didactique ou en adoptant des pratiques qui aident les élèves et l'enseignant à dépasser l'obstacle imposé par la langue étrangère d'enseignement. Nous avons considéré les situations où les performances didactiques des élèves mobilisent la médiation didactique de l'enseignant en tant que moments particuliers. Dans ce qui suit, nous allons observer les moments particuliers sous le prisme de la modélisation. Nous cherchons dans quelle mesure ces moments particuliers constituent des situations de modélisation où l'enseignant guide les élèves entre référent empirique et modèle scientifique. Selon Martinand (1986), un référent empirique peut être un objet concret, une observation, un phénomène ou une situation liée au concret, à l'observable, aux expériences. Il englobe des supports matériels ou des phénomènes que l'élève peut observer, expérimenter ou manipuler pour introduire un contenu scientifique. Il peut aussi s'agir d'un récit, d'une image mentale ou d'une pratique quotidienne. Un référent empirique doit être accessible et significatif pour l'élève et lui permettre d'établir un pont vers le contenu scientifique. Un modèle scientifique au sens de Martinand (1986) est une construction intellectuelle qui permet de représenter, d'expliquer ou de penser un phénomène pour lui donner une explication fonctionnelle. C'est une représentation théorique liée aux concepts, aux lois ou à des modèles abstraits pour faciliter l'appropriation de notions complexes. Dans une situation de modélisation, la médiation didactique de l'enseignant consiste à guider les élèves entre un référent empirique et un modèle scientifique (Martinand, 1986) (Figure 158).

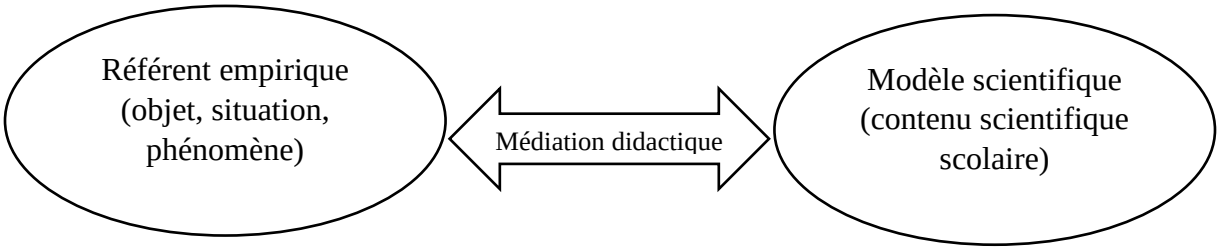


Figure 158: la médiation didactique de l'enseignant guide l'élève entre un référent empirique et un modèle scientifique

Pour rester dans la même logique d'analyse, nous revenons sur les moments particuliers déjà identifiés, où la médiation didactique de l'enseignant est stimulée par les performances didactiques des élèves. Dans un premier temps, nous identifions les moments où une modélisation est mise en jeu. Ensuite nous distinguons trois types de situations de modélisation : des situations de modélisation où la médiation didactique de l'enseignant mobilise des fonds de connaissances des élèves, d'autres situations où la médiation didactique de l'enseignant est basée sur l'utilisation des moyens d'aide didactique et des situations où la médiation en jeu fait appel à des pratiques pour dépasser l'obstacle de la langue étrangère d'enseignement dans le contexte bilingue libanais. A chaque fois, nous observons comment la médiation en jeu participe à élaborer une modélisation. Nous focalisons en particulier la pratique de chaque enseignant en cherchant en quoi l'action de l'enseignant traduit les caractéristiques d'un processus de modélisation : comment il identifie le référent empirique ? Comment il définit le modèle construit ? Et comment il applique le modèle construit au référent empirique identifié (Zaid, 2012). Par rapport aux élèves, nous nous référons à leurs réactions pour déduire s'ils ont acquis le processus de modélisation ou s'ils sont restés coincés dans la description et nous observons dans quelle mesure leurs performances didactiques présentent des constructions intellectuelles spécifiques au processus de modélisation (ibid). Globalement, nous nous focalisons sur la médiation didactique de l'enseignant, considérée comme une action sur les performances didactiques des élèves, qui manifeste des caractéristiques de modélisation en guidant l'activité des élèves entre référent empirique et modèle scientifique.

2.4.1. Des situations de modélisation mobilisant des fonds de connaissances des élèves

Plusieurs situations montrent que les élèves mobilisent leurs fonds de connaissances, nous en avons choisi quelques exemples.

2.4.1.1. Photosynthèse vs respiration

Une élève de l'école privée subventionnée établit un lien entre la respiration, et un phénomène déjà appris précédemment « la photosynthèse ». L'enseignante exploite l'intervention de l'élève pour clarifier la relation entre les deux phénomènes en soulignant les similitudes et les différences surtout en ce qui concerne les échanges gazeux en oxygène et en dioxyde de carbone au cours de ces deux phénomènes (Figure 45, page 194). Ce moment particulier peut être interprété en tant qu'une entrée dans un processus de modélisation (Martinand, 1986) dans la mesure où il y a une construction d'un modèle comparant la respiration à la photosynthèse. Ce modèle comparatif

permet de comprendre le fonctionnement de la respiration en l'opposant à ce que l'élève a déjà vu dans la photosynthèse. L'élève mobilise ses fonds de connaissances en se référant à un savoir antérieur pour interpréter le nouveau contenu, il s'agit d'un déplacement entre des fonds de connaissances qui peuvent être observés en tant que référent empirique et un registre plus théorique. Cette dynamique caractérise le processus de modélisation.

2.4.1.2. La cage thoracique pour protéger les poumons

Au cours de la même séance à l'école privée subventionnée, une élève évoque la présence d'une « chose en fer » qui protège le cœur (cf. Figure 48, page 196 TP.135). L'enseignante s'appuie sur cette intervention pour expliquer le rôle de la cage thoracique dans la protection du cœur et des poumons. Elle s'engage dans un dialogue avec les élèves et se base sur la coque protectrice du téléphone vue quotidiennement par les élèves et la considère comme un modèle analogique qui aide les élèves à construire un savoir explicatif : les poumons sont des organes vitaux essentiels pour la vie (Figure 48, page 196). Cette référence aux fonds de connaissances des élèves puisés de leur milieu extrascolaire permet aux élèves de passer d'un registre empirique (la coque protectrice du téléphone) à un modèle théorique scientifique manifesté par une réalité biologique (fonction protectrice de la cage thoracique). La modélisation en jeu ne se limite pas à une illustration à fonction démonstrative mais elle devient un outil de pensée qui permet aux élèves de comprendre la fonction biologique de la cage thoracique.

2.4.1.3. Bronches vs branches

Dans un autre moment particulier, l'enseignante introduit les organes de l'appareil respiratoire et explique la structure arborescente des bronches et des bronchioles. Elle a recours à une analogie avec l'arbre où le tronc de l'arbre représente la trachée-artère, les deux bronches sont les grosses branches de l'arbre et les bronchioles représentent les ramures les plus fines (Figure 118, page 254). Elle consolide la représentation mentale de la ramification par des gestes illustratifs mimant par les gestes des mains, la ramification progressive des branches, ce qui rend visible une organisation anatomique complexe. Ce moment particulier peut être interprété comme un processus de modélisation car l'enseignante propose un modèle comparatif concret qui conduit les élèves à se référer à la forme de l'arbre (référent empirique) pour accéder à la structure complexe de la ramification des bronches au sein des poumons facilitant ainsi l'élaboration du contenu scientifique. Au lieu de se limiter à nommer les organes de l'appareil respiratoire, elle s'engage

dans une démarche de modélisation pour guider les élèves à imaginer, structurer et stabiliser le contenu scientifique.

2.4.1.4. Présence de la vapeur d'eau dans l'air expiré

Une des expériences communes aux trois classes qui consiste à souffler sur une vitre ou sur un miroir pour observer la formation de la buée (Figure 16, page 114 ; Figure 60, page 207 et Figure 65, page 211) met en jeu un processus de modélisation au sens de Martinand (1986) dans la mesure où elle permet aux élèves d'accéder à un phénomène invisible : l'existence de la vapeur d'eau dans l'air expiré. En se basant sur un phénomène observable dans le réel (l'apparition de la buée), l'élève est amené à inférer la présence de la vapeur d'eau dans l'air expiré qui est un phénomène invisible directement. Cette expérience simple permet de passer d'un référent empirique (le dépôt de la buée sur la vitre ou sur le miroir) à une représentation théorique (la présence de la vapeur d'eau dans l'air expiré). Cela développe la capacité de l'élève à attribuer une interprétation scientifique à un phénomène quotidien. Toutefois, ce n'est pas si simple à penser pour les élèves. Une élève trouve une analogie entre la buée formée sur la vitre et le brouillard, et remarque que le brouillard collecte de l'eau (Figure 61, page 208). Pour convaincre les élèves de la présence de l'eau dans l'air expiré, l'enseignante de l'école privée subventionnée ajoute une deuxième expérience « *si je gonfle un ballon ou un sac en plastique, j'observe la formation de l'eau* ». Les élèves sont directement d'accord parce qu'ils ont déjà effectué cette expérience simple. L'enseignante conclut que l'air qui sort de mon corps contient de l'eau sous forme de la vapeur.

Deux registres empiriques sont mis en jeu, la buée qui apparait sur la vitre et l'eau qui se forme quand on souffle dans le ballon ou dans le sac. L'élève doit passer de ces deux registres empiriques au registre théorique : la vapeur d'eau qui sort dans l'air expiré. Toutefois, l'enseignante écrit au tableau la conclusion « l'air expiré contient de la vapeur d'eau qui se condense en buée » sans expliquer ou au moins sans faire rappeler aux élèves ce qu'est scientifiquement la condensation de la vapeur d'eau, ce qui soulève un questionnement quant à la nature scientifique du savoir transmis. On peut s'interroger sur le savoir construit par l'élève ; a-t-il construit une compréhension scientifique de la présence de la vapeur d'eau qui se condense sur la vitre (ce qui suppose une différence de température) selon une véritable modélisation ou bien a-t-il acquis une compréhension superficielle non approfondie ? En effet, dans cette situation, l'enseignante n'avait pas explicité initialement, d'une manière rigoureuse, la condensation de la vapeur d'eau, ce qui pourrait générer une compréhension floue chez les élèves. Mais suite à l'interrogation d'une élève

« *Madame, lorsqu'il pleut et que les vitres de la voiture s'embuent, c'est la même chose ?*» (TP-224, Figure 63, page 209), l'enseignante revient sur la notion de condensation en mettant en relation la diminution de la température avec la condensation de la vapeur d'eau. L'enseignante a recours à un réajustement didactique, réactivé et renforcé par l'intervention d'une élève en explicitant davantage les éléments conceptuels en jeu, mettant en relation les éléments conceptuels relatifs à la condensation.

2.4.1.5. Souffler sur les mains pour les réchauffer

Dans une autre situation de modélisation à l'école privée subventionnée, l'activité vise à comprendre la différence de température entre l'air inspiré et l'air expiré, la question posée est « *je souffle sur mes mains pour les réchauffer. Qui est plus chaud alors l'air inspiré ou l'air expiré ?* ». Dans cette question, l'élève est invité à partir d'un phénomène vécu (le fait de souffler sur ses mains en hiver) qui peut servir comme point d'ancrage pour s'interroger sur la différence de la température entre l'air inspiré et l'air expiré arrivant à construire progressivement une représentation fonctionnelle de la respiration dans les échanges thermiques. Il s'agit d'un passage du registre empirique (basé sur le ressenti de la chaleur) à un registre scientifique théorique (transfert de la chaleur et température du corps humain) (Figure 159).

227	E1	En hiver, je souffle sur mes mains pour les réchauffer. Qui est plus chaud alors l'air inspiré ou expiré ?
228	M	شو عم يقول لي؟ En hiver *Qu'est-ce qu'il me dit ? En hiver*
229	E1	في الخريف *En automne*
230	M	في ال؟ *En ?*
231	E1	الشتاء *hiver*
232	M	شو قلنا يعني je souffle ؟ بنفخ، sur mes mains على أيديpour les réchauffer؟ حتى سخنهم، صح بالشتا مش بنفخ على أيدينا حتى دفيهم؟ Qui est plus chaud alors l'air inspiré ou expiré ? *Qu'est-ce que nous avons dit ? Que veut dire je souffle ? Je souffle sur mes mains pour les réchauffer, c'est vrai ?En hiver nous ne soufflons pas sur nos mains pour les réchauffer ?* *Qui est plus chaud alors l'air inspiré ou expiré ?*
233	E	[l'air inspiré, expiré]
234	M	طيب أنا هم بعمل هيك أو هيك؟ (gestes inspiration et expiration) *Alors je fais comme ça ou comme ça ? (gestes inspiration et expiration)*
235	E1	عم بنفخ *Je souffle*
236	M	يعني مين بيدفيني أكثر؟ مين سخن أكتر؟ l'air inspiré ou expiré ? *Donc qui me réchauffe le plus ? Qui est le plus chaud ? L'air inspiré ou expiré ?*
237	E	Expiré
238	M	Expiré الهوا اللي بيضهر بيكون سخن اكتر، كرمال هيك عم دفي أيدي فيه L'air expiré est plus chaud que l'air inspiré. *Expiré. L'air qui sort est plus chaud, c'est pourquoi je l'utilise pour réchauffer mes mains* *L'air expiré est plus chaud que l'air inspiré.*

Figure 159: une modélisation implicite référée à des expériences vécues et concrètes

2.4.1.6. La respiration vs la combustion du carburant dans la voiture

Dans une autre situation de modélisation, pour convaincre les élèves que la respiration dégage du dioxyde de carbone, l'enseignant de l'école publique compare la respiration à la combustion de l'essence dans la voiture (Figure 70, page 215, TP.125). Il s'agit d'une modélisation où l'enseignant utilise une situation connue par les élèves (la combustion du carburant dans la voiture qui dégage du dioxyde de carbone) pour clarifier un phénomène indirectement observable (la respiration cellulaire). Il s'agit d'une modélisation analogique censée aider les élèves à construire un pont entre leurs fonds de connaissances (la combustion du carburant dans le moteur de la voiture qui produit du dioxyde de carbone) et la respiration humaine (où l'oxydation des nutriments en présence de l'oxygène produit du dioxyde de carbone). La modélisation par analogie permet aux élèves de relier un système familier qui agit comme référent empirique avec un phénomène biologique abstrait comme les échanges gazeux respiratoires.

2.4.1.7. Les globules rouges : des moyens de transport des gaz respiratoires

Un autre moment particulier où la médiation didactique de l'enseignant montre une modélisation basée sur la mobilisation des fonds de connaissances des élèves lorsque l'enseignante utilise une analogie en considérant les globules rouges comme des moyens de transport. Cette comparaison relie la fonction biologique abstraite des globules rouges dans les échanges gazeux respiratoires à une fonction familière observée quotidiennement par les élèves (l'utilisation des moyens de transport) ce qui facilite l'appropriation de la fonction des globules rouges dans le transport des gaz respiratoires et dès lors dans les échanges gazeux respiratoires. Le processus de modélisation en jeu sert à construire une représentation qui permet de s'appuyer sur les fonds de connaissances référés au milieu extrascolaire qui agissent comme référent empirique accessible pour les élèves pour mieux comprendre le système respiratoire et circulatoire. C'est une modélisation fonctionnelle où l'élève relie une structure (les globules rouges) à sa fonction (le transport des gaz) et intègre cette représentation dans une vision générale des échanges gazeux respiratoires (Figure 160).

142	E	أستاذ شو هول باللون الأحمر؟ *Que sont ces choses en couleur rouge sur le schéma ?*
143	M	كريات الدم الحمراء globules rouges اللي باللون الأحمر هني ال *Ceux qui sont en couleur rouge ce sont les globules rouges.*
144	E	**شو؟** ***Quoi ?***
145	M	Globules rouges كريات الدم الحمراء، هون هني عبارة عن وسيلة نقل، ok? وظيفتها تنقل لي ال dioxyde de carbone والdioxygène Globules rouges, ici, les globules rouges du sang. C**e sont comme un moyen de transport, ok ? Leur fonction est de transporter le dioxyde de carbone et le dioxygène…**

Figure 160: les globules rouges sont un moyen de transport

2.4.1.8. Produire du son lors de la respiration

Un exercice supplémentaire effectué à l'école privée porte sur le fonctionnement des cordes vocales et leur rôle dans la production du son (Figure 161). Bien qu'il ne soit pas directement lié au processus de la respiration, cet exercice permettrait d'élargir la compréhension de l'élève et de mieux saisir l'importance de la respiration dans différentes fonctions corporelles.

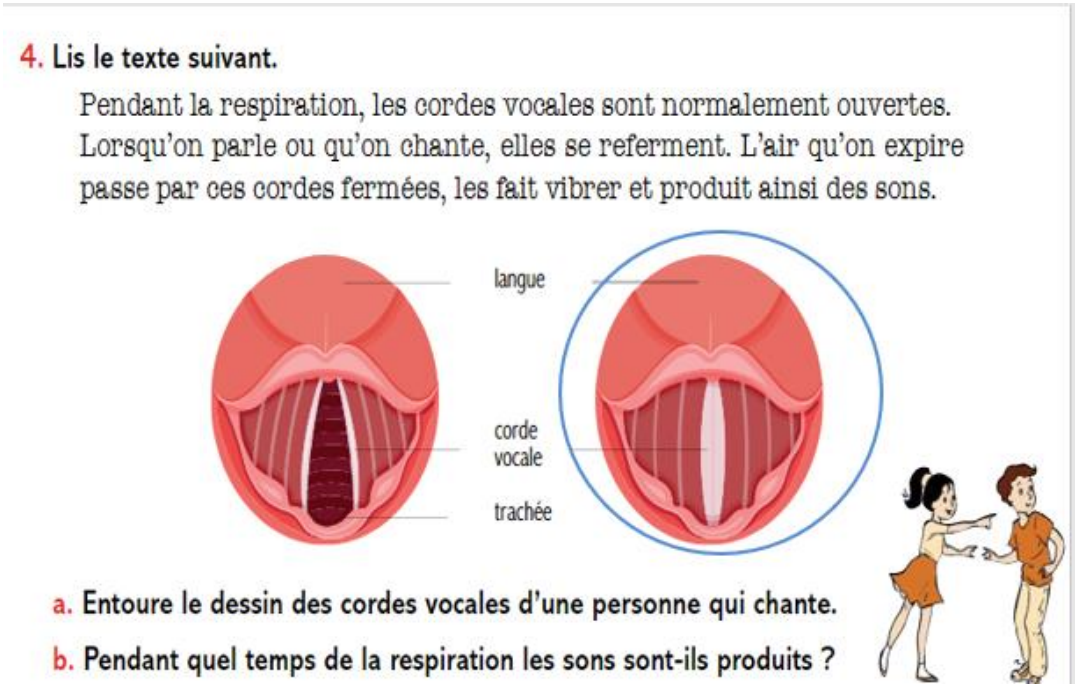


Figure 161: comment les cordes vocales produisent du son ?

L'enseignante mobilise un objet concret et familier pour la majorité des élèves (les cordes de la guitare) pour leur faire rapprocher un phénomène abstrait et invisible (le fonctionnement des cordes vocales) (Figure 162). Elle établit une analogie entre la guitare (corde + vibration → son) et les cordes vocales (cordes vocales + air expiré → son). La modélisation en jeu a une fonction explicative dans la mesure où elle permet aux élèves d'accéder à une représentation mentale du mécanisme biologique (la production du son) qu'ils ne peuvent voir ni directement ni expérimentalement. Cette modélisation met en lien une situation connue (la guitare qui est un objet familier pour les élèves) qui joue le rôle du référent empirique dans le sens de Martinand avec un phénomène abstrait à comprendre (la production du son par les cordes vocales lors du passage de l'air expiré), ce qui permet à l'élève de se représenter un phénomène biologique invisible.

150	M	Donc quand on respire, ne parle pas, les cordes vocales qui se trouvent dans la gorge ici, et font partie de notre gorge sont comment ? Ouvertes. Mais quand on va parler, comment on va écouter le son ? Quand on parle ou quand on chante, ces cordes vocales vont se fermer. Pourquoi elles vont se fermer ? L'air expiré, durant l'expiration, il va les toucher et les vibrer, c'est pour cela quand on fait des sons si on parle ou bien si on chante. Exactement comme les cordes d'une guitare, comme les cordes de "عود" , d'accord? Il y a quelqu'un qui joue la guitare d'entre vous ? (Une élève lève sa main) Ok, tu vas faire bouger les cordes avec les doigts. Si tu ne les fais pas vibrer, bouger, est-ce qu'elles vont donner le son ? La musique que tu as joué ?
151	E	Non
152	M	Oui, ou non ? Donc c'est pour cela, on dit que lorsqu'on expire, l'air qui va sortir, il va toucher les cordes vocales, les fait bouger, et vous entendez le son de chanson, ou bien quand on parle notre voix, c'est clair ?

Figure 162: les cordes vocales fonctionnent analogiquement aux cordes de la guitare

2.4.2. Des situations de modélisation mobilisant des moyens d'aide didactique

2.4.2.1. La modélisation pour introduire le chapitre « l'appareil respiratoire de l'Homme »

Pour faire découvrir aux élèves les organes de l'appareil respiratoire de l'Homme, les enseignants observés utilisent des moyens d'aide didactique différents, ceux-ci se rejoignent dans le fait qu'ils peuvent être observés sous le prisme de la modélisation. Par exemple, l'enseignante de l'école privée choisit d'introduire la séquence sur « l'appareil respiratoire de l'Homme » en diffusant une vidéo explicative. La vidéo est un support visuel qui agit comme moyen d'aide didactique permettant aux élèves de visualiser l'anatomie interne du corps. Elle assure une représentation intermédiaire, voire un référent empirique qui sert comme point d'appui concret à partir duquel les élèves sont amenés à construire progressivement le contenu scientifique abstrait. Le fait de mettre en scène les organes de l'appareil respiratoire et leurs relations fonctionnelles et de l'accompagner par des questions posées contribue à orienter la réflexion de l'élève d'une observation descriptive à une représentation théorique de la respiration, des mouvements respiratoires et du trajet de l'air au cours de la respiration. Cet aller-retour entre le référent empirique (la vidéo) et le modèle scientifique (le fonctionnement de l'appareil respiratoire de l'Homme) constitue bien une situation de modélisation. Bien qu'il ne s'agit pas ici d'une expérience à réaliser, nous trouvons dans cette activité une modélisation dans la mesure où l'action de l'enseignante met en évidence ses deux responsabilités didactiques : 1) expliciter le modèle et le référent empirique et 2) initier les élèves à la dynamique entre référent empirique et modèle scientifique (Zaid, 2012).

A leur tour, l'enseignant de l'école publique et celle de l'école privée subventionnée utilisent une maquette anatomique représentant le corps humain pour montrer les organes de l'appareil respiratoire (Figure 79, page 222). L'utilisation de la maquette en tant que modèle visuel s'inscrit

dans une démarche de modélisation parce qu'elle permet aux élèves d'identifier, de localiser et de nommer les organes de l'appareil respiratoire. Dans ce cadre, le recours à la maquette comme support visuel et tangible facilite l'appropriation de l'organisation de l'appareil respiratoire en agissant comme référent empirique qui aide l'élève à construire une représentation mentale caractérisant une réalité biologique invisible directement et permet de visualiser concrètement la structure interne du système respiratoire et de comprendre les fonctions de ses différents organes.

2.4.2.2. La modélisation pour expliquer le fonctionnement des organes respiratoires

Pour expliquer le fonctionnement du diaphragme au cours de la respiration, l'enseignant de l'école publique demande aux élèves de construire une maquette simple schématisée dans leur livre scolaire (Figure 40, page 160). Cette maquette est formée d'une bouteille avec deux ballons et une membrane en caoutchouc qui représente le diaphragme. La maquette utilisée permet de matérialiser les organes invisibles (les poumons, la trachée-artère, le diaphragme) mais aussi d'inférer les mouvements du diaphragme en se basant sur les mouvements de la membrane en caoutchouc et de les relier aux mouvements respiratoires. Par cette modélisation, l'enseignant guide les élèves entre un référent empirique (la maquette) accessible, observable et manipulable et le processus scientifique invisible du fonctionnement du diaphragme au cours de la respiration.

L'activité qui consiste à expliquer les échanges gazeux respiratoires au niveau des poumons est un autre exemple de modélisation didactique au sens de Martinand (Figure 163).

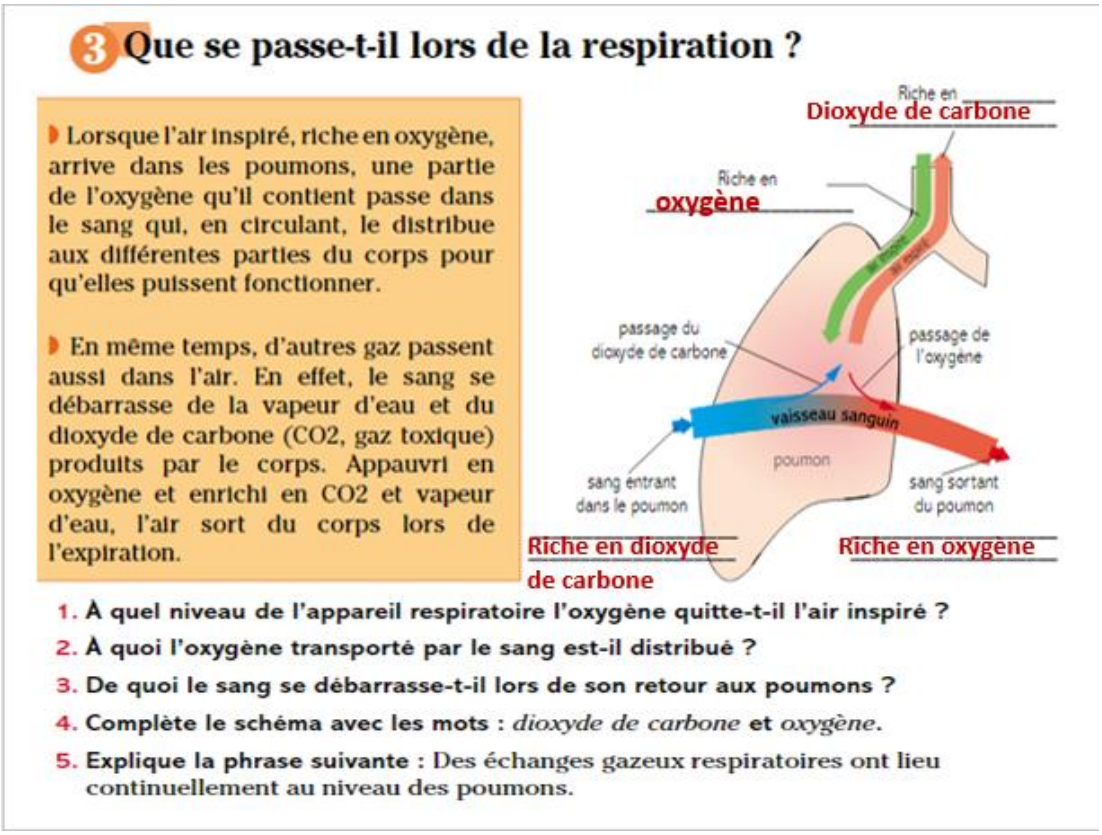


Figure 163: une modélisation pour expliquer les échanges gazeux respiratoires au niveau des poumons

Dans cette activité, les élèves de l'école privée sont confrontés à un document qui combine un texte et un schéma concernant les échanges gazeux au niveau des poumons. Le texte décrit le passage de l'oxygène des poumons vers le sang pour le distribuer aux différentes parties du corps en utilisant un langage simplifié et accessible par rapport aux élèves. En même temps, le sang aide le corps à se débarrasser de la vapeur d'eau et du dioxyde de carbone. Quant au schéma, il symbolise le trajet des gaz et les échanges gazeux au niveau des poumons. Des questions guidées qui suivent le texte et le schéma amènent les élèves à interpréter le modèle et à articuler la représentation schématique au discours explicatif. Cette activité permet aux élèves de passer d'une observation indirecte du réel à une représentation théorique du fonctionnement du système respiratoire au niveau des poumons. Il s'agit d'une situation de modélisation soutenue par des questions guidées qui orientent les élèves vers la construction du contenu scientifique.

D'autre part, pour aider les élèves à prendre conscience des changements qui ont lieu lors de l'inspiration et de l'expiration, l'enseignante de l'école privée utilise un mètre-ruban pour mesurer

la longueur du tour de poitrine des élèves et comparer les valeurs au cours des deux mouvements respiratoires. Elle leur montre davantage la photo d'un garçon qui effectue cette même expérience (Figure 18, page 119). Le mètre ruban, utilisé en tant que référent empirique au sens de Martinand (1986), rend observable clairement un phénomène interne en montrant des valeurs mesurables. Il s'agit donc d'un processus de modélisation où les élèves mesurent, comparent et interprètent les changements en jeu pour en déduire le contenu scientifique « lors de l'inspiration, l'air entre dans le corps, les poumons se gonflent, le volume de la cage thoracique augmente et la poitrine se soulève. Et inversement, lors de l'expiration, l'air sort des poumons qui se dégonflent, le volume de la cage thoracique diminue et la poitrine s'abaisse ».

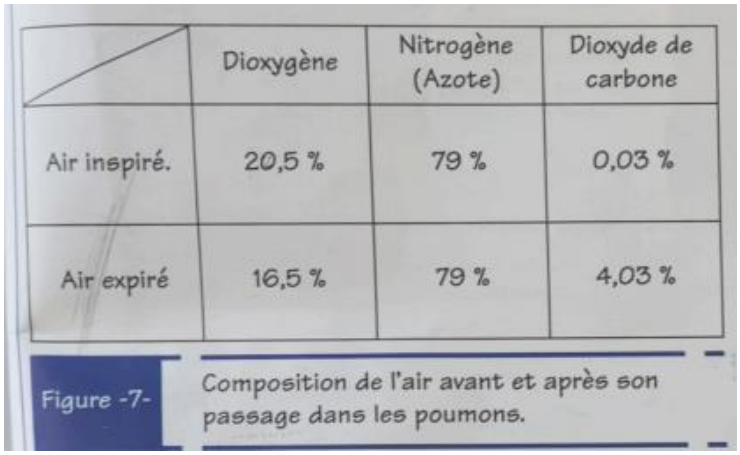
2.4.2.3. La modélisation pour identifier un gaz invisible

L'expérience, où l'élève souffle dans l'eau de chaux et observe comment il se trouble pour prouver que l'air expiré contient du dioxyde de carbone, est un autre exemple de modélisation. Cette activité, observée dans la classe de l'école publique et celle de l'école privée, repose sur un référent empirique (l'observation de l'eau de chaux qui se trouble lorsqu'on souffle dedans) qui permet aux élèves de comprendre la présence de dioxyde de carbone dans l'air expiré, en se basant sur une information donnée « une solution d'eau de chaux se trouble en présence de dioxyde de carbone ». Grâce à cette activité, le phénomène invisible devient accessible : on déduit la présence de dioxyde de carbone à travers un effet mesurable. Donc l'expérience joue le rôle de support guidant l'élève entre ce qu'il observe en tant que référent empirique et le contenu scientifique enseigné. La modélisation en jeu consiste à établir une relation explicative entre le trouble de l'eau de chaux observé clairement en tant que référent empirique et la composition chimique de l'air expiré en tant que phénomène scientifique théorique (Figure 74, page 218, TP.102). Pour manifester qu'elle a acquis le modèle présenté, une élève transpose ce qu'elle a appris à une autre situation observée dans sa vie quotidienne « TP-103 : *si on souffle dans une bouteille vide, on va voir de petites taches blanches* ». Même si, scientifiquement, les taches blanches observées quand on souffle dans une bouteille diffèrent de la coloration blanche qui apparait quand on souffle dans l'eau de chaux, or ce transfert montre qu'elle s'approprie la logique de la modélisation dans la mesure où un gaz invisible peut provoquer un effet observable. L'élève manifeste une avancée cognitive significative en utilisant la logique de la modélisation.

2.4.2.4. La modélisation pour expliquer les échanges gazeux respiratoires

Les trois enseignants comparent, chacun à sa manière, la composition en gaz (oxygène, dioxyde de carbone et azote) dans l'air inspiré et dans l'air expiré pour expliquer les échanges gazeux respiratoires en jeu.

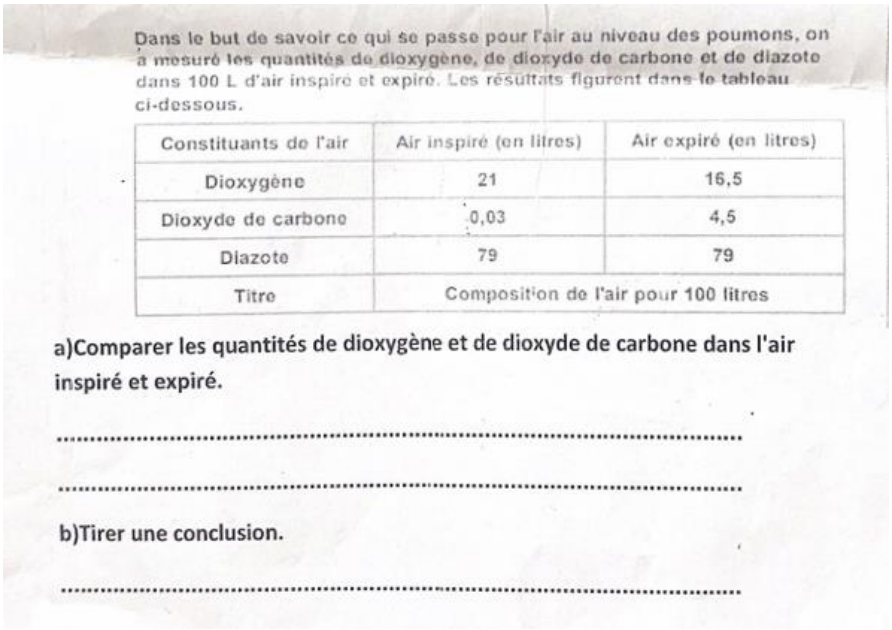
L'enseignant de l'école publique et celle de l'école privée subventionnée utilisent des tableaux de pourcentages pour montrer la composition de l'air avant et après son passage dans les poumons (Figure 164 et Figure 165).



	Dioxygène	Nitrogène (Azote)	Dioxyde de carbone
Air inspiré.	20,5 %	79 %	0,03 %
Air expiré	16,5 %	79 %	4,03 %

Figure -7- Composition de l'air avant et après son passage dans les poumons.

Figure 164: une modélisation basée sur la comparaison des pourcentages de gaz dans l'air inspiré et dans l'air expiré à l'école publique



Dans le but de savoir ce qui se passe pour l'air au niveau des poumons, on a mesuré les quantités de dioxygène, de dioxyde de carbone et de diazote dans 100 L d'air inspiré et expiré. Les résultats figurent dans le tableau ci-dessous.

Constituants de l'air	Air inspiré (en litres)	Air expiré (en litres)
Dioxygène	21	16,5
Dioxyde de carbone	0,03	4,5
Diazote	79	79
Titre	Composition de l'air pour 100 litres	

a)Comparer les quantités de dioxygène et de dioxyde de carbone dans l'air inspiré et expiré.

.....

.....

b)Tirer une conclusion.

.....

Figure 165: une modélisation basée sur la comparaison des pourcentages de gaz dans l'air inspiré et dans l'air expiré à l'école privée subventionnée

Cette activité, dans ses différentes déclinaisons, peut être considérée comme une situation de modélisation au sens de Martinand (1986). Les élèves sont censés interpréter des données quantitatives portant sur les pourcentages de chaque gaz dans l'air inspiré et dans l'air expiré. Ces données chiffrées agissent comme référent empirique à partir duquel les élèves sont amenés à construire une représentation explicative de la respiration dans son sens scientifique : que l'air expiré est enrichi en dioxyde de carbone et est appauvri en oxygène.

Un modèle de fonctionnement pulmonaire basé sur des mesures réelles empiriques est ainsi établi. Cette modélisation permet aux élèves d'inférer un processus biologique invisible (les échanges gazeux respiratoires) en interprétant des données empiriques visibles (le pourcentage de chaque gaz). La médiation didactique en jeu s'appuie sur un tableau des pourcentages de gaz comme moyen d'aide didactique qui engendre une modélisation mettant en relation un phénomène réel, complexe et invisible (les échanges gazeux respiratoires : l'absorption partielle de l'oxygène, le rejet de dioxyde de carbone et la non-intervention de l'azote) tout en se référant à des données chiffrées explicites. Ce qui permet à l'élève d'élaborer un raisonnement scientifique explicatif référé à des données concrètes.

L'enseignante de l'école privée tente de transmettre la même idée, mais d'une façon différente, en s'appuyant sur les couleurs au lieu des valeurs chiffrées. Ainsi, au lieu d'observer la variation des valeurs représentant les pourcentages de gaz dans l'air inspiré et expiré, qui pourrait être difficile pour certains élèves, elle a recours aux couleurs qui rendent l'observation de la variation plus simple et plus accessible (Figure 166).

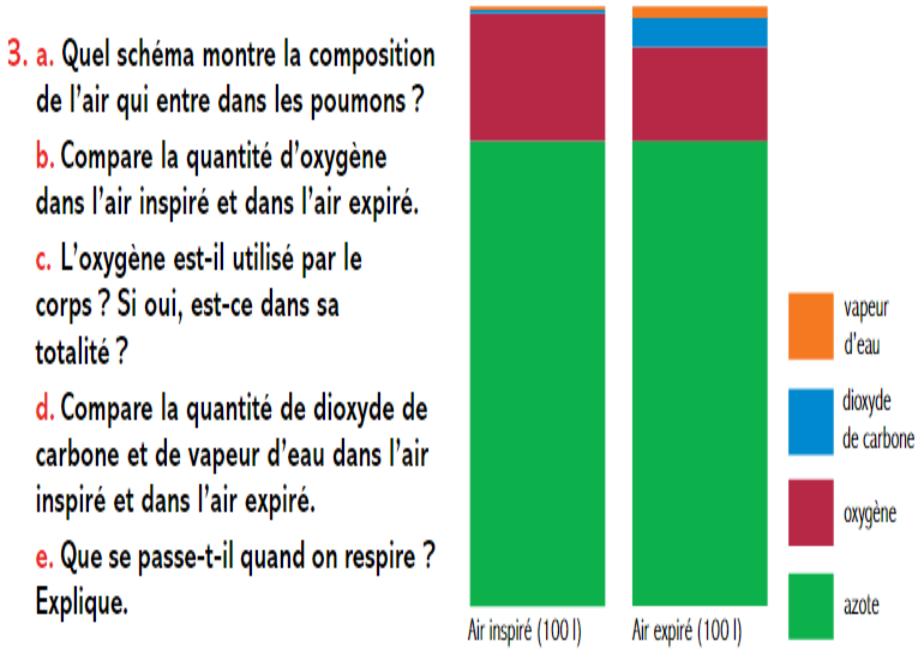


Figure 166: un exemple d'une situation de modélisation référée à la comparaison entre deux histogrammes

Cette activité relève bien d'un processus de modélisation dans le sens de Martinand (1986) dans la mesure où elle engage l'élève dans l'analyse d'une représentation schématisée des échanges gazeux respiratoires pour comprendre le fonctionnement de l'appareil respiratoire. Les élèves sont invités à interpréter le schéma (partie a), comparer les quantités d'oxygène, de dioxyde de carbone et de la vapeur d'eau (parties b et d), déduire l'utilisation de l'oxygène dans le corps (partie c) et expliquer ce qui se passe au cours de la respiration (partie e)[59]. Ils se réfèrent à un modèle visible pour comprendre un processus biologique invisible, les échanges gazeux respiratoires. Les deux histogrammes représentés dans le schéma agissent comme référent empirique qui rend visible un phénomène invisible et permettent de constater une reconnaissance scientifique modélisée concernant les échanges gazeux respiratoires qui ont lieu dans les poumons.

[59] Il est à noter ici que, bien que les histogrammes montrent que l'azote, représenté par la coloration verte, soit majoritaire dans l'air inspiré et dans l'air expiré, aucune question concernant l'azote n'est posée, ce qui pourrait susciter la dispersion ou la perte de concentration chez les élèves.

2.4.3. Des situations de modélisation mobilisant des moyens pour dépasser l'obstacle langagier

Nous avons déjà mentionné que, dans le but de dépasser l'obstacle dû à la langue étrangère d'enseignement, l'enseignant peut avoir recours à des pratiques telles que le translangage et la traduction ou à d'autres pratiques mobilisant d'autres langages comme les gestes ou le langage mathématique. Dans cette partie, nous avons choisi de présenter des situations de modélisation où la médiation didactique de l'enseignant est basée sur le recours à des pratiques pour dépasser l'obstacle dû à la langue étrangère d'enseignement.

2.4.3.1. Une modélisation basée sur un langage mathématique

Le premier exemple présente une médiation didactique référée à deux piliers principaux : l'utilisation du tableau des données chiffrées comme moyen d'aide didactique et le recours au langage mathématique comme pratique pour dépasser l'obstacle dû à la langue étrangère d'enseignement. La modélisation en jeu est simple et implicite, la tâche commune aux trois classes observées est de comparer les données représentant les taux de gaz respiratoires dans l'air inspiré et dans l'air expiré comme exercice commun aux trois classes observées. Un autre exercice identique qui consiste à comparer les quantités de gaz respiratoires dans le sang entrant et dans le sang sortant des poumons est aussi effectué dans la classe de l'école privée et celle de l'école privée subventionnée. Les élèves passent des valeurs mesurées (référent empirique réel expérimental) pour conclure une idée abstraite (que le pourcentage d'oxygène diminue car il est absorbé par le sang et que le pourcentage de dioxyde de carbone augmente car il est rejeté par les cellules). Cet exercice engage les élèves dans une forme de modélisation implicite puisqu'il ne s'agit pas d'une modélisation formelle avec un schéma, une expérience, ou une équation, mais d'une modélisation utilisant des données chiffrées pour représenter un phénomène biologique qui n'est pas directement observable. L'enseignant conduit les élèves à construire une représentation mentale des échanges gazeux respiratoires en les guidant entre un référent empirique (les données chiffrées) et un référent scientifique (le modèle des échanges gazeux respiratoires) ce qui s'inscrit dans une démarche de modélisation.

2.4.3.2. Des exemples de modélisation basés sur des données chiffrées

L'enseignante de l'école privée subventionnée adopte une médiation conductrice ayant un aspect mathématique. Elle agit selon plusieurs étapes : en première étape, elle demande aux élèves de se

limiter à faire une simple comparaison entre les nombres donnés et dire plus grand ou plus petit sans se focaliser sur l'aspect scientifique (TP44 : قارنتوا بينهم؟ حطيتولي أرقام من أكبر ومن أصـغر؟ *Vous les avez comparés ? Vous avez dit quel nombre est le plus grand et lequel est le plus petit ?*) (Annexe 6-vidéo 4 avril). En deuxième étape, elle passe d'un aspect mathématique, fondé strictement sur des valeurs chiffrées, à un aspect scientifique, où ces valeurs sont interprétées et mises en relation avec des phénomènes observables. Elle accompagne les élèves dans une démarche comparative entre les pourcentages de dioxygène et de dioxyde de carbone dans l'air inspiré et expiré, considérés comme référent empirique, afin d'aboutir à construire une représentation mentale caractérisée par le modèle des échanges gazeux respiratoires. Cette deuxième étape montre bien l'aspect hypothétique « *c'est-à-dire voir comme si* » (Zaid, 2012, p.136) qui est un aspect crucial dans la modélisation (Figure 167, Annexe 6- vidéo 6 avril) .

11	M	طيب يعني أنا لما الair inspiré فات وبقلبو أوكسيجين، وضهر ما في بقلبو أوكيسيجين فات ما في بقلبو dioxyde de carboneوضهر في بقلبو dioxyde de carbone يعني أنا شو عم بعمل؟ *Donc, c'est-à-dire lorsque l'air inspiré entre il contient de l'oxygène et sort ne contenant pas d'oxygène. Il entre et ne contient pas de dioxyde de carbone, et sort riche en dioxyde de carbone. C'est-à-dire qu'est-ce que je fais ?*
12	E	**<…> (silence)**
13	M	شو عم باخذ منه أنا للهوا؟ *Qu'est-ce que je prends de l'air ?*
14	E	Oxygène
15	M	طيب شو عم أعطيه؟ *Et alors qu'est-ce que je lui donne ?*
16	E	Dioxyde de carbone
17	M	يعني جسمي Le corps absorbe le dioxygène et rejette le dioxyde de carbone, صح؟;مش هيك منستنتج؟ *C'est-à-dire mon corps, le corps absorbe le dioxygène et rejette le dioxyde de carbone, n'est-ce pas ? C'est-ce qu'on conclut, c'est vrai ?*
18	E	صح *Vrai*

Figure 167: une modélisation basée sur des données chiffrées

Un autre exercice consiste à comparer les quantités de dioxygène et de dioxyde de carbone dans le sang entrant et dans le sang sortant des poumons dans le but de comprendre ce qui se passe pour le sang au niveau des ces organes (Figure 50, page 198). Pareillement à l'exercice précédent, l'enseignante aborde l'activité par une médiation didactique basée sur la comparaison entre les données chiffrées (les quantités de dioxygène et de dioxyde de carbone dans le sang entrant et dans le sang sortant des poumons) en adoptant une approche mathématique. Elle demande aux élèves d'écrire les valeurs données pour chaque gaz et de mettre plus grand ou plus petit sans explication claire du phénomène biologique en jeu (Figure 168, Annexe 6- vidéo 11 avril).

157	M	40 هيك بكتبها لحالي ع جنب، ماشي: 48 40 (au tableau) طيب شو بدي حط بيناتهم؟ *40, comment ça je l'écris à part, ok ? 48 40. Alors qu'est-ce que je dois mettre entre les deux nombres*
158	E	XXX
159	M	Plus grand ou plus petit ?
160	E1	Plus grand
161	M	48 > 40 يلا مين بدو يعمل لي اياها؟ *Allez-y qui va répondre ?*
162	E1	La quantité de dioxyde de carbone dans le sang entrant est 48 ml plus petit que
163	M	Plus petit ?
164	E1	Plus grand que la quantité de dioxyde de carbone dans le sang sortant 40 ml.
165	M	بس، ماشي؟ *Stop, Ok ?*
166	Z1	La quantité de dioxyde de carbone dans le sang sortant est 48 ml plus grand que la quantité de dioxyde de carbone est 40

Figure 168: une médiation didactique basée sur un langage mathématique

Dans un second temps, elle amorce une modélisation implicite en guidant les élèves à interpréter les différences observées entre les valeurs numériques arrivant à déduire que le sang s'enrichit en dioxygène au niveau des alvéoles pulmonaires et s'appauvrit en dioxyde de carbone, ce qui illustre les échanges gazeux respiratoires au niveau des alvéoles pulmonaires. Cet exercice constitue bien une situation de modélisation scientifique : l'élève est invité à s'appuyer sur des données chiffrées (les quantités de dioxygène et de dioxyde de carbone dans le sang entrant et dans le sang sortant des poumons) qui sont des référents empiriques pour inférer une représentation théorique sur les échanges gazeux entre les alvéoles pulmonaires et les capillaires sanguins. Cet aller-retour entre le référent empirique et le modèle scientifique s'inscrit bien dans une démarche de modélisation qui aide l'élève à élaborer une représentation explicative des échanges gazeux respiratoires au niveau des alvéoles pulmonaires en se référant aux observations mesurables.

Conclusion

Nous avons analysé la médiation didactique de l'enseignant comme observée en situation de classes ordinaires concernant « l'appareil respiratoire de l'Homme ». Nous nous sommes intéressés à des moments particuliers où les performances didactiques des élèves mobilisent l'évolution de la médiation didactique de l'enseignant. Du point de vue quantitatif, nous avons déduit que la médiation didactique de l'enseignant dans les trois classes observées est majoritairement suscitée par des performances didactiques cognitives. Les moments particuliers en jeu mettent en œuvre trois types principaux de médiation didactique : 1) une médiation

didactique mobilisant des fonds de connaissances des élèves référés au milieu scolaire ou extrascolaire. Ces fonds de connaissances peuvent aussi être mobilisés pour corriger les conceptions fausses des élèves. 2) Une médiation didactique utilisant des moyens d'aide didactique matériels, symboliques ou multimodaux. L'analyse met en évidence l'importance de ces supports lorsque l'enseignant les utilise pour guider les élèves vers une lecture active des données du document, les incitant à élaborer leur propre réponse à partir de ces informations plutôt qu'à se limiter à la mémorisation des réponses préétablies. 3) La médiation didactique peut impliquer le recours à des pratiques pour dépasser l'obstacle dû à la langue étrangère d'enseignement comme le translangage et la traduction puisque notre travail s'effectue dans un contexte bilingue où deux langues se rencontrent en classe et où l'enseignement des sciences se moule dans les processus langagiers (Gajo, 2007). D'où la nécessité de profiter du répertoire langagier chez l'enseignant et chez les élèves.

Nous avons analysé les moments particuliers, où la médiation didactique de l'enseignant est stimulée par les performances didactiques des élèves, sous le prisme de la modélisation (Martinand, 1986). Nous avons observé, en particulier, en quoi cette médiation didactique fait appel à une modélisation de l'appareil respiratoire, de l'air inspiré/expiré, des échanges gazeux pour comprendre la respiration. Ainsi, nous observons la façon selon laquelle l'enseignant guide les élèves entre référent empirique et modèle scientifique.

L'analyse des observations en classe ne suffit pas, en elle-même, pour rendre compte de l'efficacité de la médiation didactique mise en œuvre par l'enseignant. Dans le chapitre suivant, nous analysons les évaluations sommatives effectuées et les entretiens semi directifs post séances. En effet, l'analyse des observations en classe dévoile des situations qui nécessitent des clarifications de la part des enseignants pour comprendre ce qu'ils envisageaient faire et dire et comment ils prennent en considération les performances didactiques des élèves et s'y basent pour avancer. Alors pour avoir accès à la subjectivité des enseignants et comprendre leurs intentions, les justifications, les contraintes rencontrées au cours de leurs pratiques en classe, nous avons recours à l'analyse de leurs réponses aux questions de l'entretien semi-directif.

Nous pouvons dire que le troisième chapitre prolonge le deuxième dans la mesure où les deux s'inscrivent dans la phase d'intervention en classe. L'articulation entre les deux chapitres permet

de mieux comprendre la dynamique de la médiation didactique en œuvre et d'appréhender l'évolution des stratégies mobilisées pour aider l'élève à construire le contenu scientifique.

Chapitre 3 : Analyse de l'efficacité de la médiation didactique adoptée par l'enseignant

Introduction

Pour répondre à la troisième question de la recherche qui tend à étudier l'efficacité de la médiation didactique mise en œuvre et à déterminer si les choix didactiques opérés ont effectivement permis une appropriation du contenu visé, il semble pertinent d'étudier des traces d'apprentissage observables. Pour cela, nous avons collecté les évaluations sommatives effectuées dans les trois classes observées. L'analyse porte sur les évaluations (forme de l'évaluation et réponses des élèves) et sur des réponses des enseignants aux questions des entretiens semi-directifs concernant l'acquisition du contenu et les problèmes rencontrés au cours de l'enseignement. Ce choix d'intégrer l'analyse des entretiens semi-directifs dans ce chapitre consacré à l'évaluation de l'efficacité de la médiation didactique, s'explique par notre volonté d'éviter une redondance analytique du fait que certaines questions de l'entretien portent simultanément sur les interactions en classe et sur l'évaluation, envisagées du point de vue de chaque enseignant, dans le cadre de la médiation didactique. Ainsi l'entretien est mobilisé en tant que ressource pour éclairer les choix didactiques des enseignants en lien avec la phase d'intervention en classe et la façon selon laquelle ils conçoivent les interactions avec leurs élèves et sur leurs évaluations en ce qui concerne la médiation didactique adoptée. Nous préférons commencer cette analyse par les entretiens semi-directifs car certaines questions de l'entretien contiennent des éléments qui renvoient au chapitre précédent. Ce choix nous permet de contextualiser les propos recueillis et de construire une progression cohérente dans l'analyse des données. Une fois les entretiens analysés, l'analyse des évaluations sommatives permet de confronter les représentations exprimées au cours des entretiens semi-directifs à la médiation didactique effectivement adoptée en situation de classe et d'approfondir l'analyse des évaluations effectuées face aux pratiques en jeu.

Ce chapitre porte donc sur un élargissement des pratiques de médiation didactique : 1) par rapport aux enseignants, l'analyse porte à la fois sur leurs déclarations concernant leurs pratiques en classe, mais également sur la manière dont ils perçoivent l'efficacité de leurs pratiques ; 2) et par rapport aux élèves en analysant leurs réponses aux évaluations sommatives effectuées afin d'étudier la médiation didactique adoptée par l'enseignant et son effet sur l'appropriation du contenu scientifique visé.

3.1. La médiation didactique de l'enseignant lors de son intervention en classe comme déclarée lors des entretiens semi-directifs

L'interaction en classe constitue un moment clé pour une évaluation formative non planifiée et permet à l'enseignant de vérifier l'appropriation du contenu d'une façon informelle. En effet, dans le cadre des interactions en classe, certaines situations permettent à l'enseignant de faire une évaluation implicite de l'acquisition du contenu. Dans le but de comprendre la façon selon laquelle les enseignants observés interprètent les échanges en classe pour évaluer le niveau d'appropriation du contenu enseigné, nous avons effectué des entretiens semi-directifs où nous leur avons posé des questions concernant la phase de planification et la phase d'intervention en classe. Nous avons déjà analysé, dans le premier chapitre, les réponses des enseignants aux questions relatives à la phase de planification. Dans ce chapitre, nous nous intéressons à l'analyse de la médiation didactique des enseignants lors de la phase d'intervention en classe comme déclarée dans leurs discours (les questions posées cf. Tableau 27, page147). Des réponses particulières des enseignants aux questions des entretiens semi-directifs reflètent leur degré de satisfaction quant à l'acquisition, par les élèves, du contenu scientifique visé et dévoilent des problèmes rencontrés en situation d'enseignement. Les propos des trois enseignants interviewés convergent autour de la grande importance accordée aux évaluations orales et écrites considérées comme pilier de base pour avancer dans l'explication, mais aussi autour des difficultés rencontrées en situation d'enseignement dans le contexte bilingue libanais.

3.1.1. Une évaluation basée sur la mobilisation des fonds de connaissances des élèves

Afin de comprendre la place que les enseignants accordent aux fonds de connaissances des élèves au cours des interactions en classe et lors de l'évaluation, nous leur avons posé des questions relatives aux connaissances quotidiennes des élèves au cours de l'enseignement en classe et la façon selon laquelle ils prennent en compte ces fonds de connaissances tant au cours de l'interaction que lors des moments d'évaluation.

Les trois enseignants déclarent accorder une importance primordiale aux fonds de connaissances des élèves et les considèrent comme point d'appui essentiel tant au cours de la préparation que lors de l'intervention en classe. Ils disent les intégrer activement dans leurs progressions. L'enseignant de l'école publique affirme que les connaissances de la vie quotidienne sont un point motivant pour les élèves (Annexe 7, TP.128).

« TP 127- FM : donc tu considères que les connaissances de la vie quotidienne sont un motivant principal pour les élèves, nous pouvons dire ça ?

TP 128- ES : bien sûr, bien sûr, c'est un point motivant et essentiel… ».

Quant à l'enseignante de l'école privée, elle souligne que les fonds de connaissances des élèves constituent un

« *déclenchement, basé sur ce qu'ils ont déjà pris, ensuite nous commençons par la nouvelle partie. C'est-à-dire j'introduis les nouvelles informations, mais tu dois sûrement savoir d'abord ce qu'ils ont comme connaissances car ce sont déjà acquis » (TP.60- PEPr).*

L'enseignante de l'école privée subventionnée souligne que

« ce n'est pas logique d'utiliser quelque chose qu'ils ne reconnaissent pas » (TP.222- PEPsub)

et donne l'exemple du gonflement du ballon, utilisé pour comprendre le fonctionnement des poumons, comme fonds de connaissances référés à la vie quotidienne

« *Eux qu'est-ce qu'ils savent ? Ils savent le ballon par exemple, que si je gonfle le ballon, je le remplis avec de l'air, mais lorsque je remplis le ballon que fais le diaphragme ? Ils ne savaient pas ce que je fais, mais le principe de leurs connaissances acquises autour du ballon, autour des choses avec lesquelles je travaille. Ce que je fais comme expérience, ils n'avaient aucune idée, mais lorsque nous l'avons fait, ils comprennent que le poumon fonctionne comme le ballon » (TP.224-PEPsub).*

A travers cette déclaration, elle révèle que les élèves disposaient certes de certaines informations en relation avec le contenu enseigné, que nous avons considérées comme des fonds de connaissances, toutefois, cette reconnaissance est superficielle et non scientifique car ils ne comprenaient pas initialement ce qui était attendu de l'expérience effectuée. Ce n'est qu'au moment de la mise en œuvre de l'expérience qu'ils pourraient établir des liens avec leurs fonds de connaissances, révélant ainsi l'importance du référent empirique dans la construction du sens.

En ce qui concerne l'efficacité de la médiation didactique adoptée par l'enseignant observée sous le prisme de la mobilisation des fonds de connaissances des élèves au cours de la phase d'intervention en classe, nous soulignons que les élèves peuvent avoir recours à leurs fonds de connaissances pour refléter leur acquisition du contenu. A son tour, l'enseignant pourrait apprécier les interventions des élèves comme engagement dans le processus d'apprentissage sans avoir

recours à une évaluation formelle et planifiée. Les élèves peuvent mobiliser leurs fonds de connaissances à différentes étapes de la séance, facilitant l'articulation entre leurs connaissances quotidiennes et le contenu scientifique enseigné.

1) Au début de la séance

Il s'agit d'une évaluation diagnostique, l'enseignant pose des questions stimulant les fonds de connaissances des élèves qui serviront comme point de départ dans l'explication. Ceci est illustré avec les propos de l'enseignante de l'école privée subventionnée

« … il y a des questions que j'avais préparées et que je pose pour savoir, à partir de leurs réponses, combien ils ont des informations autour de cette leçon ? Jusqu'à quel point ils en ont déjà entendu parler?» (TP.46- PEPsub)

mais aussi avec le propos de l'enseignant de l'école publique

« *Alors j'essaie à ma référer à ces histoires qui s'étaient passées avec eux… Oui, ça va m'aider bien sûr* » (TP.126- PEPu).

2) Au cours de la séance

Les enseignants posent des questions en tant qu'évaluations formatives, comme l'illustre l'enseignante de l'école privée subventionnée

« ils relient des choses qui s'étaient passées avec eux pour comprendre l'information…Par exemple, lorsque nous parlons du système respiratoire, lorsque nous posons la question si l'air inspiré est plus froid ou plus chaud… C'est de leur expérience, de leur vie quotidienne, ils rapprochent des idées pour comprendre si c'est plus froid ou plus chaud » (TP.118,122,124- PEPsub).

L'enseignant de l'école publique explique :

« je parle par exemple d'une chose déterminée, il me dit oui mon frère a dit comme ça, ou si je parle par exemple de la maladie de l'asthme, dans l'appareil respiratoire, il répond oui il y a une personne comme ça, mon frère en est atteint, ou je connais quelqu'un qui est comme ça » (TP.132- PEPu), « Il nous explique ce qui peut se passer, je pense, aussi autour de l'asthme, l'exemple dont je t'ai parlé, alors un élève m'a dit mon frère en est atteint, il a des symptômes de l'asthme et des difficultés respiratoires… » (TP.140- PEPu).

Dans ce cadre, l'enseignante de l'école privée souligne que l'élève

« peut te donner un exemple, parce que quand tu parles de l'appareil respiratoire, sa maman ou bien son papa fume beaucoup et ce n'est pas bien pour la santé. Après avoir découvert tout cet appareil, il déduit que ce n'est pas bien parce qu'il sait maintenant où la fumée va entrer, dans les poumons, aux alvéoles et ces choses, qu'il y aura un certain gaz toxique dans les poumons, donc il ne peut plus, il ne peut plus y faire rentrer de l'oxygène comme il faut. Donner cet exemple prouve que l'information est introduite dans sa tête… » (TP 64- PEPr).

Dans ce tour de parole, l'enseignante explique que l'élève relie le fait de fumer, qu'il observe quotidiennement chez ses parents, aux problèmes respiratoires dont ils souffrent du point de vue scientifique. L'élève crée un espace hybride en passant des fonds de connaissances référés au milieu quotidien extrascolaire (fumer est nuisible pour la santé) au savoir scientifique (la réduction du taux d'oxygène indispensable au bon fonctionnement des organes). L'enseignante considère cet exemple comme indicateur que l'élève a bien saisi le rôle des poumons surtout des alvéoles pulmonaires dans l'apport de l'oxygène au corps.

Basés sur les exemples précédents, nous pouvons conclure qu'au cours de la séance, l'enseignant(e) pourrait s'assurer de l'acquisition du contenu expliqué en observant la façon selon laquelle l'élève s'accroche à ses fonds de connaissances pour avancer et comprendre les nouvelles informations.

3) A la fin de la séance

Les fonds de connaissances sont aussi présents. L'évaluation formative peut prendre la forme d'une récapitulation de ce qui est appris au cours de la séance, des questions posées pour pousser les élèves à relier ce qui est appris à leurs fonds de connaissances, ou des exercices à préparer comme devoir pour la séance suivante[60]. De plus, l'enseignante de l'école privée considère l'application des connaissances apprises à la vie quotidienne comme indicateur de l'acquisition du contenu

[60] Par exemple lorsque l'enseignante de l'école privée subventionnée demande aux élèves de réfléchir à deux moyens pour protéger le système respiratoire pour les discuter au cours de la séance suivante.

« … Donc c'est ça le but, ce n'est pas simplement de lui donner des informations et des pages et c'est fini, non, il doit les appliquer dans sa vie pour construire une génération qui fait attention à sa santé » (TP.118-PEPr).

3.1.2. Les moyens d'aide didactique dans l'évaluation dans les discours des enseignants

Les moyens d'aide didactique sont généralement utilisés par l'enseignant pour faciliter l'appropriation du contenu. Pour comprendre l'importance de l'utilisation des moyens d'aide didactique en sciences dans un contexte bilingue, nous avons posé des questions aux trois enseignants pour comprendre dans quelle mesure ces aides didactiques ont permis d'atteindre les objectifs visés selon les enseignants, et d'autre part, pour interpréter le lien établi entre ces aides didactiques et les différentes formes d'évaluations mises en œuvre.

Dans le cadre de l'importance accordée aux moyens d'aide didactique, les enseignants interviewés soulignent unanimement leur rôle déterminant, en insistant sur une efficacité qui se révèle de manière manifeste au moment des évaluations, qu'elles soient orales ou écrites.

« *Alors si je voulais expliquer sans ces moyens, l'élève ne pourrait pas bien comprendre. L'information ne lui arrive pas de la même façon que lorsqu'il voit toutes les choses devant lui, il voit des documents, il voit des photos, il voit une maquette, bien sûr ça va lui faciliter l'acquisition des concepts* » (TP.206- PEPsub).

« *Bien sûr, ils facilitent beaucoup l'acquisition du concept, ce n'est pas un peu. Et ça apparait le plus lorsque je trouve qu'ils arrivent le lendemain et qu'ils ont dessiné l'exemple que j'ai donné. Peut-être quelquefois, je ne cherche rien de matériel pour leur montrer, je le trace au tableau ou je le dis oralement. … Plusieurs élèves arrivent le lendemain avec un schéma montrant ce qu'ils ont compris, ce qui montre combien ils ont compris et combien l'idée est acquise … »* (TP. 62-PEPu).

Les exemples représentent un moyen d'aide didactique central mobilisé par les enseignants au moment de l'explication :

« Sans ces exemples, et sans avoir recours à leur vie quotidienne, l'acquisition des informations devient plus difficile » (TP.246- PEPsub).

Ils jouent également un rôle dans l'évaluation. En effet, ces moyens d'aide didactique, intégrés à la pensée des élèves pendant l'explication, réapparaissent souvent au moment de l'évaluation en tant que repères cognitifs : soit l'élève s'en souvient spontanément

« il y a des élèves qui, spontanément, me font rappeler l'exemple, oui monsieur, c'est comme tu nous as dit » (TP. 68-PEPu),

soit l'enseignant les évoque de nouveau pour rappeler aux élèves l'exemple et, dès lors, faciliter la réponse

« je lui rappelle l'exemple, je lui rappelle et lui dit tel tel, alors il se souvient, fait attention et écrit la réponse lorsqu'il se rappelle de l'exemple que nous avons dit en classe » (TP.66-PEPu).

D'autres moyens d'aide didactique, comme l'expérience, jouent également un rôle non négligeable dans l'évaluation,

« Oui, bien sûr, pendant l'examen, ils se rappellent de l'expérience qu'on a faite. L'information leur est arrivée, ils s'en souviennent autrement que si aucune expérience ou autre activité n'était réalisée en classe.» (TP.216-PEPsub).

Certains moyens d'aide didactique s'avèrent efficaces pour l'ensemble des élèves, indépendamment de leurs différences individuelles

« … mmm, parfois par exemple, tu leur donnes un schéma autour de l'appareil, peut être tous peuvent répondre à la question correctement. Parfois tu leur donnes un texte, quelques-uns trouvent des difficultés à répondre… » (TP.106-PEPr) ; « nous utilisons l'animation, la vidéo, la vidéo est très efficace, et très beau, et tu poses des questions, enfin tu arrives à une étape où tu poses la question et tout le monde a compris» (TP.44-PEPr).

D'autres, en revanche, dévoilent et respectent les différences individuelles entre les élèves, et prennent en compte leur diversité en s'adaptant à leurs besoins spécifiques

« Oui, le document, comme tu as dit, il y a un élève qui va le comprendre tout seul, le lire et comprendre par exemple que contient le sang entrant et que contient le sang sortant, et il y a un autre élève qui, non, ne peut pas tout seul distinguer, ou pouvoir comprendre de quoi s'agit-il dans ce tableau. Je dois intervenir et lui faire rapprocher l'idée de plus » (TP.184-PEPsub).« Donc la plupart, mais sauf ceux qui souffrent d'un faible niveau en langue, il y en a toujours un ou deux

en classe, mais la plupart ont réussi à répondre car le texte était très très intéressant » (TP.108-PEPr).

En ce qui concerne la relation entre les moyens d'aide didactique et les différents types d'évaluation mis en œuvre, l'enseignant peut évaluer la performance didactique de l'élève, afin d'ajuster, voire de modifier, les moyens d'aide didactique utilisés, au cas où il constate que l'élève n'a pas approprié le contenu visé

« Au cas où l'élève n'a pas compris, nous pouvons réexpliquer en utilisant une méthode plus simple, en utilisant des documents, en nous basant sur des choses, par exemple sur des photos, tu lui expliques et il comprend c'est où, sur une vidéo, il comprend c'est comment, tu me comprends ? » (TP.36- PEPr).

3.1.3. Mélanger les fonds de connaissances avec les moyens d'aide didactique

Le recours aux moyens d'aide didactique peut être articulé avec l'exploitation des fonds de connaissances des élèves, favorisant ainsi une médiation didactique plus efficace et contextualisée. Par exemple, après avoir terminé l'explication, l'enseignante de l'école privée subventionnée demande aux élèves, en tant qu'évaluation formative, de comparer l'organe expliqué à une chose de leur vie quotidienne. Par cette question, elle mobilise les fonds de connaissances des élèves, mais aussi elle utilise l'exemple ou la comparaison proposée par les élèves pour voir comment ils ont imaginé le fonctionnement de l'appareil ou de l'organe :

« Il peut y avoir que l'élève seul propose ces exemples, c'est-à-dire par exemple mmm, il me donne des exemples à partir de ce qu'il a vu, par exemple lui il a vu la bétonnière, il n'a pas vu … autre chose. Peut-être lui seul il peut les relier. Ou bien je peux poser la question et lui dire comme quoi par exemple ? Il va alors me dire c'est comme quoi » (TP.54-PEPsub).

Cette idée se confirme dans un autre exemple à l'école publique, lorsque l'enseignant utilise une maquette formée des ballons et d'une bouteille en plastique (Figure 80, page 223) pour rapprocher l'idée du fonctionnement du diaphragme. Par ce moyen, il pousse les élèves à la création d'un espace hybride qui permet de passer de la perception quotidienne du ballon comme objet de jeu, à une approche scientifique qui représente le fonctionnement du diaphragme :

« donc c'est l'objectif, lui montrer que cette chose que tu fais chaque jour, peut-être, ça ressemble à un phénomène que nous étudions, ou un phénomène qui a lieu dans ton corps » (TP.122-PEPu).

3.1.4. Impact de la langue sur l'enseignement et sur l'évaluation sommative

Pour explorer les représentations des enseignants concernant la langue d'enseignement, nous avons posé des questions relatives à la langue principalement adoptée au cours des interactions et son rôle dans la transmission du contenu mais aussi au cours de l'évaluation.

Les enseignants interrogés appréhendent la langue d'enseignement en sciences selon des perspectives différentes, reflétant des conceptions variées de son rôle dans la médiation du contenu scientifique. Cette vision s'incarne dans leur comportement au cours de l'évaluation. A titre d'exemple, l'enseignante de l'école privée considère que :

« les sciences aident le français » (TP.42- PEPr) et que *« petit à petit, ça va entrer dans sa pensée (la pensée de l'élève) , il saura comment formuler la phrase, utiliser les termes scientifiques et poser la question » (TP.42-PEPr).*

Elle pose des questions en lien avec la langue d'enseignement, en s'appuyant sur des supports textuels, tout en y intégrant des indicateurs langagiers susceptibles d'orienter les élèves vers la compréhension du sens visé et de soutenir leur capacité à formuler des réponses pertinentes :

« car il y a des indicateurs, il y a des signes dans le texte et c'est à lui de l'extraire. Tu l'aides en français et il extrait les choses scientifiques que tu veux et en même temps on travaille sur la langue française » (TP.112-PEPr).

De plus, elle demande aux élèves d'utiliser exclusivement la langue française pour répondre aux questions orales et écrites

« Même s'il fait des erreurs, je corrige la phrase mais il faut qu'il s'habitue. Parce que, pas seulement le français aide les sciences, les sciences aussi aident le français, les maths, toutes les matières enseignées en français » (TP.28- PEPr).

Cependant, l'enseignant de l'école publique considère le traitement du contenu disciplinaire comme priorité, reléguant la question de la langue d'enseignement à un second plan dans sa médiation didactique

« pour moi, je cherche le contenu, c'est plus important que la langue s'il l'acquière, ce qui importe le plus pour moi » (TP.106- PEPu).

Il perçoit la langue d'enseignement comme simple véhicule de savoir que l'élève est censé acquérir juste pour répondre aux questions de l'évaluation écrite :

« si je suis au cours de l'explication de la leçon, je l'explique et je lui demande pour la première fois et qu'il réponde en arabe, ok, mais je vais l'habituer ensuite à répondre en français, car il va l'utiliser à l'écrit, pendant l'examen, il va écrire en français, en langue française non pas en langue arabe » (TP.92-PEPu).

La flexibilité manifestée par l'enseignant de l'école publique à l'égard de la langue d'enseignement semble découler du faible niveau de maîtrise linguistique observé chez les élèves :

« il y a beaucoup d'élèves, honnêtement, il y a quelques élèves, comme tu disais, ils ont honte peut-être parce qu'ils n'arrivent pas à le prononcer correctement, il y a beaucoup de cas pareils » (TP.148-PEPu).

Pour les aider, il adopte des stratégies pour la lecture des questions et puis pour les réponses : 1) pour la lecture :

« je lis le mot et lui demande de le répéter, au minimum, au moins qu'il s'habitue à prononcer ou à lire et je rencontre ce problème le plus lorsque je suis en première année du cycle, où les élèves passent d'un cycle au suivant, ils sont nouveaux, je ne les connais pas, ils apprennent une nouvelle matière, de nouveaux concepts, alors je prononce le mot et leur demande de répéter et leur demande de lire, à tour de rôle» (TP.152-PEPu)

et 2) pour répondre aux questions :

« Parfois je pose une question et un élève me répond en arabe. Je lui dis, dis-moi en français, je veux l'entendre en français, prononce en français même si c'est faux. Il me parait nécessaire qu'il apprenne à les prononcer, comment parler, comment les lire, et même comment il les écrit. Donc il y a quelques mots qui sont les mots clés du chapitre que j'explique, ou aussi dans l'objectif que je veux dire, au moins ils doivent savoir l'exprimer ou le dire en français, pour qu'ils s'y habituent bien sûr » (TP.86-PEPu).

Donc il agit progressivement, au début, il laisse l'élève répondre peu importe la langue qu'il utilise, mais ensuite :

« quand le chapitre est expliqué et que les compétences soient acquises, il doit répondre en français, comme je te dis, dans l'examen il va faire évaluation écrite, il doit répondre en français, et surtout tu parles des sciences, il y a beaucoup de situations où il doit utiliser … décrire, faire une comparaison, il faut qu'il ait une langue » (TP.94-PEPu).

Quant à l'enseignante de l'école privée subventionnée, elle met l'accent, dans son discours, sur l'articulation entre les sciences et la langue d'enseignement :

« les sciences, ça ne se limite pas aux sciences, il y a des matières, il y a des mots qui sont importants en français » (TP.112-PEPsub).

Elle aborde cette relation en tant que débat entre la langue comme ressource d'apprentissage et la langue comme obstacle potentiel à l'appropriation du contenu scientifique. Selon elle, malgré que *« la traduction en arabe facilite l'explication » (TP.86-PEPsub)*, elle peut causer des obstacles surtout lors de l'évaluation. Elle dit :

« par exemple si j'ai un élève qui comprend toutes les informations en arabe, mais lors de l'évaluation, il n'arrive pas à expliquer, il ne peut pas me répondre, alors c'est un obstacle pour lui parce qu'il lui a fait diminuer son niveau de performance » (TP.100-PEPsub) ; « mais pour lui, s'il comprend toutes les informations et arrive à résoudre en français, la langue française est sans doute la meilleure pour lui » (TP.102-PEPsub) ; « une fois elle lui est bénéfique, une fois il comprend tout, et les … les idées sont acquises et tout ça mais il n'arrive pas à s'exprimer lors de l'évaluation, et dans l'évaluation je ne peux pas l'aider en arabe. Ça va… ça va diminuer son niveau, ici elle se présente comme obstacle par rapport à l'élève. Mais si j'ai par exemple un autre élève qui comprend et tout va bien, il arrive à un stade où le français lui est beaucoup plus bénéfique » (TP.104-PEPsub).

Basée sur cette conception concernant la langue d'enseignement en sciences, l'enseignante de l'école privée subventionnée tient compte du niveau de maîtrise de la langue étrangère chez les élèves comme critère déterminant dans le choix de la langue utilisée lors des interactions en classe :

« selon le niveau de la classe, est-ce que si je continue à parler en français il va comprendre et acquérir les objectifs que je veux ? Sinon, je ne XXX donc si je continue à parler en français pendant toute la séance, et entrer en classe et sortir sans réaliser les objectifs, non, avoir recours à la traduction sera plus efficace » (TP.92-PEPsub).

Cependant, elle garde toujours à l'esprit que le recours à la traduction ou au translangage au cours de l'explication a des répercussions négatives sur l'élève, notamment en situation d'évaluation écrite :

« car peut être, au cours de l'examen, comme je te dis, il ne pourra pas l'écrire en arabe et par suite il ne pourra pas l'écrire en français car il ne l'a pas acquis en français, il l'a appris, de moi, en arabe » (TP.128-PEPsub).

En revanche, pour répondre aux questions, l'élève essaie d'abord de s'exprimer en français, puis en utilisant des gestes et dans le cas où il rencontre davantage de difficultés, il a recours à la traduction arabe comme dernière solution :

« tout d'abord il va… par exemple je pose une question, lui il va essayer, autant que possible, de répondre en français, peut être que la phrase, mmm, pas correspondante, pas du tout, mais il va, eeee, mettre la réponse qu'il veut en français. S'il ne peut pas, il va, comme XXX, signaler avec des gestes, s'il n'arrive pas, c'est fini, il va me le dire en arabe » (TP.94-PEPsub).

Alors le recours à la traduction ou au translangage durant la phase d'explication peut constituer, lors de l'évaluation, un obstacle à l'identification des acquis en sciences :

« le plus, c'est la langue qui se pose comme obstacle devant lui. Peut-être il ne connait pas que veut dire entrant, que veut dire sortant, et même peut être qu'il ne sait pas que veut dire quantité dès le début XXX quand il comprend la langue, il devient capable de lire le tableau et de comprendre le document tout seul, quand il maîtrise bien la langue » (TP.186-PEPsub).

Pour conclure sur ce point, l'analyse des entretiens montre que certains enseignants ont recours à la traduction ou au translangage durant l'explication pour favoriser la compréhension. Toutefois, d'un point de vue didactique, cette pratique peut constituer un obstacle surtout lors de l'évaluation, dans la mesure où elle rend difficile l'identification des acquisitions propres au savoir scientifique visé. En effet, l'obligation d'utiliser la langue étrangère au cours de l'évaluation peut masquer les

difficultés conceptuelles réelles des élèves ou, au contraire, en créer des difficultés artificielles lorsque l'élève comprend mais n'arrive pas à s'exprimer en français.

3.1.5. La motivation comme élément principal pour dépasser l'obstacle langagier

Dans un contexte d'enseignement bilingue, notre analyse vise à repérer des situations où la langue d'enseignement constitue un obstacle à la participation de l'élève aux échanges scientifiques en classe. Il s'agit alors d'identifier les pratiques et les postures adoptées par l'enseignant pour créer un environnement favorisant l'engagement, propice à la mise en confiance de l'élève et qui l'accompagne dans le dépassement des freins langagiers afin de permettre sa participation aux interactions en classe.

Pour cela nous avons posé des questions portant sur les difficultés rencontrées dans l'engagement des élèves dans les interactions en classe, ces difficultés peuvent être liées à la langue d'enseignement ou à d'autres facteurs et sur les stratégies didactiques mises en œuvre par l'enseignant pour susciter l'engagement des élèves et favoriser un climat d'apprentissage interactif. Nous avons aussi posé une question pour identifier les passerelles construites entre le langage quotidien et le langage scientifique.

L'enseignante de l'école privée souligne que la participation des élèves est généralement élevée. Toutefois, elle observe que certains restent en retrait par rapport aux autres. Elle déclare que ceux-ci s'investissent davantage lorsqu'ils sont sollicités pour faire des recherches ou des productions manuelles, suggérant l'importance de diversifier les modalités d'engagement des élèves pour respecter l'hétérogénéité de leurs profils :

« Oui, il y a des élèves qui ne participent pas beaucoup, mais quand nous leur demandons des recherches, il y a des élèves qui font des choses très belles, ils aiment les choses « manuelles », ils font des recherches » (TP.138-PEPr).

L'enseignante de l'école privée subventionnée déclare rencontrer quelques difficultés dans l'engagement des élèves dues à la langue d'enseignement :

« Mais parfois ils me posent la question par exemple que veut-dire en arabe ? » (TP.68- PEPsub)
« Par exemple l'estomac, ils reconnaissent que c'est le معدة, oui ils le reconnaissent. Mais encore, oui, je leur explique en arabe car, pour le comprendre » (TP.72- PEPsub).

L'enseignant de l'école publique déclare que la difficulté majeure qui empêche les élèves de s'engager en classe est due à la langue d'enseignement :

« Il y a quelques élèves, comme tu disais, ils ont honte peut-être parce qu'ils n'arrivent pas à le prononcer correctement, il y a beaucoup de cas pareils » (TP.148-PEPu).

Ils hésitent à prendre la parole et sollicitent parfois l'enseignant afin qu'il désigne un autre élève pour lire à leur place. Cet évitement est dû à un sentiment d'insécurité linguistique :

« il me dit non je ne veux pas lire, je ne sais pas lire, ou bien non, demande à un autre élève de lire à ma place » (TP.150-PEPu).

Au cas où l'élève n'interagit pas en classe à cause de son faible niveau de maîtrise en langue française, les trois enseignants mobilisent une médiation didactique agissant sur le plan social et affectif visant à dépasser les obstacles langagiers. Ils cherchent à instaurer un climat motivant pour susciter l'interaction et l'engagement des élèves, notamment ceux dont le faible niveau de maîtrise de la langue d'enseignement réduit leurs participations dans les activités scientifiques. L'enseignante de l'école privée annonce qu'elle se centre sur l'élève qui n'ose pas participer dans le discours scientifique :

« je me concentre sur cet élève et l'amène à participer. Je l'encourage, je l'aide un peu, et ça va aller, et c'est une motivation pour lui, même s'il dit une phrase incorrecte comme on a dit, tu lui aides, et dis que vous êtes tous ici pour apprendre, et nous allons tous apprendre, personne ne fait aucune erreur. Nous, les adultes, faisons tous des erreurs, mais nous arrivons à ce qui est le plus important, c'est qu'il comprenne » (TP.140-PEPr).

Elle travaille sur l'aspect psychologique de l'élève en instaurant une relation positive afin de susciter son intérêt pour les sciences :

« par ce que s'il ne t'aime pas, XXX, il va détester la matière, c'est-à-dire, l'élève, tu dois savoir comment te comporter avec lui. Tout d'abord c'est un enfant, XXX, tu ne sais pas qu'est-ce qu'il pense, peut-être il pense que s'il dit maintenant la réponse, ça peut être incorrecte, dis-lui incorrecte mais participe, nous corrigeons » (TP. 144-PEPr) ; « pour que l'idée lui devienne plus claire, et qu'il soit encouragé, l'encourager, le motiver, tu comprends comment ?» (TP.148-PEPr).

Elle mentionne qu'elle essaye d'engager tous les élèves, surtout ceux de faible niveau de maîtrise en langue française, en leur rapprochant les idées et en donnant :

« un exemple que tout le monde peut comprendre… puisque si l'élève de faible niveau en français ou de niveau moyen comprend, c'est fini, le problème sera résolu avec les autres. Ils n'auront plus de problème, car ils n'ont pas de problème dans la langue » (TP.98,100-PEPr).

Afin de dépasser les obstacles liés à la langue d'enseignement, l'enseignante de l'école privée subventionnée mobilise des gestes explicites :

« j'essaie quelquefois en utilisant les gestes » (TP.82-PEPsub),

elle a aussi recours à la traduction arabe pour faciliter la compréhension :

« la traduction en arabe facilite l'explication, oui » (TP.86-PEPsub).

De son côté, l'enseignant de l'école publique mobilise également la traduction en arabe comme stratégie d'appui à la construction du sens, dans le but de soutenir l'appropriation du contenu scientifique par les élèves :

« lorsque je remarque que les élèves trouvent des difficultés à comprendre, je passe à la traduction en arabe pour les ramener au courant » (TP.78-PEPu).

Et analogiquement à ce que nous avons déjà observé chez l'enseignante de l'école privée, il cherche à aider les élèves à surmonter les freins langagiers en s'appuyant sur des stratégies de motivation. À ce titre, il veille à ce que chaque élève prenne la parole et procède à une lecture à voix haute, ce qui favorise sa participation active et renforce sa maîtrise langagière en sciences :

« je lui dis lis, ou je lis le mot et lui demande de le répéter, jusqu'au minimum, au moins qu'il s'habitue à prononcer ou à lire, et je rencontre ce problème le plus lorsque je suis en première année du cycle, où les élèves passent d'un cycle au suivant, ils sont nouveaux, je ne les connais pas, ils prennent une nouvelle matière, de nouveaux concepts, alors je dis le mot et leur demande de répéter et leur demande de lire, chacun à son tour, aujourd'hui un élève, disons X, va lire, demain un deuxième élève, ainsi de suite, je les laisse lire, eux-mêmes, et particulièrement comme je disais, quand il y a des mots scientifiques, des mots nouveaux, je les laisse lire, eux-mêmes pour s'habituer » (TP.152-PEPu).

L'enseignante de l'école privée subventionnée encourage la participation des élèves en valorisant les interventions qui présentent des exemples de la vie quotidienne, elle donne à l'élève qui raconte une histoire de sa vie quotidienne en lien avec le contenu enseigné un point bonus (+1), ce qui renforce l'engagement des élèves et leur participation dans les interactions en classe :

« par exemple, peut-être je pose une question avec un +1, par exemple bonus, peut être un élève qui a une histoire de sa vie qui est en relation avec l'explication de la leçon, ils sont alors motivés pour parler d'une chose en relation avec la leçon » (TP.136-PEPsub).

Parallèlement, cette pratique constitue un levier de motivation pour le reste des élèves de la classe qui deviennent plus attentifs car ils considèrent le discours de leur camarade comme étant plus accessible que celui de l'enseignante :

« quand l'élève parle, ils seront plus attirés pour entendre l'histoire de leur camarade. Différemment du cas de l'enseignante qui ne nous raconte pas une histoire, elle explique une leçon, et ils sont ennuyés. Ils aiment voir l'histoire de leur ami ou de leur amie » (TP.138-PEPsub).

Cette situation s'inscrit dans une logique d'apprentissage entre pairs et permet une meilleure implication en classe. Ce recours à l'apprentissage entre pairs constitue une pratique commune déclarée par les trois enseignants interviewés. En effet, l'enseignante de l'école privée mentionne dans son discours l'importance de l'apprentissage entre pairs :

« je laisse ses camarades l'aider un peu pour qu'ils arrivent tous à participer, pour que l'idée lui devienne plus claire et qu'il soit encouragé, lui encourager, motiver, tu comprends comment ? » (TP.148-PEPr).

Pareillement, l'enseignant de l'école publique évoque l'apprentissage entre pairs comme une pratique notamment visible surtout lorsqu'un élève mobilise une expérience de sa vie quotidienne et qu'un autre s'y engage en posant une question en rapport :

« je dis à l'élève qui m'a répondu le premier dis-lui, que veut dire asthme ? » (TP.144-PEPu).

Les trois enseignants interviewés voient ce type d'interaction en tant que levier qui favorise la co-construction du sens, renforce la compréhension mutuelle entre les élèves et soutient leur participation active aux interactions en classe.

En réponse à la question portant sur l'émergence des situations où les élèves mobilisent leur langage quotidien et s'y réfèrent pour accéder au langage scientifique, les trois enseignants interrogés soulignent que cette dynamique se manifeste fréquemment dans les interactions en classe. Par exemple, elle apparaît notamment dans la classe de l'école privée subventionnée :

« ils relient des choses qui s'étaient passées avec eux pour comprendre l'information » (TP.118-PEPsub).

L'enseignante donne un exemple sur une situation où l'élève se réfère à l'observation de la buée sur la vitre de la voiture en hiver pour déduire que l'air expiré est plus chaud que l'air inspiré :

« nous demandons si l'air inspiré est plus froid ou plus chaud, alors l'élève découvre, à partir de sa vie quotidienne, que l'air expiré est plus chaud, pourquoi ? Parce qu'il souffle sur la vitre de la voiture, lui de sa vie quotidienne, sur la vitre il observe de la vapeur » (TP. 122-PEPsub) « donc ils reconnaissent que l'air expiré, quand on souffle sur la vitre, nous aurons cette vapeur d'eau, ils déduisent que, oui, l'air expiré est plus chaud. C'est de leur expérience, de leur vie quotidienne, ils rapprochent les idées pour comprendre que c'est plus froid ou plus chaud, et ainsi » (TP.124-PEPsub).

Elle mentionne aussi des situations où les connaissances de la vie quotidienne des élèves conduisent leur pensée en donnant d'autres exemples non relatifs au thème de la respiration :

« Au début, lorsque je commence l'explication du chapitre, par exemple, aujourd'hui j'expliquais autour des vaisseaux conducteurs de la plante, nous serons maintenant hors sujet… un élève dit, oui, lorsque nous faisons, lorsque nous coupons la tige, il apparait quelque chose comme l'eau, directement il a relié les idées de sa vie quotidienne avec le chapitre que nous expliquons…ou bien lorsque nous parlons de la mastication, que lorsque nous faisons une mastication, un élève a dit c'est pourquoi nous sentons qu'il y a de la salive dans les aliments, qui sont arrivés aux aliments, lorsque nous parlons de la salive » (TP.234,236,238-PEPsub).

Pour sa part, l'enseignant de l'école publique déclare rencontrer beaucoup de situations pareilles où les élèves se réfèrent au langage quotidien pour le relier au contenu scientifique enseigné :

« Quand je parle il dit oui c'est vrai, c'est comme ça…je parle par exemple d'une chose déterminée, il me dit oui mon frère a dit comme ça, ou s'il parle par exemple de la maladie

l'asthme, dans l'appareil respiratoire, il répond oui il y a une personne comme ça, mon frère en est atteint, ou je connais quelqu'un qui est comme ça » (TP. 130,132-PEPu).

Les exemples déjà mentionnés montrent que les élèves s'appuient sur leurs expériences personnelles ou sur leur vécu extrascolaire pour comprendre ou illustrer le concept scientifique enseigné. Ces situations, bien que spontanées, offrent à l'enseignant une opportunité de médiation didactique permettant de relier les fonds de connaissances des élèves au contenu scientifique enseigné.

3.1.6. La modélisation dans les discours des enseignants

Bien que la modélisation se manifeste comme un élément important que nous avons remarqué pendant les observations en classe, elle n'est pas explicitement évoquée dans les discours des trois enseignants lors des entretiens semi-directifs. Cette absence pourrait être due au fait que nous n'avons pas abordé directement cette question au cours des entretiens ou que la nature même des échanges n'a pas permis de faire émerger cette notion ou encore à cause d'une méconnaissance du concept de la modélisation par les enseignants interrogés, n'ayant pas nécessairement une formation en didactique. Leurs discours s'est focalisé sur des éléments plus accessibles, plus familiers et plus concrets pour eux, tels que les savoirs quotidiens, que nous avons analysés en tant que fonds de connaissances en nous référant à notre cadre conceptuel, les supports d'enseignement, que nous avons analysés en tant que moyens d'aide didactique ou encore la langue d'enseignement que nous avons observée sous le prisme des pratiques langagières adoptées pour dépasser l'obstacle dû à la langue étrangère d'enseignement. Ce constat met en lumière la nécessité de soumettre les enseignants de sciences au Liban à des formations spécifiques en didactique des sciences pour les aider à mieux comprendre certains concepts clés de cette discipline. Ce qui contribuerait à enrichir leur regard envers les sciences, à améliorer leurs propres pratiques en classe mais aussi à renforcer leur capacité à transmettre efficacement une pensée scientifique aux élèves du cycle primaire, particulièrement dans un contexte bilingue comme le cas du Liban.

Conclusion

Nous avons abordé, dans ce chapitre, l'analyse des entretiens semi-directifs effectués avec les trois enseignants observés dans le but d'expliciter et d'évaluer la médiation didactique adoptée et de dévoiler les difficultés rencontrées en situation de classe dans le contexte bilingue libanais.

Sur la base du cadre conceptuel explicité précédemment, nous avons structuré les résultats selon une organisation thématique. Nous avons commencé par l'analyse de la médiation didactique comme déclarée par les trois enseignants en relation avec la mobilisation des fonds de connaissances des élèves. Nous avons conclu que les enseignants accordent une grande importance aux connaissances quotidiennes des élèves et les considèrent comme point d'appui principal tant au cours de la préparation que lors de l'intervention en classe. A leur tour, les élèves peuvent mobiliser intuitivement leurs fonds de connaissances pour montrer leur compréhension et pour établir des liens entre leurs connaissances quotidiennes et le contenu scientifique abordé. Cette intervention peut être interprétée par l'enseignant comme une forme d'engagement dans le processus d'apprentissage sans avoir recours à une évaluation formelle et planifiée.

Ensuite, nous nous sommes penchés sur l'importance de l'utilisation des moyens d'aide didactique en sciences dans un contexte bilingue. Les discours des trois enseignants interrogés convergent sur la nécessité de ces moyens notamment lors des évaluations orales et écrites. Ils mentionnent les exemples en tant que moyen d'aide didactique principalement mobilisé tant au moment de l'explication qu'au moment de l'évaluation. Certains moyens d'aide didactique s'avèrent efficaces pour l'ensemble des élèves, d'autres dévoilent des différences individuelles et soulignent l'importance de reconnaitre la diversité des élèves, incitant les enseignants à adapter leurs pratiques aux besoins spécifiques.

Nous avons aussi évoqué l'impact de la langue d'enseignement sur l'évaluation selon les points de vue des enseignants. Ceux-ci adoptent des postures différenciées vis-à-vis de la langue d'enseignement : une enseignante insiste sur l'usage exclusif du français lors des échanges en classe et considère que cette rigueur constitue un levier d'apprentissage. En revanche, les deux autres enseignants recourent au translangage ou à la traduction en langue maternelle arabe pour favoriser la compréhension du contenu scientifique. Toutefois, ces derniers soulignent que cette pratique, bien qu'efficace sur le plan de la médiation, pourrait engendrer des obstacles, notamment au cours des évaluations dans la mesure où certains élèves, n'ayant pas acquis une maîtrise suffisante de la langue d'enseignement, rencontrent des difficultés à s'exprimer et à répondre aux questions des évaluations en français, langue étrangère, ce qui rend difficile l'identification des acquisitions propres au savoir scientifique. En effet, le recours à la langue étrangère dans l'évaluation pourrait masquer les difficultés conceptuelles réelles des élèves ou, au contraire, en

créer des difficultés artificielles lorsque l'élève comprend mais n'arrive pas à s'exprimer en français. Pendant leurs discours, les enseignants ont mentionné des situations où les élèves mobilisent leur langage quotidien et s'y réfèrent pour accéder au langage scientifique. Ces situations offrent à l'enseignant l'opportunité de médiation didactique qui relie les fonds de connaissances au contenu scientifique enseigné.

Le thème de la motivation émerge dans la phase finale des entretiens semi-directifs. L'analyse met en évidence une préoccupation partagée chez les enseignants interrogés visant à instaurer un climat d'appartenance de telle façon que les élèves se sentent inclus dans la classe. Cette orientation témoigne de l'importance accordée à la dimension motivationnelle de l'apprentissage, considérée comme un levier qui active l'engagement des élèves en classe et soutient leur implication dans les activités scientifiques. Dans cette mesure, même si la langue étrangère d'enseignement se présente parfois comme un frein à la participation des élèves, les discours des enseignants interrogés révèlent un réel engagement sur le plan motivationnel. Ils cherchent à impliquer les élèves en agissant sur leur intégration dans la dynamique de la classe.

Dans le but de situer la modélisation dans les discours des enseignants interviewés, nous avons cherché, dans les entretiens semi-directifs, s'ils mentionnent des situations de modélisation ou si leurs discours renvoient au référent empirique, modèle scientifique ou à la façon de guider les élèves entre les deux registres. Bien que la modélisation implicite occupe une place importante dans les interventions des enseignants comme déjà montré dans l'analyse des observations en classe, cette notion n'est pas explicitement évoquée dans leurs discours. Cette absence pourrait être due au fait que cette question n'ait pas été suffisamment perçue par les enseignants au cours des entretiens ou que la nature même des échanges n'a pas permis de faire émerger cette notion ou encore à cause d'une méconnaissance du concept de la modélisation en sciences au sens de Martinand par les enseignants interrogés. Quoi qu'il en soit, ce constat interroge la formation des enseignants libanais en didactique des sciences utile pour mieux comprendre certains concepts clés de cette discipline, enrichir leur culture en didactique et renforcer leur capacité à transmettre efficacement une pensée scientifique aux élèves du cycle primaire, particulièrement dans un contexte bilingue comme le cas du Liban.

3.2.Des intentions aux acquis : l'évaluation sommative et sa relation à la médiation didactique

L'évaluation constitue un moment clé dans le processus didactique. Elle permet de vérifier l'acquisition des objectifs d'apprentissage et de questionner l'efficacité de la médiation didactique en jeu. Après avoir analysé la phase de planification ainsi que les interactions en classe et les réponses des enseignants aux entretiens semi-directifs, il est désormais essentiel d'interroger l'évaluation effectuée. L'analyse de l'évaluation nous permettra de mesurer l'effet de la médiation didactique mise en œuvre sur l'atteinte des objectifs préalablement déterminés.

À côté de l'acquisition du contenu par les élèves, l'évaluation vise à dévoiler l'adéquation ou non de la médiation didactique mise en jeu en confrontant les intentions manifestées par les enseignants dans la phase de planification aux performances effectivement obtenues chez les élèves.

L'évaluation prend différentes formes en fonction du moment de son déroulement dans l'enseignement. Au cours des séances observées, il y a eu des évaluations formatives. Dans les chapitres précédents figurent plusieurs situations d'interactions orales révélant l'acquisition, ou non, du contenu enseigné. Il s'agit des situations propres aux évaluations formatives orales intégrées aux séances analysées. À l'issue des séquences d'enseignement, des évaluations sommatives sont mises en place pour vérifier l'atteinte des objectifs d'apprentissage visés. C'est l'objectif de ce chapitre.

L'analyse de la médiation didactique de l'enseignant dans le cadre de l'évaluation sommative s'articule autour de plusieurs dimensions. Nous allons d'abord analyser les supports d'évaluation utilisés, en focalisant les moyens d'aide mobilisés, les performances didactiques visées ou effectivement observées, les fonds de connaissances sollicités et la création ou non d'espaces hybrides. Nous accordons une attention particulière aux situations de modélisation en analysant les questions posées dans les examens et en observant si l'enseignant envisage d'engager les élèves dans un processus de modélisation ou bien s'il évalue leur capacité à mobiliser une logique de modélisation pour comprendre le contenu enseigné. Pour cela, nous avons élaboré deux grilles d'analyse pour chaque classe : la première vise à catégoriser les types de questions et la seconde permet d'analyser les réponses produites par les élèves dans le but d'identifier les modalités de mobilisation du savoir, les compétences acquises et les démarches de raisonnement attendues (annexe 13).

Il est à noter que nous avons collecté l'ensemble des réponses des élèves de l'école publique et de l'école privée subventionnée pour l'analyse. En revanche, nous n'avons pas pu collecter les réponses des élèves de l'école privée, car leur enseignante considère que c'est une chose privée. Elle s'est limitée à nous dire que tous les élèves sont intelligents et braves et ont correctement répondu aux questions et qu'ils ont eu de bonnes notes[61]. Une autre observation concerne la classe de l'école privée, où, en complément des évaluations sommatives classiques et afin de stimuler la curiosité scientifique des élèves, l'enseignante leur propose de réaliser des travaux de recherche en lien avec le chapitre abordé, puis de présenter oralement leurs travaux afin de partager leurs apprentissages avec leurs camarades. Nous présentons ci-après, à titre illustratif, quelques-unes des recherches effectuées autour du thème de l'appareil respiratoire.

Dans la suite de cette section, nous analysons séparément les évaluations sommatives pour chacune des classes observées. Ce choix méthodologique s'explique par le fait que chaque enseignant a organisé l'évaluation qu'il va mener dans sa classe en partant de ses choix didactiques et du contexte de la classe. Ainsi, bien que les trois évaluations aient une finalité commune, elles diffèrent dans la forme, le contenu et les objectifs spécifiques. Il convient donc, pour respecter la spécificité de chaque cas, de procéder à une analyse différenciée pour chaque classe à part.

[61] Lorsque nous avons sollicité l'enseignante de l'école privée afin de nous transmettre les copies des évaluations des élèves pour les analyser et apprécier leurs performances et dès lors le rendement de la médiation didactique adoptée, elle a refusé en considérant que ces documents ont un caractère confidentiel et qu'elle n'est pas autorisée à les transmettre mais elle affirme que tous les élèves ont eu de bons résultats. Il est à noter que cette réaction n'a pas été formulée lors de l'entretien, mais uniquement lorsque nous avons demandé l'accès aux données d'évaluation.

3.2.1. Cas de la classe de l'école publique

L'évaluation de l'acquisition du contenu enseigné à l'école publique a lieu selon deux modalités : 1) une évaluation formative soit par une récitation orale notée qui a lieu explicitement au début de chaque séance[62], ou par un travail collectif de récapitulation de ce qui est déjà enseigné où l'enseignant pose des questions au début ou au cours des séances et les élèves répondent collectivement pour faire une récapitulation autour de ce qui est déjà vu. 2) Une évaluation sommative effectuée après avoir terminé les deux séquences concernant les chapitres « l'appareil digestif » et « l'appareil respiratoire ».

Etant donné que la première forme d'évaluation se limite généralement à réciter, en français, des informations mémorisées à partir de la leçon construite, sous forme des récitations orales notées (Figure 169) et que ce mode d'évaluation ne permet ni de vérifier en profondeur l'appropriation cognitive des concepts, ni de mettre en évidence une éventuelle création d'espaces hybrides, nous avons choisi de limiter notre analyse aux évaluations sommatives écrites effectuées à la fin des deux séquences « l'appareil digestif » et « l'appareil respiratoire ». Plus précisément, nous focalisons les questions relatives au chapitre « l'appareil respiratoire » dans les évaluations sommatives écrites.

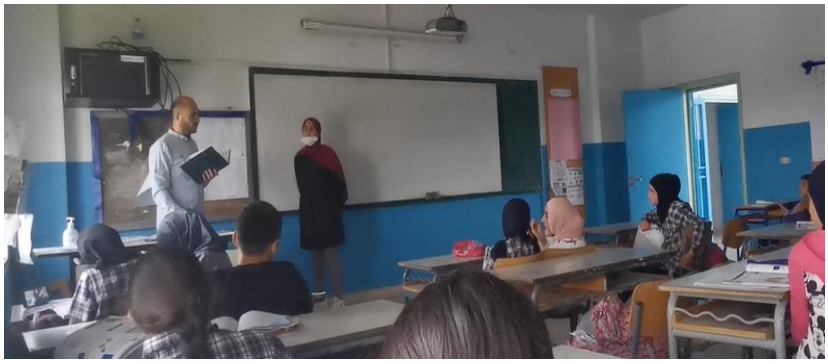


Figure 169: Exemple d'une récitation orale notée visant à vérifier la mémorisation des organes de l'appareil respiratoire (classe de l'école publique).

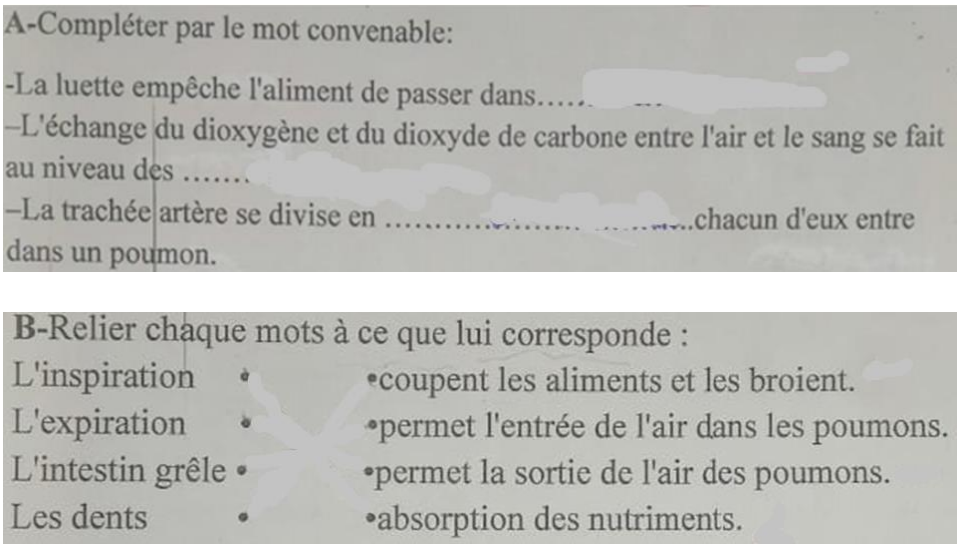
[62] Au cours de chaque séance, l'enseignant de l'école publique réalise une évaluation formative explicite à travers des questions adressées soit à l'ensemble de la classe, l'évaluation prend alors la forme de récapitulation qui vise à vérifier la compréhension du contenu enseigné, ou à des élèves individuellement. Dans ce deuxième cas, il s'agit d'une évaluation formative ciblée durant laquelle l'enseignant demande à chaque élève de passer au tableau et lui pose des questions pour évaluer ses acquis et lui attribue une note (Figure 169).

3.2.1.1. Par rapport aux questions

Analyse descriptive des questions posées dans l'évaluation sommative

L'examen comporte trois grandes questions, dont deux portent sur l'appareil respiratoire et une question concerne l'appareil digestif. Notre analyse sera centrée sur les questions concernant l'appareil respiratoire.

La première question (Figure 170) comporte deux parties : A) des phrases à trous à compléter par le mot convenable et B) faire correspondre où la tâche est de relier chaque mot à ce que lui correspond.


A-Compléter par le mot convenable:

-La luette empêche l'aliment de passer dans……

–L'échange du dioxygène et du dioxyde de carbone entre l'air et le sang se fait au niveau des …….

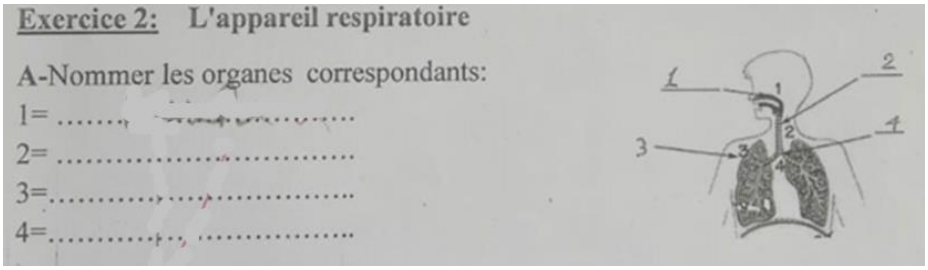
–La trachée artère se divise en ……chacun d'eux entre dans un poumon.

B-Relier chaque mots à ce que lui corresponde :

L'inspiration •	•coupent les aliments et les broient.
L'expiration •	•permet l'entrée de l'air dans les poumons.
L'intestin grêle •	•permet la sortie de l'air des poumons.
Les dents •	•absorption des nutriments.

Figure 170: première question de l'évaluation sommative à l'école publique

La deuxième question comporte deux parties aussi : A) la première partie où la tâche est de nommer les organes de l'appareil respiratoire et B) la deuxième partie qui comporte un tableau des pourcentages de gaz de dioxygène, de nitrogène et de dioxyde de carbone dans l'air inspiré et dans l'air expiré. L'élève doit se référer au tableau des valeurs pour corriger les phrases données (Figure 171).


Exercice 2: L'appareil respiratoire

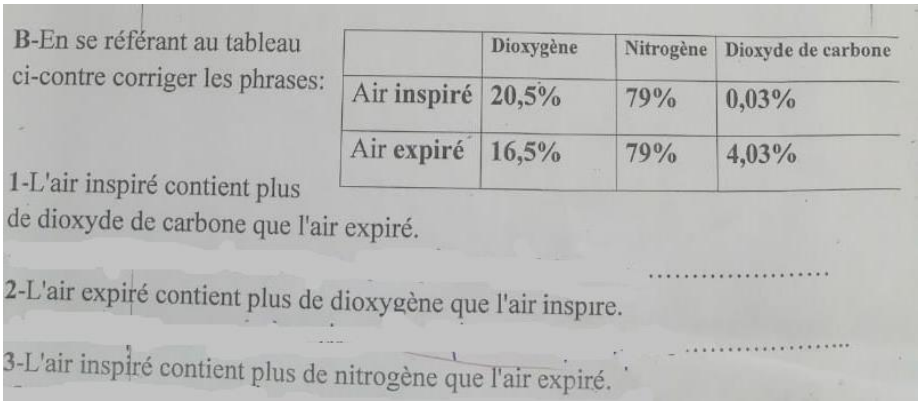
A-Nommer les organes correspondants:

1= ……

2= ……

3=……

4=……



B-En se référant au tableau ci-contre corriger les phrases:

	Dioxygène	Nitrogène	Dioxyde de carbone
Air **inspiré**	20,5%	79%	0,03%
Air **expiré**	16,5%	79%	4,03%

1-L'air inspiré contient plus de dioxyde de carbone que l'air expiré.

.....

2-L'air expiré contient plus de dioxygène que l'air inspire.

.....

3-L'air inspiré contient plus de nitrogène que l'air expiré.

Figure 171: deuxième question de l'évaluation sommative à l'école publique

Pour l'analyse, nous découperons les deux questions en quatre items. Dans le premier exercice, le premier item consiste à compléter des phrases à trous dans sa première partie et le second item consiste à relier le mot à son rôle dans sa deuxième partie. L'élève n'est pas sollicité pour analyser ou discuter. Il peut répondre en restituant simplement des informations mémorisées. Pareillement, dans la première partie de la deuxième question (item 3) qui consiste à identifier des organes de l'appareil respiratoire, l'élève est amené à nommer les organes à partir d'un schéma légendé. Il lui suffit de mémoriser les noms des organes. Cette tâche dépend principalement de la mémorisation et relève du niveau « connaissance » selon la taxonomie de Bloom[63]. L'élève doit faire appel à sa mémoire pour identifier des éléments déjà étudiés sans mobiliser des compétences d'analyse ni d'interprétation. Alors que dans la deuxième partie (item 4), l'élève est invité à s'appuyer sur les valeurs chiffrées du tableau pour corriger des phrases scientifiques inexactes. Par exemple, pour corriger la première phrase « l'air inspiré contient plus de dioxyde de carbone que l'air expiré », l'élève doit interpréter les données et prendre une décision fondée sur des preuves. Cette tâche demande un traitement cognitif supérieur à la simple mémorisation des informations et relève donc du niveau de compréhension ou de l'application selon Bloom. En effet, dans cette deuxième partie, l'élève doit lire, interpréter et comparer des données chiffrées pour juger de la pertinence ou non de ce qui est écrit et corriger les phrases.

[63] La taxonomie de Bloom, développée par Benjamin Bloom et ses collaborateurs, offre une classification systématique et hiérarchique des niveaux d'apprentissage. Elle comporte six niveaux de classification d'ordre de complexité croissante : Connaissance (mémoriser), Compréhension, Application, Analyse, Synthèse et Évaluation.

Analyse des questions posées dans l'évaluation sommative

La première question sollicite principalement des compétences de mémorisation, elle permet d'évaluer la capacité de restituer des connaissances construites antérieurement, soit par l'enseignant, soit par les élèves, sans nécessairement les analyser, les interpréter ou les transférer dans de nouvelles situations. Malgré que la nature de l'évaluation en jeu ne laisse pas de place aux interactions enseignant-élèves, cette question nous laisse penser à une médiation didactique sous-entendue à dominante mémorielle puisque l'enseignant incite les élèves à se rappeler des informations déjà apprises (Tableau 15, page 88).

Quant à la deuxième question, elle sollicite, dans sa première partie, la restitution des connaissances pour nommer les organes annotés. Alors que dans sa deuxième partie, en apparence centrée sur la correction des phrases en se référant aux valeurs données, vise en réalité à amener l'élève à établir des relations entre les données (pourcentages de dioxygène, de dioxyde de carbone et de nitrogène dans les deux types d'air) et à construire du sens plutôt qu'à se limiter à identifier l'erreur et la corriger.

Bien que l'évaluation écrite ne montre pas de questions explicites pour interpréter le changement des pourcentages entre l'air inspiré et l'air expiré, le fait de poser la question sous la forme de corriger les phrases guide implicitement l'élève vers une interprétation scientifique pour lui provoquer implicitement un dépassement conceptuel. L'enseignant mobilise l'erreur en tant que levier didactique qui permet aux élèves d'inférer, par eux-mêmes que le dioxygène diminue et que le dioxyde de carbone augmente au cours de la respiration.

Les fonds de connaissances en jeu sont référés au milieu scolaire et sont principalement construits au cours des séances d'explication observées. Les performances didactiques attendues relèvent d'un registre essentiellement cognitif puisque les élèves sont censés manifester un travail intellectuel pour pouvoir répondre aux questions.

En ce qui concerne les supports didactiques mobilisés, aucun outil didactique n'est utilisé dans la première question. En revanche, dans la deuxième question, sont utilisés un schéma de l'appareil respiratoire et un tableau qui présente les pourcentages des gaz dans l'air inspiré et dans l'air expiré. Ces éléments sont intégrés comme simples supports servant à énoncer la question et ont une fonction illustrative plutôt qu'une fonction formative favorisant l'appropriation du contenu scientifique.

En ce qui concerne la modélisation au sens défini par Martinand (1986), l'analyse des dimensions mises en jeu dans la modélisation de la respiration dévoile que chaque item (chaque partie de la question) mobilise une dimension particulière du savoir liée à la modélisation de la respiration : l'item 1 porte sur la compréhension fonctionnelle des rôles des organes de l'appareil respiratoire, l'item 2 vise la construction du sens scientifique à travers la distinction entre l'inspiration et l'expiration. L'item 3 relève de l'identification visuelle des organes de l'appareil respiratoire. L'item 4 mobilise une compréhension conceptuelle des échanges gazeux respiratoires. Ainsi, cette évaluation permet de repérer le niveau de compréhension des élèves et de vérifier leur progression vers la construction du modèle scientifique de la respiration.

3.2.1.2. Par rapport aux réponses des élèves de l'école publique

Pour analyser les réponses des élèves de l'école publique (N=15), nous avons organisé un fichier Excel dans lequel nous avons collecté les réponses à chaque question (Annexe 13b, page 280). Les résultats révèlent qu'aucun élève n'a répondu correctement à l'ensemble des deux questions relatives à l'appareil respiratoire. Ce résultat est surprenant dans la mesure où ces questions relèvent majoritairement du registre des connaissances acquises et devaient être considérées comme faciles pour les élèves à ce stade de l'apprentissage.

- Item 1 : Pour la première partie de la première question (des phrases à trous), le tableau suivant (Tableau 31) collecte le nombre de réponses correctes par élèves.

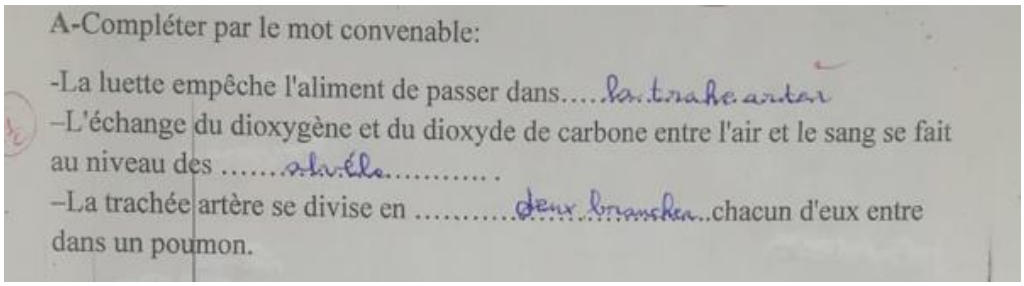
Réponses / Élèves	N'a pas répondu	Aucune réponse correcte	Une seule réponse correcte	Deux réponses correctes	Trois réponses correctes	Total
Nombre d'élèves	2	9	1	2	1	15

Tableau 31: nombre de réponses correctes à la première partie de la première question à l'école publique

Les résultats montrent que les élèves rencontrent une difficulté à répondre à la première partie de la première question. Pendant notre observation en classe au cours de l'évaluation, la plupart des élèves expriment une difficulté à lire et à comprendre les phrases utilisées. Bien qu'ils déclarent avoir mémorisé les informations requises, ils éprouvent une incapacité à formuler une réponse adéquate. Même la seule élève qui a répondu correctement aux trois phrases, a néanmoins commis de nombreuses fautes d'orthographe (Figure 172), ce qui pourrait être lié au faible niveau de maîtrise de la langue française d'enseignement. Toutefois, l'objectif principal de l'évaluation n'est pas de mesurer le niveau de maîtrise de la langue française, mais plutôt de vérifier la

compréhension des concepts scientifiques relatives à la respiration, en témoigne le fait que l'enseignant a accordé la note complète aux élèves dont les réponses comportent des erreurs orthographiques (Figure 172). Autrement dit, l'évaluation porte davantage sur la compréhension des concepts plutôt que sur la maîtrise de la langue.

Toutefois, il convient de souligner que, dans certains cas, même si l'erreur semble être purement orthographique, elle peut altérer le sens de la réponse. Par exemple, l'écriture de "branches" au lieu de "bronches" (Figure 172) pourrait traduire une difficulté à stabiliser le lexique scientifique spécifique. Par suite, la frontière entre l'erreur linguistique et l'erreur conceptuelle parait floue.


A-Compléter par le mot convenable:

-La luette empêche l'aliment de passer dans....la trahe artar

–L'échange du dioxygène et du dioxyde de carbone entre l'air et le sang se fait au niveau des .....alvéle.....

–La trachée artère se divise en .....deux branchen..chacun d'eux entre dans un poumon.

Figure 172: des erreurs d'orthographe peuvent changer le sens de la réponse

D'autres réponses révèlent une difficulté chez les élèves à orthographier correctement les noms scientifiques. Par exemple, la figure suivante (Figure 173) montre que l'élève identifie correctement l'organe demandé (les alvéoles), mais rencontre une difficulté manifeste à le transcrire à l'écrit. Cette situation met en évidence l'impact de la maîtrise linguistique sur la restitution des connaissances.

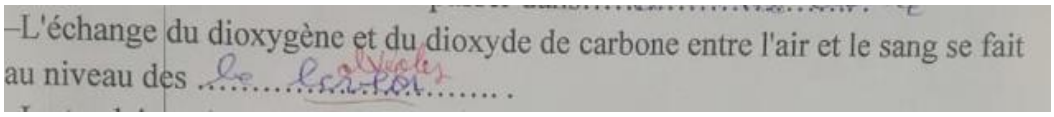

–L'échange du dioxygène et du dioxyde de carbone entre l'air et le sang se fait au niveau des .....

Figure 173: l'élève connait la réponse mais il n'arrive pas à l'écrire

Certaines réponses des élèves laissent apparaitre une restitution mécanique des éléments mémorisés, sans réelle compréhension des phrases à trous. L'élève semble insérer des mots appris par cœur comme « dioxygène » ou « dioxyde de carbone » dans les espaces vides, sans bien réfléchir aux phrases pour en saisir la signification (Figure 174).

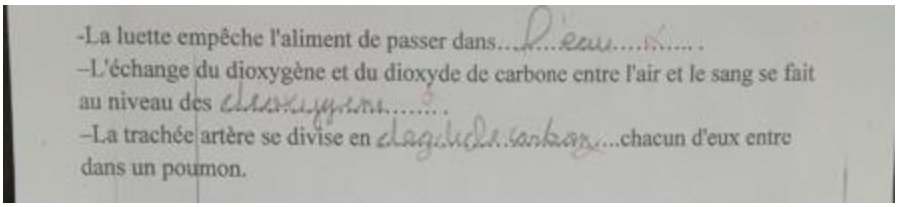


Figure 174: certaines réponses révèlent une mobilisation « automatique » des mots-clés mémorisés

Ces exemples montrent des mobilisations différenciées des fonds de connaissances des élèves. Certains semblent avoir recours à des connaissances mémorisées de manière mécanique, pour compléter les phrases sans en comprendre le sens global. Cette mobilisation « automatique » témoigne d'un usage superficiel des savoirs. D'autres élèves, en revanche, mobilisent leurs fonds de connaissances de manière contextualisée, ce qui reflète une compréhension plus fine du contenu enseigné.

- Item 2 : La répartition des réponses des élèves à la deuxième partie de la première question (Tableau 32)

Réponses / Élèves	N'a pas répondu	Aucune réponse correcte	Une seule réponse correcte	Deux réponses correctes	Toutes les réponses correctes	Total
Nombre d'élèves	0	1	6	5	3	15

Tableau 32: nombre de réponses correctes à la deuxième partie de la première question à l'école publique

Ce type de questions laisse de place pour le hasard. Par exemple, la Figure 175 montre que même que l'inspiration et l'intestin grêle figurent dans deux chapitres différents, l'élève a une confusion entre ces deux concepts et répond d'une façon aléatoire.

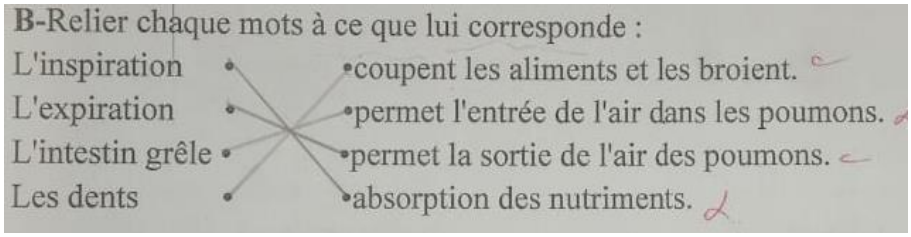


Figure 175: exemple des réponses aléatoires

Au-delà des erreurs d'ordre scientifique, des erreurs d'ordre linguistique se manifestent également, reflétant un faible niveau de maîtrise de lecture de la langue française chez certains élèves. Dans l'exemple suivant (Figure 176) une lecture attentive de la part de l'élève, censé connaitre l'accord

du sujet avec le verbe, lui aurait permis de remarquer que « les dents » est le seul mot au pluriel et que « coupent » est le seul verbe au pluriel, facilitant ainsi l'association correcte. La difficulté à établir cette correspondance suggère une limitation langagière qui entrave l'exactitude de la réponse.

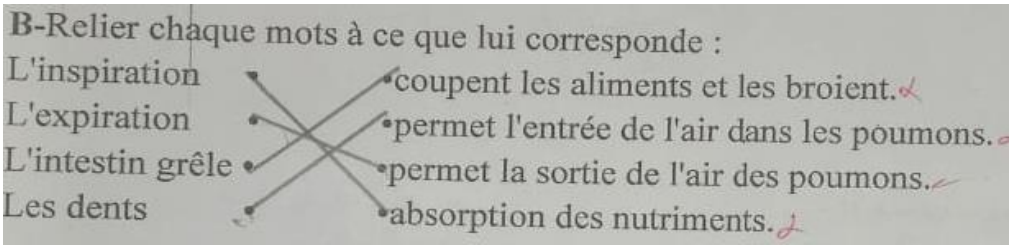


Figure 176: une réponse qui reflète le faible niveau de maîtrise de la langue française

Un autre exemple révèle une erreur d'ordre langagier et conceptuel à la fois (Figure 177). La réponse de l'élève montre une confusion entre les deux termes « inspiration et expiration ». Elle traduit une difficulté de compréhension lexicale des termes scientifiques (inspiration vs expiration) qui se voyait auparavant dans les séances observées, relevant d'un faible niveau de maîtrise de la langue française d'enseignement, mais aussi d'une difficulté à mobiliser les représentations mentales concernant le fonctionnement de l'appareil respiratoire. Ainsi, cette erreur illustre un obstacle à la construction des savoirs scientifiques, entravé par la confusion entre les mots et les concepts qu'ils désignent.

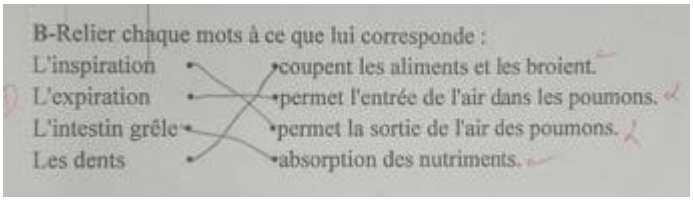


Figure 177: une erreur d'ordre langagier et conceptuel à la fois

- Item 3 : Pour la première partie de la deuxième question, la répartition des réponses correctes des élèves est résumée dans le tableau ci-après (Tableau 33).

Réponses / Élèves	N'a pas répondu	Aucune réponse correcte	Une réponse correcte	Deux réponses correctes	Trois réponses correctes	Toutes les réponses correctes	Total
Nombre d'élèves	1	5	1	2	3	3	15

Tableau 33: nombre de réponses correctes à la première partie de la deuxième question à l'école publique

Des réponses des élèves montrent que quelques-uns ne distinguent pas entre l'appareil digestif et l'appareil respiratoire. Ainsi nous trouvons des réponses concernant l'appareil digestif malgré que le titre de la question est mentionné explicitement « l'appareil respiratoire » (Figure 178).

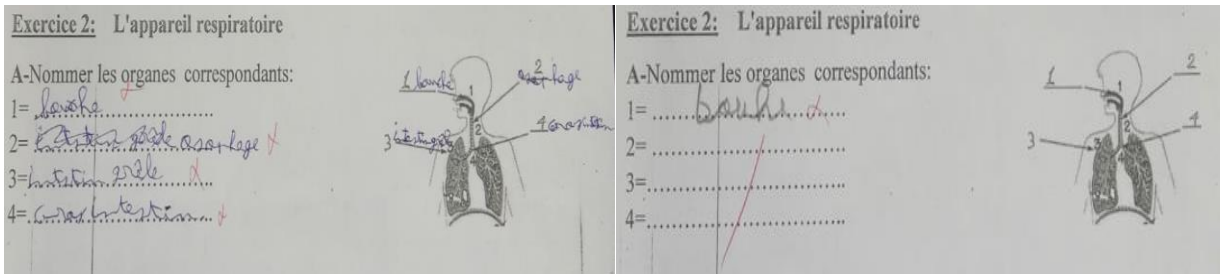


Figure 178: des réponses dévoilent une confusion entre l'appareil digestif et l'appareil respiratoire

Dans cette question aussi, les réponses des élèves reflètent leur faible niveau de maîtrise de la langue française (Figure 179).

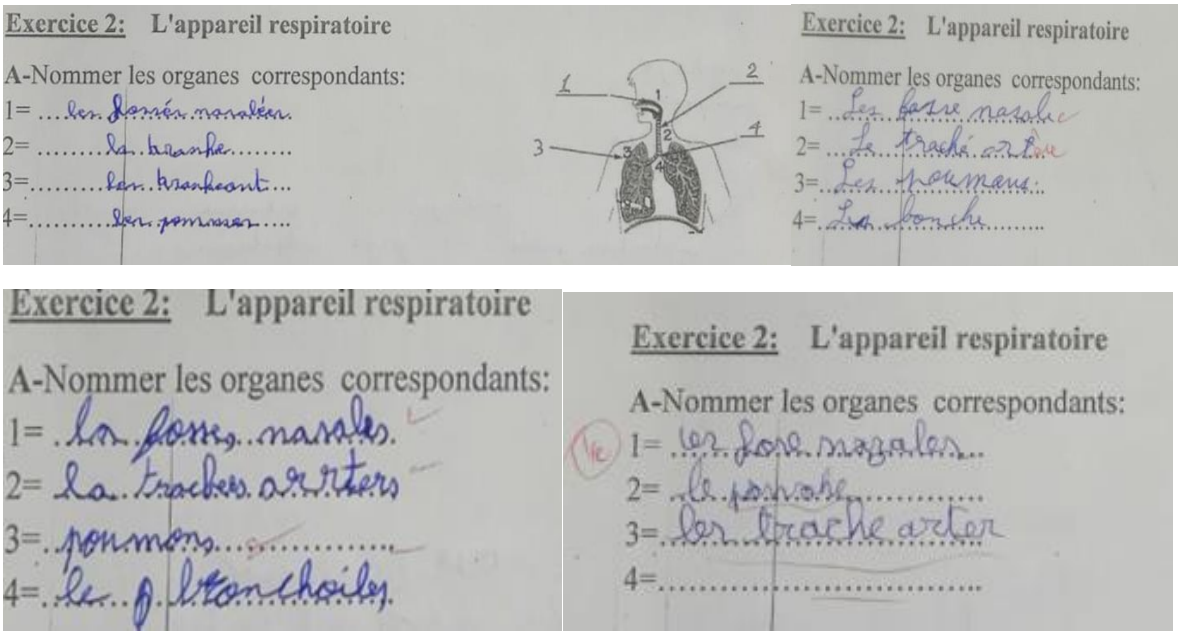


Figure 179: des réponses avec beaucoup de fautes d'orthographe reflètent le faible niveau de maîtrise de la langue française

Les deux figures illustrées ci-dessous (Figure 180) révèlent que certains élèves sont capables de reconnaître les noms des organes mais n'en écrivent aucun correctement. Cette difficulté orthographique manifeste une faiblesse en langue française susceptible d'entraver la capacité de l'élève à s'exprimer. Elle peut également fausser l'évaluation de l'acquisition conceptuelle des élèves en masquant leurs véritables représentations.

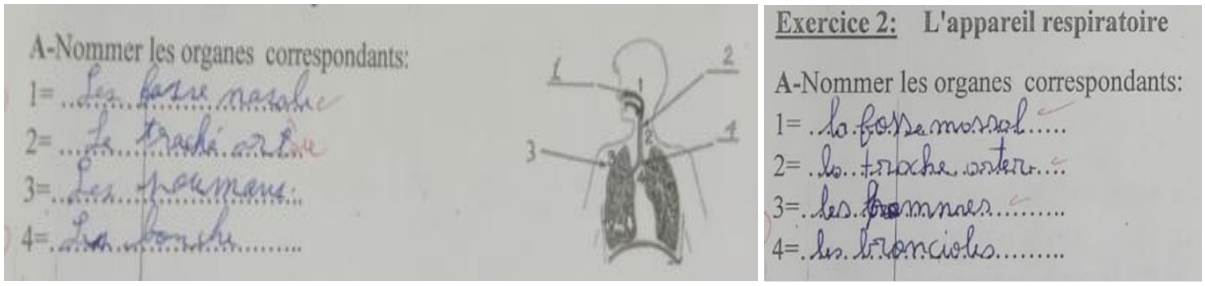


Figure 180: l'élève reconnait les noms des organes mais n'écrit aucun nom correctement

- Item 4 : En ce qui concerne la deuxième partie de la deuxième question, bien que cet exercice ait déjà été effectué en classe (où la tâche était de comparer des pourcentages de gaz dans l'air inspiré et dans l'air expiré) et que l'enseignant avait effectué une comparaison entre les pourcentages en jeu, aucun élève n'a répondu correctement à la totalité des phrases (Tableau 34).

Réponses / Élèves	N'a pas répondu	Aucune réponse correcte	Une réponse correcte	Deux réponses correctes	Toutes les réponses correctes	Total
Nombre d'élèves	1	6	2	6	0	15

Tableau 34: nombre de réponses correctes à la deuxième partie de la deuxième question par rapport aux élèves à l'école publique

Plus particulièrement, aucun élève n'a répondu correctement à la dernière phrase concernant le nitrogène « l'air inspiré contient plus de nitrogène que l'air expiré » (Figure 181).

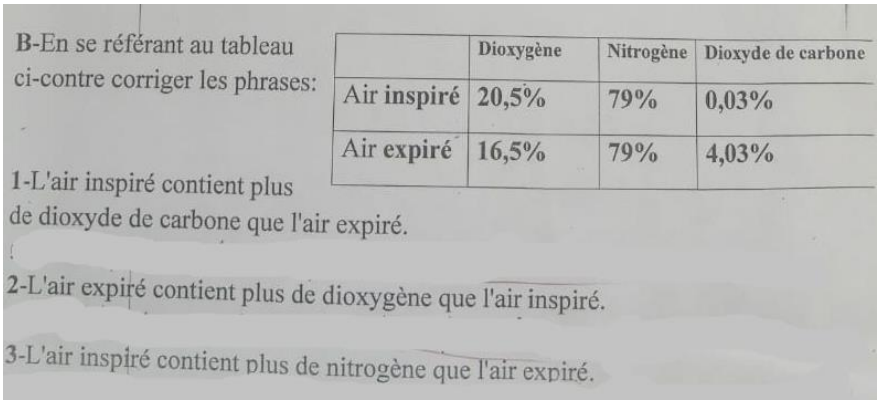


Figure 181: deuxième partie de la deuxième question

L'analyse des réponses montre que la plupart des élèves mobilisent des énoncés mémorisés comme « l'air inspiré est plus riche en dioxygène » ou « l'air expiré est plus riche en dioxyde de carbone ». Ces réponses montrent que les élèves ont tissé des liens entre inspiré/dioxygène et expiré/dioxyde de carbone et les utilisent indépendamment du contexte de la question. Ce qui indique une

approche fondée sur le rappel mécanique au lieu d'une compréhension contextualisée. Par ailleurs, aucun élève ne s'est référé aux valeurs du tableau pour répondre, ce qui confirme que ce dernier n'est pas utilisé en tant que moyen d'aide didactique effectif, car il n'a pas contribué à l'acquisition du contenu scientifique (Figure 182).

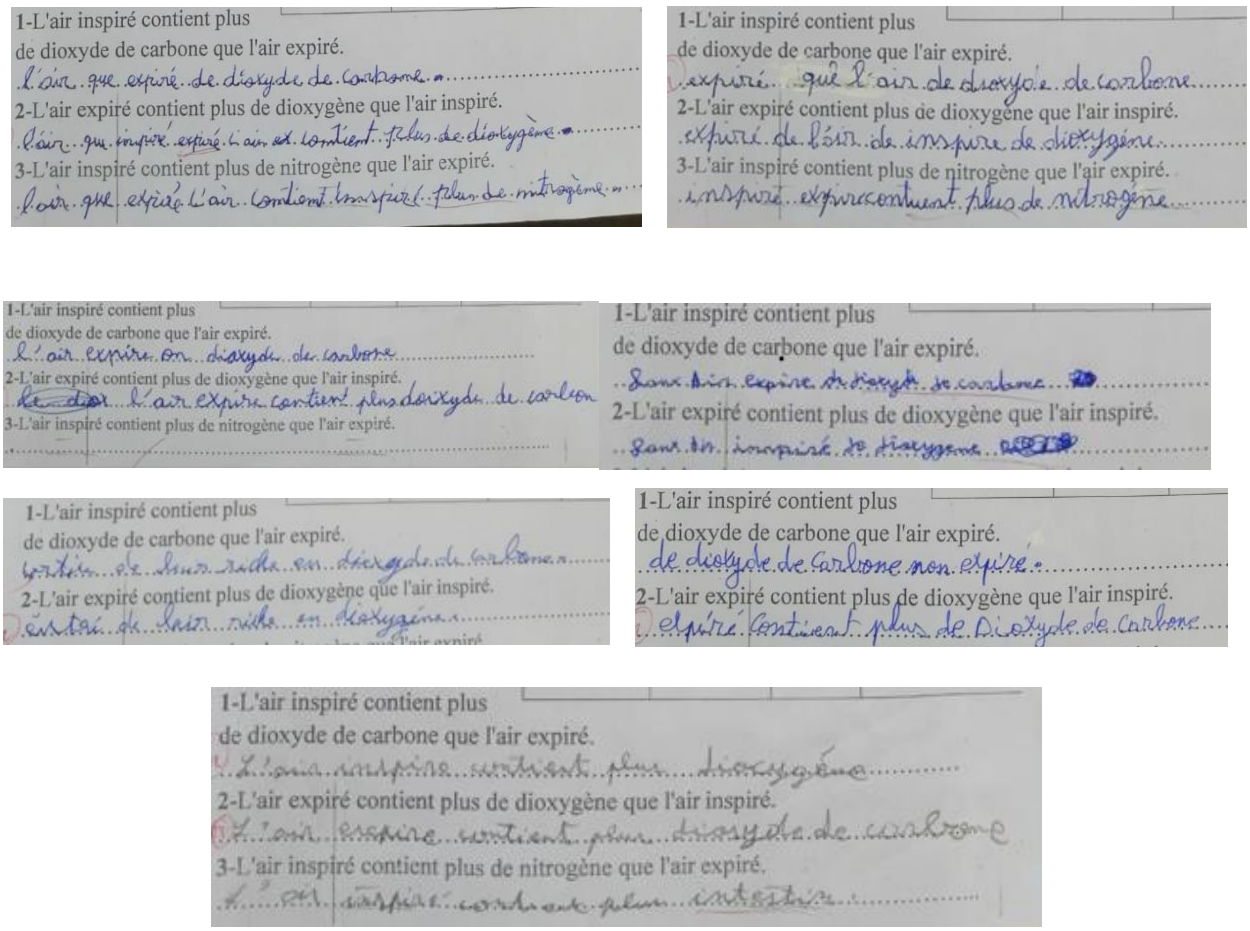


Figure 182: un lien entre inspiré/ oxygène et expiré/dioxyde de carbone

Parmi les réponses particulières montrant l'exploitation des fonds de connaissances, une élève écrit « *de dioxyde de carbone que expiré plant vert* », ce qui montre que le dioxyde de carbone fait mobiliser, chez elle, les fonds de connaissances relatifs à la photosynthèse qui se passe chez les plantes vertes (Figure 183).

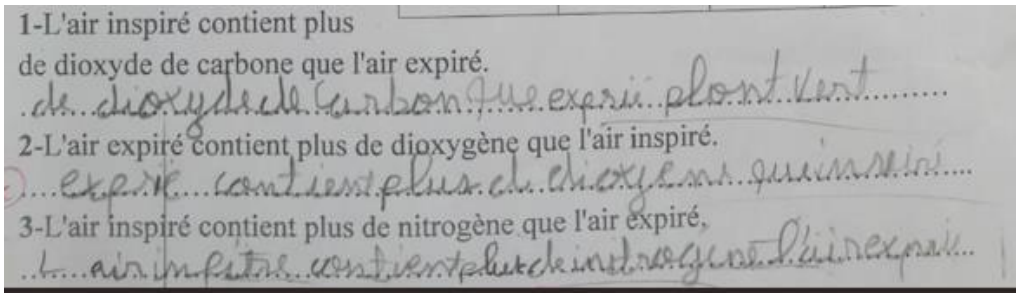


Figure 183: le dioxyde de carbone mobilise les fonds de connaissances relatifs à la photosynthèse

Une autre élève a recopié les valeurs du tableau en essayant de faire une comparaison analogiquement à ce qu'ils ont déjà fait en classe pendant l'explication (exploitation des fonds de connaissances référés au milieu scolaire), toutefois, elle s'est limitée à recopier les valeurs sans même faire la comparaison mathématique (plus petit, plus grand ou égal) (Figure 184).

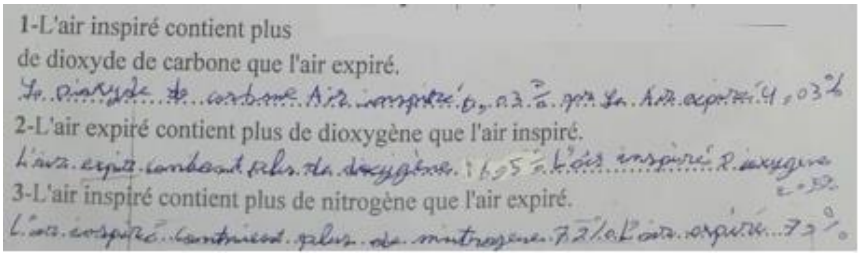


Figure 184: une élève recopie simplement les valeurs du tableau

3.2.1.3. Synthèse de l'analyse de l'évaluation effectuée à l'école publique

À l'issue de l'analyse descriptive des questions et des réponses des élèves dans l'évaluation effectuée à l'école publique, et en nous basant sur notre cadre conceptuel, nous pouvons formuler plusieurs constats.

Les questions posées suscitent un travail intellectuel et permettent donc d'évaluer des performances didactiques cognitives. En ce qui concerne la mobilisation des fonds de connaissances, l'analyse montre qu'il s'agit majoritairement de connaissances référées au milieu scolaire et construites dans le cadre des situations d'enseignement-apprentissage en classe. Ces connaissances sont particulièrement observables dans la première question et la première partie de la deuxième question, qui sollicitent des savoirs déclaratifs simples, enseignés directement et explicitement en classe et relevant du registre mémoriel. Pourtant, malgré la simplicité apparente des tâches, les résultats révèlent qu'un grand nombre d'élèves n'a pas su répondre correctement, ce qui met en question la stabilité des acquis.

Du point de vue des supports utilisés, l'enseignant se limite à un schéma de l'appareil respiratoire à annoter et un tableau des pourcentages de gaz dans l'air inspiré et expiré qui ont une fonction illustrative.

Sur le plan langagier, les réponses fournies par les élèves témoignent de difficultés notables dans la langue française. Même les réponses scientifiquement correctes comportent de nombreuses erreurs lexicales ou orthographiques, rendant parfois l'interprétation des intentions incertaines. Ces difficultés linguistiques peuvent constituer un obstacle majeur à l'évaluation fiable des apprentissages.

En ce qui concerne la modélisation au sens de Martinand (1986), chaque item de l'évaluation mobilise une dimension particulière du savoir liée à la modélisation de la respiration. Bien que les tâches se limitent à la restitution d'informations mémorisées, ou à comparer des données chiffrées sans construire explicitement un modèle explicatif, or l'ensemble des questions permet de repérer le niveau de compréhension des élèves et de vérifier leur progression vers la construction du modèle scientifique de la respiration. Globalement, les réponses des élèves révèlent que leurs acquis restent partiels, ce qui fait appel à des dispositifs de remédiation visant à consolider les apprentissages.

3.2.2. Cas de la classe de l'école privée subventionnée

3.2.2.1. Par rapport aux questions posées

Au cours des séances observées, l'enseignante de l'école privée subventionnée pose fréquemment des questions orales pour vérifier que les élèves ont acquis le contenu enseigné. Nous avons déjà analysé ces interactions évaluatives dans le cadre de l'étude des pratiques langagières en classe. L'analyse qui suit se focalise sur l'évaluation sommative menée à l'issue des deux chapitres « l'appareil digestif » et « l'appareil respiratoire ». Pour garder une cohérence thématique avec les analyses précédentes, nous limiterons notre étude aux questions concernant l'appareil respiratoire.

Analyse descriptive des questions de l'évaluation sommative

L'évaluation sommative comporte trois questions. La première question consiste en une activité de vérification conceptuelle : la tâche est de répondre par vrai ou faux et de corriger les informations fausses. Quatre phrases sont données, une seule concerne l'appareil digestif, tandis que les trois autres portent sur des notions liées à l'appareil respiratoire (Figure 185).

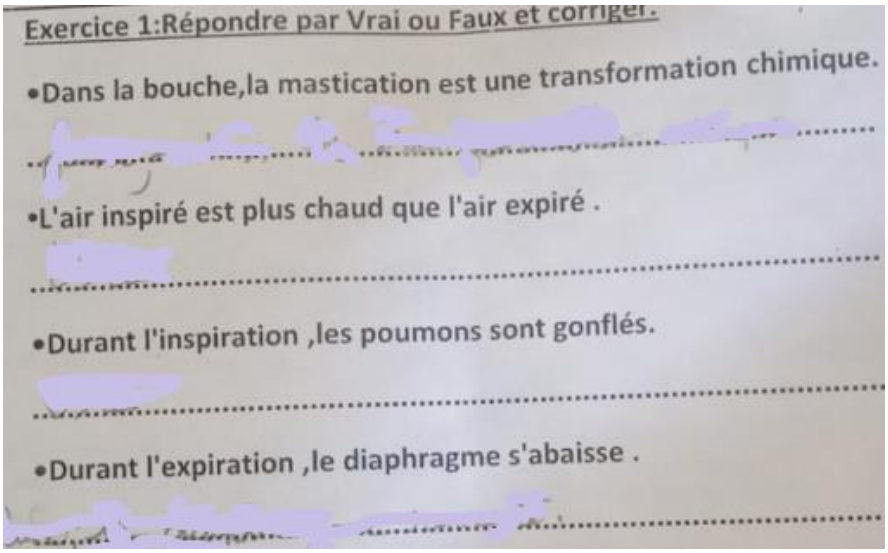


Figure 185: première question de l'évaluation sommative à l'école privée subventionnée

Le fait de juger si une information est vraie ou fausse et la corriger ne relève pas, dans la taxonomie de Bloom, d'un niveau cognitif bas. En effet, malgré l'apparente simplicité de la consigne, la nature même des phrases impose à l'élève de mobiliser ses connaissances antérieures mais aussi d'exercer son esprit critique pour déduire la validité de l'information donnée. Ce raisonnement dépasse le rappel simple qui caractérise le niveau « connaissance » dans la taxonomie de Bloom.

Par exemple, pour la phrase « l'air inspiré est plus chaud que l'air expiré », ceci a été déjà traité en classe, or pour vérifier la validité de l'énoncé, l'élève est invité à réfléchir et à analyser pour conclure que l'air se réchauffe lors de son passage dans le corps. De même, pour les deux autres énoncés « durant l'inspiration, les poumons se gonflent » et « durant l'expiration, le diaphragme s'abaisse », il ne suffit pas que l'élève ait mémorisé des phrases isolées pour décider si l'information est correcte ou fausse. Il doit mobiliser une compréhension réelle du processus d'inspiration : savoir que l'air entre, que les poumons se remplissent d'air et donc se gonflent. Et que lors de l'expiration, l'air sort, les poumons se dégonflent et le diaphragme remonte. Ainsi, pour décider si ces énoncés sont corrects ou faux, l'élève doit relier les connaissances factuelles à un raisonnement logique, c'est-à-dire d'activer une analyse conceptuelle. C'est pourquoi cette question dépasse le niveau « connaissance » de la taxonomie de Bloom et nous pouvons la placer dans le niveau d'analyse.

La deuxième question concerne l'appareil digestif et ne sera pas sujette à l'analyse dans le cadre de notre thèse focalisée sur le contenu « l'appareil respiratoire ». La troisième question concerne l'appareil respiratoire (Figure 186).

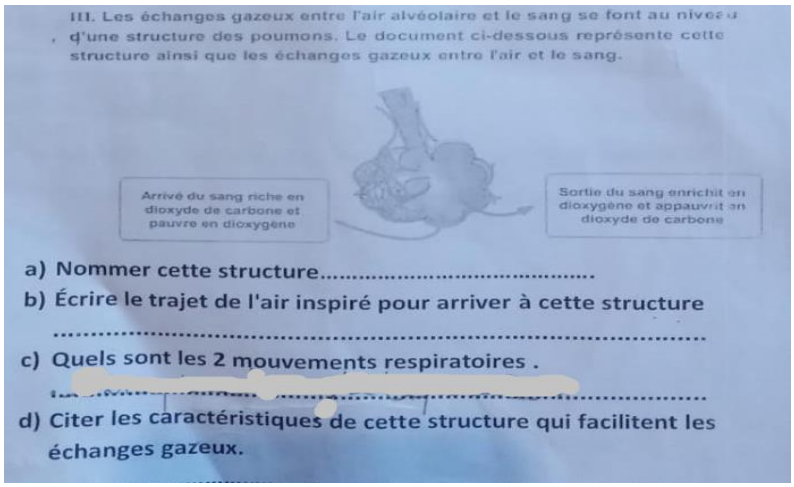


Figure 186: troisième question de l'évaluation sommative à l'école privée subventionnée

Dans cette troisième question, les trois premières sous-questions (a. nommer cette structure ; b. écrire le trajet de l'air inspiré pour arriver à cette structure, c. quels sont les deux mouvements respiratoires ?) sollicitent des savoirs déclaratifs relevant du niveau « connaissance » de la taxonomie de Bloom. Elles ne demandent pas l'exploitation des données du schéma attaché à l'exercice pour répondre. Même la quatrième sous-question (d. citer les caractéristiques de cette

structure qui facilitent les échanges gazeux) fait appel à une restitution des connaissances scolaires mémorisées concernant les alvéoles pulmonaires (la structure à identifier dans a.), sans nécessité de se référer au support visuel pour pouvoir répondre. Nous n'avons pas observé de partie de la question qui demande l'interprétation de ce qui s'est passée pour l'air au niveau des alvéoles pulmonaires pour déduire le rôle de ces structures dans les échanges gazeux respiratoires.

Analyse des questions posées dans l'évaluation sommative

La première question conduit à une réponse de nature descriptive qui permet aux élèves de comprendre le phénomène de la respiration. Pour répondre à cette question, les élèves sont invités à se rappeler du contenu enseigné mais aussi à analyser les phrases proposées pour savoir la véracité de chacune et rectifier les phrases incorrectes. Quant à la troisième question concernant les alvéoles pulmonaires, pour que l'élève sache nommer la structure schématisée, écrire le trajet de l'air inspiré jusqu'à arriver aux alvéoles pulmonaires, indiquer les deux mouvements respiratoires et citer les caractéristiques des alvéoles pulmonaires facilitant les échanges gazeux, il lui suffit de se rappeler de ce qu'il a déjà appris, à l'école, au cours de l'explication. Par suite, les questions posées suscitent des informations déjà apprises à l'école lors de l'enseignement/ apprentissage, voir des fonds de connaissances référés au milieu scolaire. Les performances didactiques mobilisées lors de l'évaluation traduisent un travail intellectuel de la part des élèves sans avoir recours à des compétences interactionnelles ou techniques, il s'agit donc des performances didactiques cognitives.

Le seul support manifeste dans l'évaluation est le dessin représentant les alvéoles pulmonaires. Toutefois, il ne peut pas être considéré comme moyen d'aide didactique car il n'est pas exploité dans les questions posées. Autrement dit, l'enseignant n'investit pas explicitement le dessin en tant que moyen d'aide didactique, mais c'est simplement une façon pour poser la question. Donc pareillement à ce que nous avons vu dans l'évaluation de la classe de l'école publique, le dessin en jeu a une fonction illustrative plutôt que formative.

Les questions posées permettent d'évaluer l'acquisition du contenu enseigné portant sur la respiration, et donnent une idée sur le « rendement » de la médiation didactique de l'enseignante. Pourtant, la nature de ces questions ne permet pas d'observer, de manière explicite, le niveau de maîtrise de la langue française chez les élèves, ni d'estimer dans quelle mesure la langue d'enseignement a influencé ou entravé la compréhension du contenu scientifique. En effet, les

tâches demandées dans l'évaluation sommative (répondre par vrai ou faux, corriger les énoncés erronés, ou restituer des informations déjà mémorisées) sollicitent principalement la mémoire de l'élève et ne laissent pas beaucoup de place à la manifestation de ses compétences langagières comme dans les cas d'analyse, d'interprétation ou d'évaluation. D'autre part, la dimension de double rencontre, entre construire un contenu scientifique et écrire en langue étrangère, qui constitue une caractéristique principale de l'enseignement des sciences en contexte bilingue ne peut pas être détectée par les questions posées. L'élève est simplement sollicité pour restituer des éléments appris, pour reformuler un contenu enseigné, pour raisonner et décider si l'énoncé est vrai ou faux mais non pour construire, adapter ou mettre en relation un référent empirique (comme un schéma ou une donnée observable) et un modèle scientifique explicatif.

3.2.2.2. Par rapport aux réponses des élèves de l'école privée subventionnée

Les réponses des élèves à la première question de type vrai ou faux et corriger sont majoritairement correctes (60% réponses correctes (3/5 élèves ont répondu correctement aux parties concernant l'appareil respiratoire dans la première question) ; 20% réponses incomplètes (1/5 élève) et 20% réponses incorrectes (1/5 élève)).

Par exemple, pour la première phrase « l'air inspiré est plus chaud que l'air expiré », un seul élève répond que c'est vrai (réponse incorrecte). Quatre élèves sur cinq ont répondu que l'affirmation est "fausse", parmi lesquels trois ont formulé une correction scientifiquement acceptable de type « l'air inspiré est plus froid que l'air expiré ou l'air expiré est plus chaud que l'air inspiré ». En revanche, la quatrième élève, bien qu'ayant identifié que l'affirmation était fausse, a produit une correction incomplète et peu claire « l'air expire que chaud » comme correction (Figure 187). Cette réponse traduit une compréhension partielle et une difficulté à formuler correctement l'idée en langue française. Autrement dit, cette réponse reflète une certaine compréhension du phénomène scientifique, particulièrement la relation entre l'expiration et la chaleur, mais également une difficulté à formuler une réponse complète en langue française. Cela met en évidence l'impact du faible niveau de maîtrise de la langue d'enseignement sur la capacité de l'élève à expliciter son acquisition du contenu. Ce qui nous invite à considérer l'aspect langagier comme un obstacle potentiel à l'évaluation des acquis en sciences surtout dans un contexte bilingue.

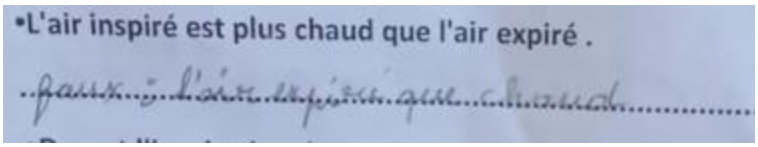


Figure 187: les élèves ont lié l'air expiré à chaud

La nature fermée de la question limite l'accès aux processus cognitifs mobilisés par l'élève : elle ne nous permet pas de vérifier s'il distingue entre l'air inspiré et l'air expiré, ni de mettre en évidence sa compréhension profonde des mécanismes en jeu, précisément les raisons pour lesquelles l'air expiré est plus chaud. Cette question nous permet de comprendre simplement que l'élève établit un lien entre l'air expiré et la chaleur sans que cela ne nous renseigne si cette compréhension est superficielle ou profonde.

La même remarque est observée dans la deuxième phrase « durant l'inspiration, les poumons sont gonflés », tous les élèves (N=5) ont correctement répondu à la deuxième phrase (que c'est vrai). Concernant la phrase « durant l'expiration, le diaphragme s'abaisse », quatre élèves sur cinq ont identifié l'erreur et ont proposé une correction scientifiquement fondée (durant l'expiration, le diaphragme remonte ou durant l'inspiration, le diaphragme s'abaisse) ce qui révèle une compréhension plus fine de la respiration. Alors qu'une élève a détecté que l'énoncé était incorrect, mais elle a proposé une correction inappropriée en écrivant simplement « alvéoles » (Figure 188). Toutefois, nous pouvons faire l'hypothèse que, pour cette élève, ce sont les alvéoles qui sont importantes et pas le diaphragme dans le processus de l'expiration.

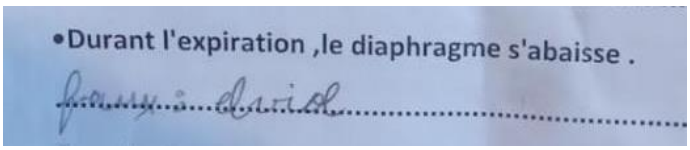


Figure 188: une correction inappropriée mobilisant un mot clé du chapitre

Cette réponse reflète sa tentative de mobiliser un terme clé appris dans le chapitre mais sans aucun rapport avec le contexte de la phrase donnée, ce qui pourrait signaler une difficulté à établir des liens convenables entre les organes du système respiratoire.

Toutefois, comme nous avons déjà mentionné, la nature de cette question (fermée et factuelle) ne permet pas d'évaluer, de manière approfondie, l'acquisition du contenu scientifique. Autrement dit, même si l'élève formule une réponse correcte comme « durant l'expiration, le diaphragme

remontre », cela ne garantit pas sa compréhension du mécanisme fonctionnel impliqué, ni la relation causale entre le soulèvement du diaphragme, la sortie de l'air des poumons et l'expiration. Cette réponse reflète une restitution superficielle qui ne garantit pas la vraie conceptualisation ou la compréhension du phénomène en jeu.

Les réponses des élèves à la troisième question relative aux alvéoles pulmonaires montrent une confusion chez quelques-uns entre l'appareil digestif et l'appareil respiratoire. Sur les cinq élèves, trois ont correctement répondu, un élève s'est abstenu de répondre et une élève a mentionné « intestinal » ce qui témoigne d'une difficulté à distinguer entre les deux appareils et qui pourrait être due à une compréhension superficielle des notions abordées (Figure 189).



Figure 189: une confusion chez les élèves entre « l'appareil digestif » et « l'appareil respiratoire »

Dans la deuxième partie portant sur le trajet de l'air inspiré, les réponses de quatre élèves sur cinq sont limitées à une énumération simplifiée « nez- trachée- poumons » sans mentionner les autres organes de l'appareil respiratoire comme les fosses nasales, les bronches, les bronchioles et les alvéoles pulmonaires (Figure 190), alors que le cinquième élève s'est abstenu de répondre. Ce qui peut s'expliquer soit par le fait que l'enseignante a limité sa demande à mémoriser les noms de ces trois organes seulement, soit par une mémorisation fragmentaire de la part des élèves ou bien par une difficulté à restituer une séquence fonctionnelle complète.

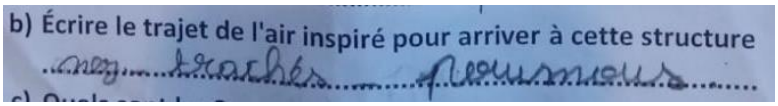


Figure 190: le trajet de l'air inspiré est réduit à trois organes seulement à l'école privée subventionnée

En ce qui concerne la troisième partie « quels sont les deux mouvements respiratoires ? », l'ensemble des cinq élèves ont répondu correctement en identifiant l'inspiration et l'expiration, ce qui indique que tous les élèves ont bien acquis et mémorisé ces mots.

Pour la dernière partie de la question « citer les caractéristiques de cette structure qui facilitent les échanges gazeux », bien que cette partie ait été explicitement enseignée en classe et que l'enseignante ait demandé aux élèves de mémoriser les caractéristiques des alvéoles pulmonaires facilitant les échanges gazeux, aucun élève n'a donné correctement la réponse complète. Certaines

réponses partielles telles que « riche en vaisseaux sanguins » ou « riche en capillaires » sont relevées, mais avec des fautes d'orthographe (Figure 191). Un élève se rappelle que c'est « riche » mais sans préciser riche en quoi (Figure 191). Cela suggère que la mémorisation, à elle seule, n'est pas suffisante pour assurer une appropriation durable et signifiante du contenu enseigné.

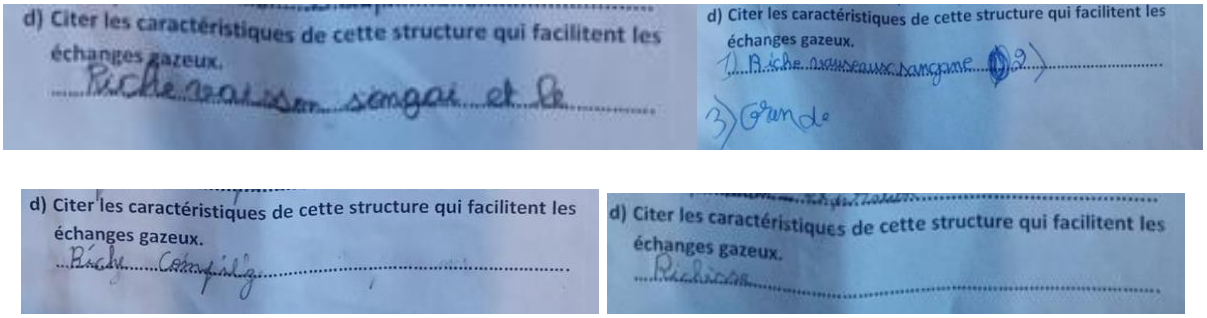


Figure 191: les réponses des élèves concernant les caractéristiques des alvéoles pulmonaires qui facilitent les échanges gazeux

Basés sur ces réponses, nous pouvons dire que ces élèves ont appris la leçon. Néanmoins, nous ne pouvons ni parler de la création d'espaces hybrides - car les questions posées ne permettent pas d'apprécier un glissement des connaissances quotidiennes au contenu scientifique- ni affirmer que les élèves ont compris en quoi ces caractéristiques facilitent les échanges gazeux respiratoires.

3.2.2.3. Synthèse de l'analyse de l'évaluation effectuée à l'école privée subventionnée

Les connaissances mobilisées dans l'évaluation réalisée à l'école privée subventionnée relèvent du milieu scolaire, à l'exception d'une seule phrase mentionnée dans la première question, à propos de laquelle l'élève doit juger si elle est vraie ou fausse avec correction « l'air inspiré est plus chaud que l'air expiré ». A première vue, cette phrase pourrait ne pas relever directement du milieu scolaire et appartenir au registre extrascolaire. Toutefois, une analyse plus fine montre que cette information a été déjà abordée explicitement dans un exercice lors d'une séance d'enseignement. De plus, le fait de distinguer entre l'air inspiré et l'air expiré ne pourrait avoir lieu sans recours aux connaissances enseignées en classe. Dès lors, cette phrase aussi peut être considérée comme référée au milieu scolaire. Nous pouvons conclure que toutes les questions posées dans cette situation d'évaluation appartiennent au registre des fonds de connaissances référés au milieu scolaire. Le dispositif évaluatif permet d'évaluer des performances didactiques cognitives dans la mesure où les questions posées suscitent, pour pouvoir répondre, de restituer des connaissances mémorisées. Il s'agit donc d'un travail intellectuel qui caractérise les performances didactiques cognitives.

En ce qui concerne les supports utilisés dans l'évaluation, la fiche d'évaluation présente un seul dessin concernant l'appareil respiratoire. Celui-ci montre une alvéole pulmonaire avec une annotation montrant que le sang y entre riche en dioxyde de carbone et pauvre en dioxygène et en sort enrichi en dioxygène et appauvri en dioxyde de carbone. Toutefois, les questions posées ultérieurement ne montrent aucune relation avec le dessin légendé, à l'exception de la première partie qui demande de nommer simplement la structure observée. En effet, la question n'englobe pratiquement aucune partie concernant l'enrichissement du sang en dioxygène et son appauvrissement en dioxyde de carbone lors de son passage dans l'alvéole pulmonaire. Cette remarque annule le rôle du dessin utilisé en tant que moyen d'aide didactique et limite sa fonction à un élément illustratif.

La nature des questions posées (vrai/faux et corriger et la question concernant les alvéoles pulmonaires) ne laisse pas évaluer le niveau de maîtrise de la langue française chez les élèves. En effet, bien que l'élève soit en mesure de lire la question et d'y répondre, cela ne garantit pas, en soi, sa maîtrise de la langue d'enseignement. Elle ne permet pas non plus d'apprécier, dans quelle mesure ce niveau de compétence linguistique interfère avec l'acquisition du contenu enseigné. Pourtant, les réponses, bien que simples, témoignent d'une faiblesse notable en langue française. Même les réponses scientifiquement correctes comportent de nombreuses erreurs lexicales ou orthographiques, rendant l'interprétation des intentions des élèves plus ou moins incertaine. Ces difficultés linguistiques peuvent constituer un obstacle majeur à la fiabilité de l'évaluation des apprentissages.

Pareillement, en ce qui concerne la modélisation de la respiration, la nature des questions posées ne permet pas d'identifier ou d'évaluer l'acquisition de la logique de modélisation à proprement parler. Les tâches englobent la lecture et la compréhension pour décider si l'énoncé est correct ou faux et le corriger, mais aussi la restitution des informations mémorisées pour répondre à la question concernant les alvéoles pulmonaires. Ces questions ne suscitent pas une mise en relation avec un référent empirique, ni la construction d'un modèle explicatif. Par conséquent, les réponses des élèves ne permettent pas d'apprécier leur capacité d'introduire un processus de modélisation par absence d'un dispositif didactique structuré autour de cette intention.

3.2.3. Cas de la classe de l'école privée

L'évaluation dans la classe de l'école privée prend deux formes complémentaires : 1) une évaluation sommative écrite classique identique à celles observées dans les deux autres classes, 2) une évaluation par projets où l'enseignante demande aux élèves, organisés en petits groupes (de trois ou de quatre élèves) d'effectuer une recherche sur le thème « l'appareil respiratoire » et de préparer une présentation orale pour partager leur travail avec leurs camarades. Selon l'enseignante « *cette évaluation par projets vise à stimuler la créativité des élèves, développer leur esprit critique, renforcer leur autonomie, nourrir leur curiosité scientifique et leurs compétences langagières* »[64].

L'enseignante de l'école privée n'a pas accepté de nous fournir les réponses des élèves à l'évaluation sommative écrite sous prétexte que les parents n'acceptent pas de partager les travaux de leurs enfants, mais elle a affirmé qu'ils sont tous intelligents, qu'ils ont correctement répondu aux questions et ont eu de bonnes notes. Toutefois, nous avons pu accéder à la fiche d'évaluation d'une seule élève à l'école privée qui est apparentée à la chercheuse. Cette copie sera analysée en tant qu'étude de cas. Paradoxalement, l'enseignante, elle-même, nous a envoyé les photos des élèves avec les projets qu'ils ont effectués en groupes après avoir terminé les chapitres « l'appareil digestif, l'appareil respiratoire et l'appareil circulatoire » dont nous allons limiter l'analyse à ceux relatifs à « l'appareil respiratoire ». Elle nous les a communiqués pour nous montrer que les élèves sont « *intelligents et braves* ».

Comme pour les deux autres évaluations, nous allons analyser les questions de l'évaluation sommative concernant « l'appareil respiratoire », les réponses disponibles d'une élève en tant qu'étude de cas et nous allons présenter brièvement les projets des élèves en relation avec le chapitre « l'appareil respiratoire ».

3.2.3.1. Par rapport aux questions posées

L'examen de l'école privée comporte trois questions : les deux premières questions concernent « l'appareil respiratoire », alors que la troisième concerne « l'appareil circulatoire ». Notre analyse porte sur les questions relatives à « l'appareil respiratoire ».

[64] Ce propos a été tenu par l'enseignante au cours d'une conversation informelle après une séance et non pendant l'entretien semi-directif enregistré.

La première question comporte deux parties :1) la première partie est composée de quatre questions à choix multiples avec deux choix pour chaque phrase, donc c'est de l'ordre du vrai ou faux ; 2) la deuxième partie invite l'élève à indiquer le trajet suivi par l'air expiré lors de son passage dans l'appareil respiratoire (Figure 192).

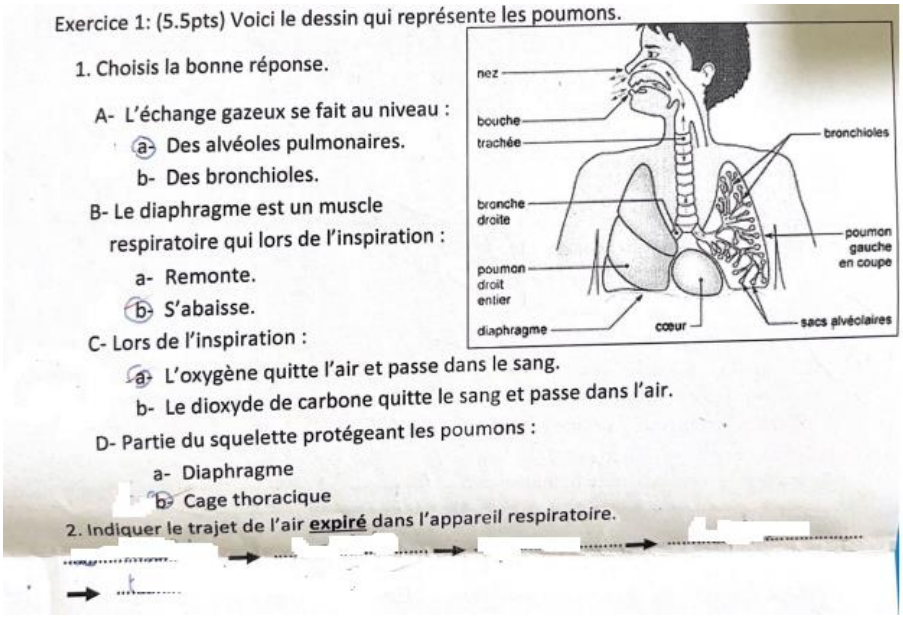


Figure 192: première question de l'évaluation sommative à l'école privée

L'objectif de la deuxième question est d'étudier les échanges gazeux respiratoires dans l'organisme en se basant sur la comparaison des pourcentages d'oxygène et de dioxyde de carbone dans l'air inspiré et dans l'air expiré. Les pourcentages sont donnés sous la forme d'un tableau (Figure 193). La question comporte trois parties qui visent à comparer les taux d'oxygène et de dioxyde de carbone dans l'air inspiré et dans l'air expiré arrivant à conclure que le corps consomme de l'oxygène et rejette du dioxyde de carbone au cours de la respiration. Cette question appartient au niveau d'analyse dans la taxonomie de Bloom dans la mesure où elle nécessite de comparer des valeurs, d'analyser la comparaison effectuée pour arriver à conclure que le pourcentage d'oxygène diminue du fait que le corps utilise de l'oxygène au cours de la respiration alors que le pourcentage de dioxyde de carbone augmente car le corps rejette du dioxyde de carbone.

Exercice 2: (2 pt)

On se propose d'étudier les échanges gazeux dans l'organisme en utilisant le tableau suivant :

	Oxygène	Dioxyde de carbone
Air inspiré	20,8%	0,03%
Air expiré	16%	4,4%

1. Compare le taux de l'oxygène dans l'air inspiré et dans l'air expiré
2. Compare le taux du dioxyde de carbone dans l'air expiré et celui dans l'air inspiré
3. Que peux –tu en conclure ?

Figure 193: deuxième question de l'évaluation sommative dans la classe de l'école privée

Cette question renvoie à un exercice déjà effectué en classe où la composition gazeuse de l'air est représentée sous forme des deux histogrammes (Figure 109, page 247).

Analyse des questions de l'évaluation de l'école privée

Dans la première partie de la première question (choisir la bonne réponse parmi deux réponses possibles), nous pouvons distinguer deux types de phrases : deux phrases qui font appel à restituer des connaissances mémorisées sans besoin d'analyser et d'interpréter pour décider la bonne réponse (le fait que l'échange gazeux se fait au niveau des alvéoles pulmonaires et que la cage thoracique protège les poumons) et deux phrases où le choix de la bonne réponse nécessite que l'élève analyse ce qui se passe au cours des mouvements respiratoires pour choisir la bonne réponse (le fait que le diaphragme est un muscle respiratoire qui s'abaisse lors de l'inspiration et que l'oxygène quitte l'air et passe dans le sang lors de l'inspiration). Dans la deuxième partie, pour indiquer le trajet de l'air expiré, les élèves doivent restituer un contenu appris en classe, voire des connaissances mémorisées. La résolution de cette deuxième partie ne demande que de se rappeler des connaissances mémorisées sans nécessité d'interpréter, d'analyser ou d'appliquer les connaissances dans de nouvelles situations.

Les performances didactiques suscitées dans la première question sont donc de nature cognitive et les connaissances mobilisées sont référées au milieu scolaire des élèves.

En ce qui concerne la deuxième question (Figure 193), les sous-questions posées guident vers une réponse de nature explicative pour amener à comprendre un phénomène (les échanges gazeux respiratoires). L'enseignante pose des questions pour comparer les pourcentages de chaque gaz à part arrivant à conclure que le corps absorbe de l'oxygène et rejette du dioxyde de carbone. Dans

cette question aussi, les performances didactiques mobilisées sont de nature cognitive et les connaissances sont référées au milieu scolaire.

En ce qui concerne les supports utilisés dans l'évaluation, dans l'énoncé de la première question est écrit « voici le dessin qui représente les poumons » avec un dessin légendé représentant l'appareil respiratoire. Deux remarques significatives attirent notre attention : tout d'abord, le dessin ne représente pas que les poumons, il représente l'appareil respiratoire entier. D'autre part, ce dessin n'est pas investi dans les questions posées, même les concepts utilisés dans les phrases diffèrent de ceux qui figurent sur le dessin légendé. A titre d'exemple, dans la partie A «(l'échange gazeux se fait au niveau : a- **des alvéoles pulmonaires** / b- des bronchioles), or dans le dessin est écrit (**sacs alvéolaires** non pas alvéoles pulmonaires). En B, le dessin attaché à la question montre la présence du diaphragme sans rien dire par rapport à ce qu'il remonte ou s'abaisse lors de l'inspiration, donc ici aussi le dessin n'est pas lié aux questionnements. En C, (lors de l'inspiration : a- l'oxygène quitte l'air et passe dans le sang/ b- le dioxyde de carbone quitte le sang et passe dans l'air) , rien ne montre dans le dessin si l'oxygène quitte l'air et passe dans le sang ou bien si le dioxyde de carbone quitte le sang et passe dans l'air lors de l'inspiration. En D, pour déterminer la partie du squelette protégeant les poumons (a- diaphragme/ b- cage thoracique) la cage thoracique n'apparait pas dans le dessin. De même, dans la deuxième partie de la première question, il est demandé d'indiquer le trajet de l'air expiré dans l'appareil respiratoire, or le dessin ne montre pas ce trajet. Toutes ces observations convergent dans le fait que le dessin attaché à la première question n'est pas bien investi dans la mesure où il n'a pas réellement aidé les élèves à répondre aux questions. Bien qu'il comporte des éléments en rapport avec le chapitre de la respiration, mais ce support visuel n'a pas joué un rôle facilitateur dans la résolution des questions posées.

Par contre, dans la deuxième question, le tableau des pourcentages de gaz dans l'air inspiré et dans l'air expiré est bien investi : les questions posées invitent les élèves à comparer les valeurs chiffrées données dans le tableau des pourcentages pour arriver à conclure que le pourcentage d'oxygène diminue alors que le pourcentage de dioxyde de carbone augmente, dès lors, que le corps absorbe de l'oxygène et rejette du dioxyde de carbone. A côté de sa fonction illustrative, le tableau des pourcentages joue un rôle fonctionnel essentiel comme étant le support principal à partir duquel l'élève peut extraire et analyser les données chiffrées pour arriver à une conclusion scientifique.

Quant à la langue étrangère d'enseignement, la nature de la première question (choisir la bonne réponse et indiquer le trajet de l'air expiré) mobilise principalement des connaissances mémorisées. Les compétences langagières sollicitées sont limitées à la lecture et à la compréhension des phrases pour choisir la bonne réponse ou pour restituer des connaissances mémorisées. Ce type de questions ne permet pas de mettre en évidence le niveau de maîtrise de la langue française, il ne permet pas non plus de comprendre l'influence de la langue d'enseignement sur l'acquisition du contenu scientifique. En revanche, la deuxième question nécessite que l'élève compare des pourcentages pour dégager une conclusion, ce qui lui demande de s'exprimer en ses propres mots. Donc cette question sollicite une mobilisation de la langue d'enseignement et reflète le niveau de maîtrise linguistique de l'élève à travers ses réponses mais aussi elle permet de relier le niveau de maîtrise linguistique à l'appropriation du contenu scientifique.

La première question, de nature déclarative, ne demande pas aux élèves de construire, comprendre ou transférer un modèle explicatif. Alors que la deuxième question engage l'élève à analyser une représentation simplifiée des échanges gazeux respiratoires donnée sous la forme d'un tableau des pourcentages pour comprendre le fonctionnement de l'appareil respiratoire. Les élèves sont invités à comparer les pourcentages d'oxygène et de dioxyde de carbone (parties 1 et 2), pour déduire que le corps utilise de l'oxygène et rejette du dioxyde de carbone (partie 3). L'élève se réfère à des données chiffrées visibles, qui peuvent être considérées comme référent empirique, pour construire un raisonnement explicatif, arrivant à comprendre le processus biologique invisible « les échanges gazeux respiratoires ».

3.2.3.2. Les réponses d'une élève à l'évaluation dans la classe de l'école privée : une étude de cas

Comme déjà mentionné, parmi les réponses des élèves de l'école privée, nous avons collecté une seule réponse qui est celle d'une élève proche de la chercheuse. Nous allons l'étudier en tant qu'étude de cas. L'élève a répondu correctement à la première question, ce qui montre qu'elle a bien appris et mémorisé le contenu visé. Dans la deuxième partie de la première question, où la tâche est d'indiquer le trajet suivi par l'air expiré, elle a répondu : sacs alvéolaires → bronchioles → poumons → bronches → trachée-artère → nez. Cette réponse implique qu'elle a considéré les poumons comme étant des organes distincts des bronchioles et des alvéoles pulmonaires (Figure 194) or le dessin montre que les bronchioles et les sacs alvéolaires sont inclus dans les poumons. La réponse montre qu'elle pense que l'air passe des bronchioles aux poumons puis va aux bronches, ce qui n'est pas le cas car le dessin montre que les bronchioles et les alvéoles

pulmonaires sont incluses dans les poumons et que les bronches y pénètrent. Donc l'air passe des bronchioles aux bronches au sein des poumons. La réponse de l'élève dévoile qu'elle ne s'est pas basée sur le dessin pour répondre à la question et qu'elle s'est contentée de restituer ce qu'elle a mémorisé concernant le trajet de l'air dans l'appareil respiratoire. Une preuve supplémentaire qu'elle sollicite sa mémoire au lieu de se référer au dessin, nous constatons qu'elle a écrit trachée-artère, comme appris, non pas trachée seulement, qui figure dans le dessin (Figure 192, page 347). Il semble utile de remarquer que lors des observations en classe, le trajet appris était celui de l'air inspiré or dans l'évaluation, la question concerne le trajet de l'air expiré (Figure 194).



Figure 194: l'élève pense que les poumons sont des organes distincts des sacs alvéolaires et des bronchioles

Dans la deuxième question, l'élève a bien comparé le pourcentage d'oxygène dans l'air inspiré à celui dans l'air expiré (*la quantité d'oxygène dans l'air inspiré (20,8%) est plus grande que celle dans l'air expiré (16%)*). Pareillement, elle a réussi à comparer le pourcentage de dioxyde de carbone (*la quantité de dioxyde de carbone dans l'air inspiré (0,03%) est plus petite que celle dans l'air expiré (4,4%)*) (Figure 195).

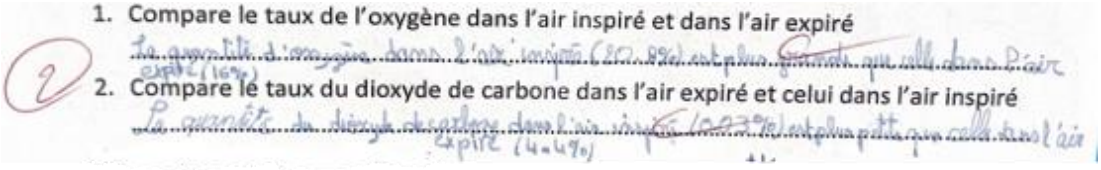


Figure 195: l'élève de l'école privée réussit à comparer les taux des gaz dans l'air inspiré et dans l'air expiré

Ensuite, elle a conclu que « *le corps utilise l'oxygène pour cela la quantité diminue (de 20.8% à 16%) et la quantité de dioxyde de carbone s'élève parce que le corps la jette* ***car les gaz toxiques ne faut pas qu'ils restent dans le corps*** » (Figure 196).



Figure 196: l'élève de l'école privée s'est basée sur les pourcentages de gaz dans l'air pour conclure que le corps utilise de l'oxygène et rejette du dioxyde de carbone

Donc l'élève a bien exploité le tableau des pourcentages en tant que moyen d'aide didactique, elle a saisi le concept des échanges gazeux respiratoires.

L'espace hybride apparait dans son interprétation du fait qu'elle a relié les échanges gazeux respiratoires en jeu à la nécessité de se débarrasser du dioxyde de carbone, gaz toxique.

La réponse de l'élève à la deuxième question témoigne de sa bonne maîtrise de la langue française d'enseignement et c'est ce que nous avons déjà mentionné dès le début concernant le bon niveau de maîtrise de la langue française qui peut être considérée comme langue seconde à statut privilégié à l'école privée.

3.2.3.3. Synthèse de l'analyse de l'évaluation effectuée à l'école privée

Avant de présenter l'évaluation par projets comme étant un moyen d'évaluation non classique, nous présentons une synthèse de l'analyse de l'évaluation sommative écrite effectuée à l'école privée en nous basant sur notre cadre conceptuel déjà déterminé.

En ce qui concerne les connaissances mobilisées, la plupart sont enseignées en classe et relèvent donc du milieu scolaire des élèves. Une exception se manifeste dans la réponse de l'élève à la troisième partie du deuxième exercice (que peux-tu en conclure ?) qui montre qu'elle s'appuie sur ses fonds de connaissances référés au milieu extrascolaire lorsqu'elle a considéré que le dioxyde de carbone est un gaz toxique « *car les gaz toxiques ne faut pas qu'ils restent dans le corps* ». Le caractère toxique du dioxyde de carbone ne figure pas dans le manuel scolaire et n'est pas mentionné en classe, mais la réponse de l'élève montre qu'elle a tissé un lien entre le gaz dégagé duquel le corps doit se débarrasser et le fait qu'il soit toxique. L'évaluation sommative effectuée permet d'observer des performances didactiques cognitives dans la mesure où les questions posées suscitent un travail purement intellectuel qui caractérise les performances didactiques cognitives.

Quant aux supports utilisés, la fiche d'évaluation présente un tableau des pourcentages de gaz dans l'air inspiré et dans l'air expiré qui sert de moyen d'aide didactique matériel et un dessin annoté de l'appareil respiratoire dont la fonction illustrative domine la fonction de support didactique.

Le niveau de maîtrise de la langue française d'enseignement et son influence sur les performances didactiques de l'élève se manifestent dans la deuxième question qui fait appel aux compétences

linguistiques à côté des connaissances scientifiques chez cette élève. La réponse disponible que nous avons analysée reflète un bon niveau de maîtrise de la langue française chez l'élève en question. Cette question permet aussi d'évaluer l'acquisition de la logique de modélisation dans la mesure où elle invite l'élève à mettre en relation le changement des pourcentages d'oxygène et de dioxyde de carbone dans l'air qui sont considérés comme référent empirique avec le modèle scientifique. Par conséquent, les réponses de l'élève permettent d'apprécier sa capacité à introduire un processus de modélisation, et comme exemple, la réponse de l'élève que nous avons considérée comme étude de cas révèle qu'elle a bien acquis le processus de modélisation concernant les échanges gazeux respiratoires. Par contre cela ne dit rien par rapport autres élèves de la classe de l'école privée.

3.2.3.4. Un autre moyen d'évaluation à l'école privée : les projets de recherche

L'enseignante de l'école privée adopte un deuxième moyen d'évaluation non classique. Après avoir terminé l'explication des trois chapitres « l'appareil digestif, l'appareil respiratoire et l'appareil circulatoire » et après avoir effectué l'évaluation sommative, elle demande aux élèves de travailler en groupes de deux ou trois élèves, ou de travailler individuellement pour faire des projets au choix, concernant l'appareil digestif, l'appareil respiratoire ou l'appareil circulatoire et de préparer une présentation pour partager, avec leurs camarades, ce qu'ils ont découvert. Ce travail de recherche n'est pas obligatoire mais des notes « bonus » sont ajoutées pour les élèves qui participent volontairement. Selon l'enseignante « *la réalisation du projet ne constitue pas en soi un moyen d'évaluation, mais vient la compléter* »[65] en permettant de voir comment les élèves pourraient s'approfondir dans les sujets enseignés et comment ils établissent des liens entre l'ensemble des apprentissages abordées dans les différentes séances.

Dix groupes d'élèves ont préparé des projets, parmi lesquels trois groupes ont choisi de travailler sur l'appareil digestif, six groupes se sont orientés vers l'appareil respiratoire et un seul groupe a travaillé sur l'appareil circulatoire. Ce choix reflète la différence d'intérêt des élèves et de leur familiarité avec les contenus enseignés.

En ce qui concerne l'appareil respiratoire, les projets des groupes ont consisté à tracer le dessin annoté de l'appareil respiratoire (Figure 197) en donnant des informations complémentaires pour

[65] L'enseignante a exprimé cette idée au cours d'une conversation informelle, en dehors de l'entretien semi-directif.

chaque organe (Figure 197). Ce type de projets montre l'intention des élèves à réorganiser les connaissances et à structurer le contenu appris de façon à le rendre plus accessible par rapport aux élèves.

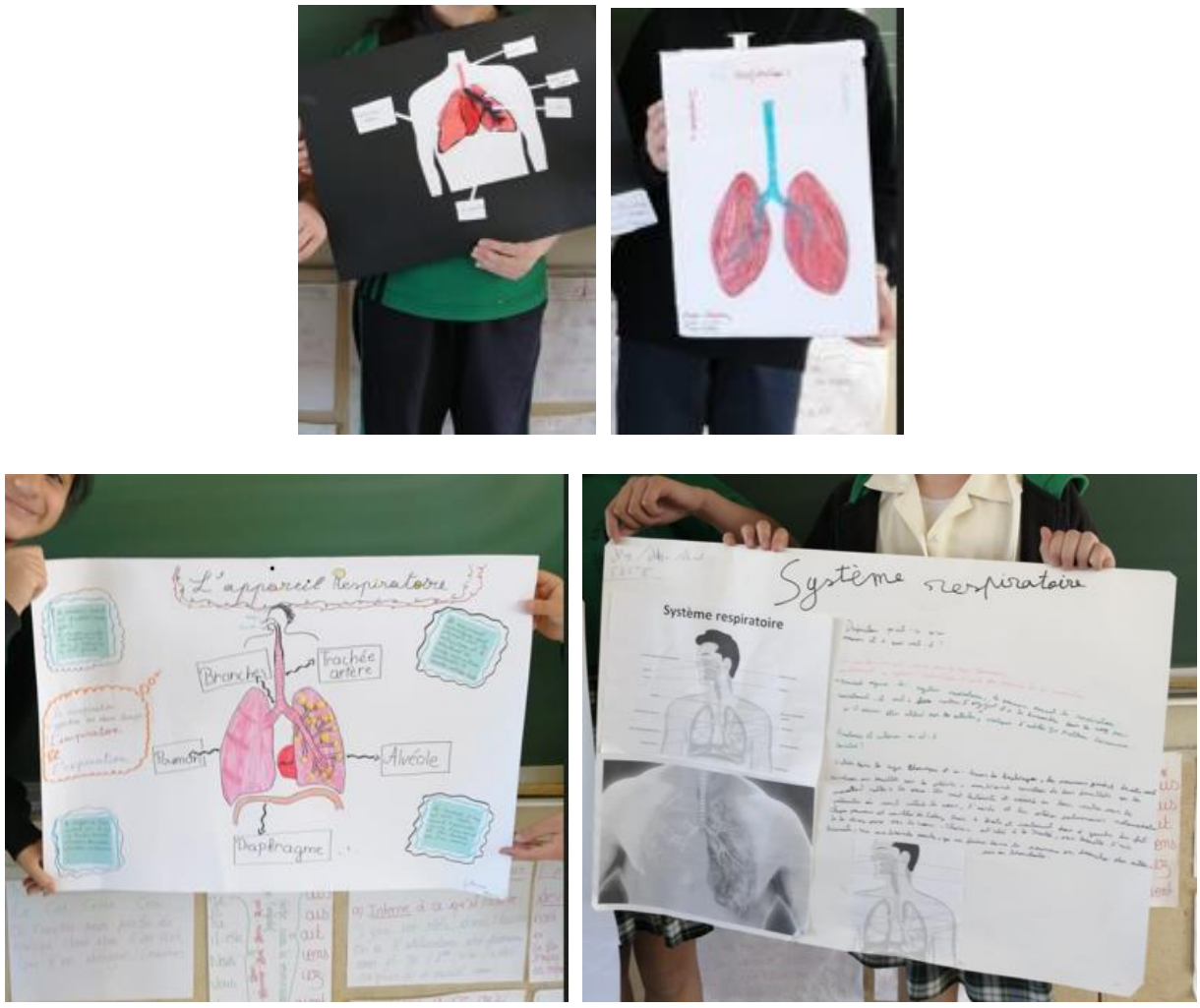


Figure 197: des groupes ont tracé le dessin annoté du système respiratoire

Un groupe d'élèves a préparé une maquette représentant l'appareil respiratoire et l'appareil circulatoire et a relié les poumons à une paille pour faire une simulation du gonflement et du dégonflement des poumons au cours des mouvements respiratoires en les reliant à la circulation des gaz dans le sang (Figure 198).

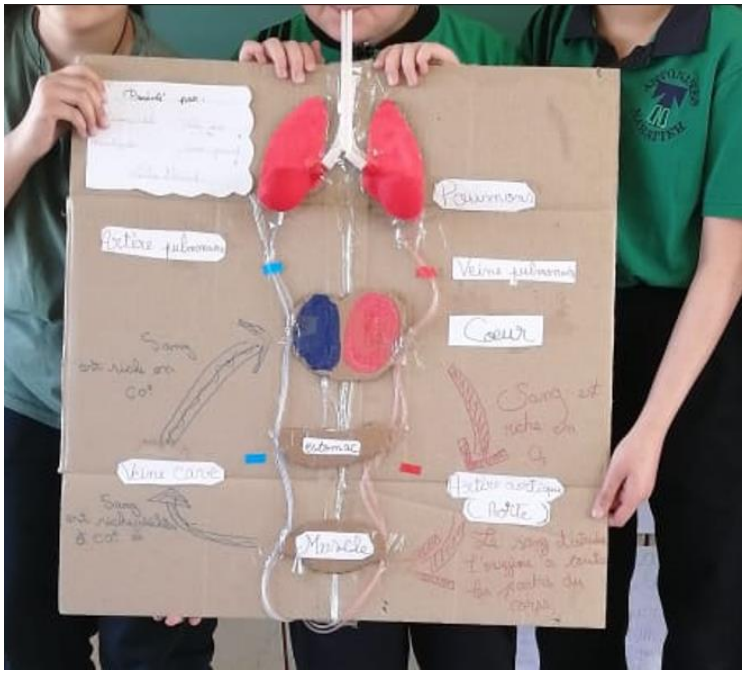


Figure 198: une maquette représentant l'appareil respiratoire et l'appareil circulatoire

Le dernier groupe a effectué une recherche autour du cancer des poumons et a relié les informations trouvées à ce qu'ils ont appris dans le chapitre « l'appareil respiratoire », arrivant à proposer des moyens pour protéger l'appareil respiratoire (Figure 199).

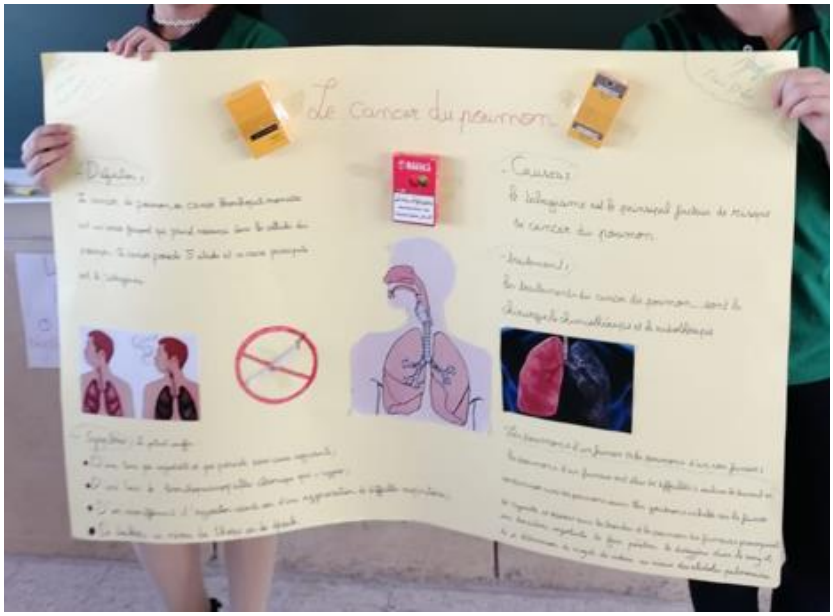


Figure 199: une recherche autour du cancer des poumons

Les fonds de connaissances mobilisés par les élèves en effectuant les projets collectent des informations référées au milieu scolaire comme le schéma de l'appareil respiratoire, les échanges gazeux respiratoires, etc. et d'autres informations référées au milieu extrascolaire comme les causes du cancer des poumons et les effets nocifs du tabagisme. Les performances didactiques mobilisées sont de nature cognitive, dans la mesure où les élèves sont invités à manifester un travail intellectuel pour pouvoir produire le projet. D'autres performances sont de nature sociale puisque le travail en groupes encourage les élèves à interagir et à discuter de la tâche à accomplir, mais aussi des performances didactiques mobilisées sont de nature technique car en réalisant le projet, les élèves sont amenés à manipuler des supports matériels.

En ce qui concerne les moyens d'aide didactique mobilisés, nous les avons déjà définis comme étant des moyens sélectionnés ou élaborés **par l'enseignant**, utilisés à différents moments de l'activité didactique et qui constituent des facilitateurs dans l'enseignement (Astolfi et al., 2008). En revanche, au cours de la production des projets, les élèves sont responsables de créer des moyens pour expliquer ultérieurement à leurs camarades ce qu'ils ont découvert. Donc les projets effectués ne mobilisent pas directement de moyens d'aide didactique puisque ce n'est pas l'enseignant qui est responsable du choix ou de l'utilisation de ces moyens.

L'observation des projets effectués nous permet de déduire que le niveau de maîtrise de la langue française d'enseignement chez les élèves qui ont participé est bien puisqu'ils ont réussi à s'exprimer dans les projets et puis dans la présentation de leur travail, en langue française, pour leurs camarades. D'autre part, ces projets manifestent une logique de modélisation au sens de Martinand (1986), ce qui apparait manifestement dans la maquette qu'un groupe d'élèves a créée pour montrer la relation entre le système respiratoire et le système circulatoire (Figure 198).

Partie 4 : Discussion et conclusion

Introduction

Avant de procéder à la discussion des résultats de la recherche, nous rappelons que notre but ne vise pas à mesurer l'effet de l'utilisation d'une langue étrangère sur l'enseignement des sciences dans un contexte bilingue. Notre préoccupation centrale est de comprendre la manière dont l'enseignant des sciences agit, au cycle primaire, pour aider les élèves à construire le contenu scientifique dans un contexte bilingue. Nous signalons aussi que notre recherche reste exploratoire dans la mesure où elle concerne un corpus englobant trois séquences ordinaires conduites par trois enseignants et porte sur un seul contenu « l'appareil respiratoire de l'Homme » et dans un échantillon réduit à trois classes dans trois écoles représentant les types d'écoles dans le système éducatif libanais. C'est pour cela que nous ne pouvons pas prétendre avoir une réponse globale qui peut être généralisée à tous les contextes bilingues.

En ce qui concerne la question de la généralisation au Liban, il convient de préciser que nous avons choisi une école de chaque type d'établissement au Liban (une école publique, une école privée et une école privée subventionnée). Cependant, les résultats obtenus ne permettent pas de généraliser à l'ensemble des écoles de chaque type. Par exemple, nous ne pouvons pas affirmer que toutes les écoles publiques présenteraient les mêmes résultats que l'école publique observée, ni que toutes les écoles privées ont le même profil. Les différences constatées entre les écoles semblent davantage liées au niveau de maîtrise de la langue d'enseignement par les élèves et par l'enseignant qu'au statut institutionnel de l'école en soi. Ainsi, c'est le niveau de maîtrise de la langue qui influence principalement sur les résultats observés et non le type de l'école en tant que tel. Par conséquent, la généralisation à l'échelle libanaise peut être reliée au niveau de maîtrise de la langue d'enseignement, et non au type d'école en question.

Notre travail de recherche s'inscrit dans la problématique générale de l'enseignement des sciences dans un contexte bilingue. Il s'agit du dialogue entre les sciences et les langues dans tel contexte. Nous avons focalisé la médiation didactique de l'enseignant des sciences dans un contexte bilingue comme élément important à observer. Trois questions principales structurent notre travail de thèse, elles concernent la façon dont, dans tel contexte, l'enseignant interprète le contenu à enseigner pour planifier son travail, comment il met en œuvre cette préparation et les effets observables de la médiation didactique de l'enseignant, dans ses deux étapes, sur l'appropriation du contenu par les élèves.

Pour répondre à ces questions, nous avons collecté quatre types de données : les fiches de préparation des trois enseignants (un enseignant d'une école publique, une enseignante d'une école privée et une enseignante d'une école privée subventionnée), des observations filmées des séances, des entretiens semi-directifs avec les trois enseignants observés et des fiches d'évaluation sommative. Les résultats obtenus à partir de ces quatre types de données permettent d'adopter un éclairage précis sur la médiation didactique de l'enseignant dans un contexte bilingue en focalisant la manière dont les enseignants préparent leurs séances, les mettent en œuvre et l'impact de cette médiation didactique sur les élèves. Dans cette discussion, nous allons interpréter les résultats en les confrontant au cadre conceptuel et aux recherches antérieures. Nous allons aussi croiser les résultats dans le but d'observer s'il y a une concordance ou un décalage entre la manière dont les enseignants planifient leurs actions et leurs pratiques effectives en classe et de focaliser dans quelle mesure la langue d'enseignement a influencé ces pratiques effectives. Finalement, nous allons comparer entre le fonctionnement des trois enseignants au regard de leurs médiations didactiques tant au cours de la préparation que lors des interventions en classe. Cette mise en commun est un choix méthodologique que nous utilisons pour identifier les points de convergence et de divergence concernant leurs médiations didactiques. Nous clôturons cette partie en dégageant des limites liées à l'interprétation des données.

Dans ce qui suit, nous commençons par la présentation des résultats importants de notre recherche selon les grands traits qui ont marqué la mise en œuvre de la médiation didactique dans les trois classes observées.

1. Cohérence entre la phase de planification et la phase d'intervention en classe

Les préparations des trois enseignants aussi diversifiées qu'elles soient, convergent dans de grands traits de la préparation comme la détermination des objectifs et l'importance d'exploiter les fonds de connaissances des élèves. Toutefois, ces préparations montrent beaucoup de différences qui seront mentionnées succinctement.

La préparation écrite de l'enseignant de l'école publique est rédigée de façon assez lacunaire qu'elle ne laisse pas prévoir ses pratiques effectives en classe. Néanmoins, en observant la mise en œuvre de ce qu'il a prévu, nous tentons d'interpréter le sens de ce qu'il voulait exprimer dans

ses fiches de préparation. A titre d'exemple, il a mentionné dans sa préparation écrite, comme compétence principale « comparer les pourcentages de tableau », or nous ne comprenions pas de quel tableau voire de quels pourcentages il s'agit. Après avoir analysé les observations, nous déduisons qu'il voulait dire la composition en gaz de l'air inspiré et expiré. Le caractère très réduit de cette préparation montre un point d'appui pour l'enseignant mais ne permet pas une opérationnalisation par un autre enseignant et rend difficile la confrontation entre la planification et la mise en œuvre de la séquence. Toutefois, le deuxième type de données, les entretiens semi-directifs, apportent des éléments de la phase de planification qui permettent une discussion significative dans la mesure où ils nous permettent de confronter la pratique de l'enseignant de l'école publique telle qu'elle est reconstituée dans son discours à ce que nous observons au cours de son intervention en classe.

En revanche, la préparation de l'enseignante de l'école privée est détaillée et référée exclusivement au manuel scolaire des élèves. A côté de cette préparation, en PowerPoint, le discours de l'enseignante, lors de l'entretien semi-directif, apporte des éléments complémentaires sur la phase de planification. Quant à l'enseignante de l'école privée subventionnée, sa préparation écrite prend la forme du cours magistral et permet, à côté de son discours au cours de l'entretien semi-directif, de comprendre la façon selon laquelle elle interprète le contenu à enseigner au cours de la phase de planification.

Dans ce qui suit, nous confrontons chaque élément du cadre conceptuel dans les deux phases de la médiation didactique, pour étudier la cohérence entre les pratiques déclarées, par chaque enseignant, concernant la phase de planification et ses pratiques observées en situation de classe dans un contexte bilingue. Mais avant d'aborder l'analyse des pratiques déclarées et effectives, il convient de préciser que l'analyse des observations s'est centrée sur quelques dimensions, notamment sur des moments particuliers où les performances didactiques des élèves influencent sur la médiation didactique de l'enseignant, sans prétendre couvrir tous les cas.

1.1. L'interprétation du contenu à enseigner : entre la planification et l'application en classe

Les trois enseignants interprètent le contenu à enseigner de façons différentes. Bien qu'ils enseignent le même contenu « l'appareil respiratoire de l'Homme » et qu'ils prédéterminent les mêmes objectifs, leurs pratiques manifestent des rapports au savoir différents.

L'enseignant de l'école publique indique qu'il considère la motivation des élèves comme élément d'importance cruciale pour acquérir le contenu enseigné et il entend par la motivation le recours à des situations familières aux élèves, que nous appelons les fonds de connaissances. Il rejoint dans cette déclaration les constats de Dumas-Carré et Weil-Barais (1998) qui soulignent l'importance d'ancrer le contenu à enseigner dans des situations sociales familiales. Ces deux chercheuses partent d'une approche socio-constructiviste et considèrent que les élèves mobilisent mieux leurs connaissances et manifestent de meilleures performances quand ils sont confrontés à des situations en relation avec des pratiques sociales qui leur sont familières.

En revanche, lors de l'observation de la mise en œuvre en classe chez cet enseignant, nous remarquons que son enjeu principal est que les élèves s'approprient du contenu et qu'ils mémorisent les informations enseignées sans forcément considérer leur exploitation éventuelle dans des situations de la vie quotidienne comme but principal. D'autre part, l'utilisation des exemples de la vie quotidienne dans l'explication ne marque pas une dimension motivationnelle à proprement parler. Autrement dit, l'enseignant a recours aux fonds de connaissances des élèves référés à leur vie quotidienne au cours de son action en classe, mais sans engendrer nécessairement une motivation chez eux. Ainsi lorsqu'il compare le gonflement des poumons lors de l'inspiration au gonflement du ballon, ou lorsqu'il compare la trachée-artère à un roseau ou la ramification des bronches dans les poumons à celle des branches d'un arbre, nous remarquons que ce recours à des situations familières possède une fonction avant tout illustrative, mais aussi, quoique partiellement, motivationnelle.

Quant à l'enseignante de l'école privée, elle déclare accorder de l'importance, non seulement à l'appropriation, par les élèves, du contenu enseigné, mais également à leur capacité de le réinvestir dans des situations de la vie quotidienne. Cette déclaration se manifeste concrètement dans sa pratique en classe, particulièrement lors des exercices d'application où l'enseignante essaye de relier le contenu enseigné à des situations quotidiennes des élèves. Elle semble traduire un

alignement avec la politique éducative au Liban qui se manifeste dans une publication du centre de recherche et de développement pédagogique:

« *L'enseignant des disciplines scientifiques est chargé de planifier et de mettre en place des stratégies de travail qui fournissent aux élèves l'opportunité d'établir un lien pertinent entre la matière enseignée d'un côté et les domaines de la vie quotidienne d'un autre côté. Ces opportunités structurées amènent les apprenants à appliquer leurs acquis et leurs compétences dans des situations authentiques vécues dans la vie quotidienne* » (Akiki et Assaf, 2017).

Cette citation met ainsi en lien la valorisation de l'enseignement des sciences et la préparation des situations qui favorisent l'exploitation du contenu enseigné dans des situations de la vie quotidienne. Dans cette même perspective, Astolfi et Develay (2016) affirment que l'enseignement des sciences ne se limite pas à la transmission des connaissances abstraites, il consiste à établir des passerelles entre la science apprise à l'école et la vie quotidienne des élèves. Autrement dit, ils insistent sur la nécessité d'exploiter le contenu scientifique enseigné dans des situations didactiques ancrées dans le réel pour un apprentissage significatif et durable (Astolfi et Develay, 2016). Tiberghien, quant à elle, mentionne *« l'intérêt de cerner l'impact de l'enseignement scientifique à l'école non seulement sur les connaissances scientifiques à la sortie du système scolaire mais aussi sur celles mises en œuvre dans la vie quotidienne »* (Tiberghien, 2002, p.7).

Quant à l'enseignante de l'école privée subventionnée, elle déclare rechercher les fonds de connaissances des élèves qu'elle nomme des prérequis, sur lesquels elle s'appuie comme point de départ pour déclencher l'enseignement. Cette idée renvoie aux travaux de Na et Song (2014) qui concluent que « *everyday experience should be considered as a starting point for primary students' science learning* » (Na et Song, 2014, p.1031). Cette déclaration est confirmée par les observations lors de son intervention en classe dans la mesure où elle commence l'explication de chaque partie en posant des questions relatives au contenu à enseigner pour dévoiler les prérequis des élèves et s'y base pour avancer dans l'enseignement. Il est à noter que nous avons remarqué, lors de nos observations, que les deux autres enseignants ont aussi recours aux fonds de connaissances des élèves comme entrée pour enseigner le nouveau contenu, or seule l'enseignante de l'école privée subventionnée a insisté, dans son discours, sur cet aspect de l'enseignement des sciences.

1.2.La place des fonds de connaissances des élèves entre les déclarations des enseignants et leurs pratiques effectives en classe

Les discours des enseignants interrogés convergent vers la reconnaissance des fonds de connaissances comme ressource essentiel pour l'enseignement. Bien qu'ils ne figurent pas explicitement dans les préparations, ils transparaissent dans leurs discours, révélant ainsi leur influence implicite sur les choix didactiques des enseignants. Ces déclarations rencontrent celles de Irish et Kang (2018) qui considèrent que les enseignants essayent d'établir des liens pertinents entre les apprentissages scolaires et extrascolaires des élèves " *all students come to school with previously constructed knowledge as a result of their experiences at home and in their community and that learning is best facilitated when this knowledge is capitalized on*" (Irish et Kang, 2018, p.1228). Dans cette même perspective, González et ses collaborateurs (2005) évoquent que la connaissance et la compréhension qui résultent des expériences extrascolaires des élèves constituent des ressources importantes qui doivent être valorisées dans l'enseignement des sciences, ils mobilisent le terme « funds of knowledge » pour mentionner les connaissances des élèves puisés de leur vie extrascolaire. Dans notre travail, nous avons conservé le concept « fonds de connaissances » mais nous l'avons prolongé en distinguant entre des fonds de connaissances référés au milieu extrascolaire des élèves et d'autres référés à leur milieu scolaire.

L'ensemble des trois enseignants semblent adopter une représentation sociale stéréotypée à l'égard des fonds de connaissances des élèves surtout référés à leur milieu extrascolaire. Cette représentation se manifeste notamment dans l'idée partagée par les trois enseignants interrogés que les élèves dans une même classe proviennent des familles des niveaux socioéconomiques homogènes. Leurs choix didactiques, basés sur cette vision stéréotypée, traduisent une intention chez chaque enseignant de s'adapter aux caractéristiques générales de son publique scolaire. Cette vision va à l'encontre de plusieurs travaux comme celui de Karlsson et ses collaborateurs (2019) qui considèrent que les élèves dans une classe ne sont pas homogènes et que chaque élève a ses propres fonds de connaissances ancrés dans ses propres expériences qu'il a vécues dans sa vie quotidienne « *all students enter school science practice with a 'backpack' full of experiences, which implies that they, in the process of learning, continuously and constantly relate the scientific content to prior experiences* » (Karlsson et al., 2019, p.2051). Ainsi, l'enseignant de l'école publique et celle de l'école privée subventionnée considèrent que leurs élèves proviennent de

familles dont le niveau socioéconomique est considéré comme moyen ou faible tant sur les plans économiques, que culturels et linguistiques. Cette perception influe sur leurs pratiques et se répercute sur la médiation didactique de chacun d'eux, particulièrement sur les pratiques langagières et sur le fonctionnement du système scolaire dans sa dimension linguistique. Par conséquent, nous constatons, lors des observations filmées que ces deux enseignants ont recours à la langue maternelle arabe, ainsi qu'au translangage et à la traduction dans la mesure où ils sont conscients que le niveau linguistique de leurs élèves est globalement faible en français parce qu'ils proviennent majoritairement de familles plus ou moins pauvres. En revanche, l'enseignante de l'école privée déclare considérer que ses élèves appartiennent généralement à des familles dont le statut socio-économique est considéré comme élevé, tant sur le plan économique que culturel, et que leurs parents maîtrisent généralement bien la langue française d'enseignement. Cette vision se traduit dans sa pratique linguistique, observée en classe, basée sur l'utilisation exclusive de la langue française d'enseignement au cours des interactions avec ses élèves.

D'autre part, les trois enseignants interrogés déclarent que, malgré l'importance des fonds de connaissances référés au milieu scolaire des élèves, ils ne s'y appuient pas fortement au cours de l'enseignement. Ils considèrent que ce qui est déjà enseigné à l'école pourrait être oublié ou ne pas être correctement acquis, c'est pourquoi ils estiment nécessaire d'y revenir régulièrement dans le cadre de l'enseignement. Cette idée se traduit en classe par leur tendance à revenir systématiquement sur les fonds de connaissances censés être déjà acquis pour s'assurer que l'ensemble des élèves les maîtrisent bien et qu'ils disposent les informations nécessaires qui leur permettent d'avancer dans l'enseignement. Pourtant, ils fondent leurs pratiques, tout au long des séances observées, sur les fonds de connaissances principalement référés au milieu extrascolaire, ce qui converge avec le discours de Saubich et Esteban-Guitart (2011) qui considèrent que « *all families accumulate bodies of beliefs, ideas, skills and abilities based on their experiences (in areas such as their occupation or their religion). The challenge consists in connecting these bodies of educational resources with teaching practice in order to connect the curriculum with students' lives* "(Saubich et Esteban-Guitart, 2011, p.57). Ici apparait le rôle de l'enseignant qui agit comme un « passeur » entre les fonds de connaissances des élèves et le contenu enseigné en classe « *the bridge between the students' world, theirs and their family's funds of knowledge, and the classroom experience* » (Moll et al., 1992, p.137).

1.3.Les moyens d'aide didactique entre la planification et l'intervention en classe

Dans un contexte bilingue, les enseignants peuvent recourir à mobiliser une diversité de moyens d'aide didactique matériels, symboliques ou multimodaux, afin de contourner les obstacles engendrés par l'utilisation de la langue étrangère dans l'enseignement. Cette tendance est constatée tant dans les entretiens semi-directifs que lors des observations en situation de classe.

Avant de commencer par la discussion de la cohérence entre les déclarations des enseignants et leurs pratiques effectives en classe au sujet des moyens d'aide didactique mobilisés, il nous semble utile de rappeler que la préparation écrite de l'enseignant de l'école publique et celle de l'école privée subventionnée sont succinctes de telle façon qu'elles ne laissent pas prévoir les moyens d'aide didactique proposés. En revanche, l'enseignante de l'école privée a recours à une préparation numérique en PowerPoint où elle a pris des photos du manuel scolaire pour les montrer aux élèves via le rétroprojecteur en classe. Cette dernière montre bien les moyens d'aide didactique matériels comme les figures, les schémas, les tableaux, etc. mais ne laisse pas prévoir les moyens d'aide didactique symboliques comme les métaphores, les exemples ou les comparaisons. C'est pourquoi, pour la phase de planification, nous nous basons sur les déclarations des enseignants au sujet des moyens d'aide didactique plutôt que sur leurs fiches de préparation.

L'enseignant de l'école publique part de sa conscience du faible niveau linguistique de ses élèves pour recourir à un large éventail de moyens d'aide didactique matériels (tels que les maquettes, les modèles, les expériences) ou symboliques (comme les exemples, les comparaisons ou les analogies) qui permettent d'établir des liens entre les concepts enseignés et les fonds de connaissances des élèves. Il déclare que, pour favoriser l'acquisition des concepts scientifiques en langue étrangère malgré les difficultés linguistiques imposées, il articule l'usage de la langue maternelle arabe en tant que translangage et traduction avec le recours intensif aux moyens d'aide didactique matériels et symboliques. Ce qui contribue à pallier les lacunes liées au faible niveau de maîtrise de la langue d'enseignement et ce qui rejoint la déclaration de Unsal et ses collaborateurs « *if the students have a limited proficiency in the language of instruction, it is even more urgent to consider the use of other recourses* » (Unsal et al., 2020, p.2402) comme les moyens d'aide didactique (artefacts) matériels et/ou symboliques. Cette utilisation aide les élèves, non seulement à acquérir le contenu scientifique, mais aussi à apprendre les nouveaux concepts et à dépasser les limitations dues à la langue d'enseignement (Unsal et al., 2020). Nos observations

menées en situations de classe confirment que les pratiques effectives de cet enseignant sont en cohérence avec ses déclarations : il articule l'usage de la langue maternelle avec le recours aux moyens d'aide didactique pour faciliter l'acquisition du contenu scientifique par ses élèves.

L'enseignante de l'école privée évoque une diversité de moyens d'aide didactique à l'instar des deux autres enseignants. Toutefois, sa pratique se distingue particulièrement par la vidéo explicative qu'elle intègre dans son enseignement et qui constitue un moyen d'aide didactique privilégié de médiation et de clarification. La vidéo joue un rôle didactique essentiel car elle permet la transition entre le registre empirique, fondé sur l'observation du système respiratoire de l'Homme comme représenté dans la vidéo, et le modèle scientifique de la respiration humaine. L'absence de la vidéo dans les autres écoles observées pourrait s'expliquer par un manque de ressources matérielles ou techniques au sein des deux autres établissements. Cette différence entre les classes observées remet en cause le principe d'égalité des chances entre les élèves dans les trois types d'écoles au Liban. Ce constat fait appel aux travaux de Bonnéry (2015) qui considère que les moyens d'aide didactique, qu'il nomme supports pédagogiques, comme les manuels, les fiches photocopiées, les albums jeunesse et les outils numériques, traduisent, nourrissent et approfondissent l'évolution des inégalités scolaires dans la mesure où ils agissent sur l'activité intellectuelle des élèves dans sa complexité.

Quant à l'enseignante de l'école privée subventionnée, elle centre ses réponses lors de l'entretien semi-directif sur les critères qui orientent son choix d'un moyen d'aide didactique plutôt qu'un autre. Elle précise que le premier critère est la disponibilité à l'école et chez les élèves. Elle évoque que ce choix dépend aussi de l'objectif d'apprentissage visé. Par exemple, si l'objectif est d'apprendre simplement les noms des organes de l'appareil respiratoire, elle privilégie l'utilisation de la maquette pour visualiser, nommer et retenir par cœur la forme et le nom de chaque organe. Alors que si l'objectif est d'expliquer en détails les échanges gazeux respiratoires, elle opte pour l'utilisation d'un moyen d'aide didactique qui clarifie comment l'air entre riche en oxygène et pauvre en dioxyde de carbone et sort inversement comme le tableau des pourcentages. La dimension linguistique est le troisième critère qu'elle déclare prendre en compte lors de la préparation et de l'utilisation des moyens d'aide didactique. Dans ce cadre, elle signale que certains moyens sont suscités faciliter l'acquisition du concept scientifique indépendamment de la langue, alors que d'autres moyens jouent un double rôle : ils facilitent la compréhension scientifique et

renforcent le niveau de maîtrise de la langue d'enseignement. A titre d'exemple, la maquette, réduit en quelque sorte le rôle du langage dans l'apprentissage : elle aide les élèves à nommer les organes sans solliciter une production langagière élaborée. En revanche, l'analyse d'un tableau, comme le tableau des pourcentages de gaz dans l'air inspiré et dans l'air expiré, invite les élèves à comparer les données pour déduire les échanges gazeux respiratoires et agit simultanément sur la dimension linguistique à côté de l'acquisition du contenu scientifique.

Toutefois, ces déclarations relatives aux critères de choix des moyens d'aide didactique ne se reflètent pas toujours dans sa pratique effective en situation de classe. En effet, si nous cherchons dans sa pratique en classe les trois critères de choix déjà mentionnés (1) l'accessibilité, c'est-à-dire la disponibilité et la facilité d'usage ; 2) l'objectif d'apprentissage visé et 3) l'adéquation par rapport à la dimension mobilisée (linguistique et conceptuelle ou bien exclusivement conceptuelle)), nous remarquons que les deux premiers critères apparaissent effectivement lors de son action en classe dans la mesure où les moyens d'aide didactique choisis sont disponibles et correspondent à l'objectif d'apprentissage. Cependant, pour le troisième critère, nous remarquons un manque de cohérence entre les intentions déclarées par l'enseignante et ses pratiques effectives en situation de classe. Même lorsque le moyen d'aide didactique est censé soutenir la dimension linguistique, comme dans l'exercice de comparaison des pourcentages de gaz dans l'air inspiré et dans l'air expiré, nous ne trouvons aucune stratégie d'étayage linguistique explicitement mobilisée pour favoriser l'acquisition de la langue d'enseignement à côté de l'appropriation du contenu. Par contre, elle a recours à résumer la démarche à suivre en des étapes bien précises pour faire la comparaison des pourcentages selon une approche purement mathématique. Cet étayage en questions successives réduit l'exercice à des calculs et à des comparaisons mathématiques entravant ainsi la compréhension du rôle du tableau dans sa double dimension conceptuelle et linguistique. En effet, le fait que l'enseignante a résumé la comparaison en des étapes mathématiques bien identifiées selon une démarche techniciste, limite la pensée des élèves aux chiffres et aux nombres et c'est ce que nous avons observé effectivement et ce qui nous pousse à parler d'un implicite entre ses déclarations et ses pratiques effectives en classe. De plus, cette pratique va à l'encontre des mises à jour en didactique qui soulignent l'importance de favoriser une articulation entre le contenu enseigné, les moyens d'aide didactique mobilisés et les interactions entre les acteurs en classe dans le but de soutenir la construction du sens. Selon cette perspective, Nestlog insiste sur l'importance de comprendre les relations établies entre le contenu,

les artefacts qui sont des moyens d'aide didactique, l'enseignant et les élèves pour faciliter le processus de la construction du contenu chez les élèves (Nestlog dans Ahman-Jeppsson, 2020). D'autre part, Houssaye et Cosnefroy se réfèrent aux travaux d'Astolfi pour rappeler que « *la didactique a une double fonction d'organisation des savoirs à enseigner et d'analyse de l'activité des élèves. Elle permet de faire surgir la matrice conceptuelle de la discipline et de la donner à voir aux élèves* » (Houssay et Cosnefroy, 2010, p.260). Cela signifie que la médiation didactique de l'enseignant doit agir pour instaurer « la saveur des savoirs » qui a lieu, non seulement en transmettant des contenus mais aussi en faisant surgir une « matrice conceptuelle », ce qui nécessite d'utiliser des supports d'illustration construits permettant d'ouvrir de « nouveaux mondes » (Astolfi, 2008 dans Houssaye et Cosnefroy, 2010). Or dans notre cas, nous avons observé une simple transmission technique du contenu en résumant la démarche scientifique à des étapes mathématiques, ce qui n'engendre pas nécessairement un apprentissage scientifique à proprement parler.

1.4.Positionner la langue dans l'enseignement des sciences dans le contexte bilingue libanais : entre les déclarations des enseignants et leurs pratiques effectives

En ce qui concerne la langue d'enseignement des sciences dans le contexte bilingue libanais, nous remarquons une incohérence entre les déclarations des enseignants et leurs pratiques effectives observées en classe.

L'enseignant de l'école publique signale l'importance du recours à l'utilisation de la langue française dans l'enseignement des sciences, notamment pour exprimer les concepts scientifiques et affirme qu'il encourage ses élèves à s'exprimer en cette langue même s'ils font des erreurs. Cependant, nos observations révèlent que la langue arabe était dominante et que même les concepts scientifiques utilisés en français sont toujours accompagnés de leur traduction arabe. Cette pratique basée sur le translangage converge avec la conclusion de Karlsson et ses collaborateurs (2019) qui considèrent que « *a translanguaging science classroom in which students' cultural and language background is foregrounded and appropriated creates the prerequisites for all students' knowledge development in science* » (Karlsson et al., 2019, p.2064).

L'enseignante de l'école privée subventionnée précise qu'elle commence l'explication en arabe et passe progressivement au français une fois les élèves familiarisés avec le contenu pour les préparer

à répondre ultérieurement en français lors des évaluations. Ce recours à la langue maternelle arabe pour faciliter la compréhension converge avec les constats de Stevenson (2013) qui souligne « *the importance of explicitly acknowledging, supporting, and incorporating bilingual students' linguistic resources into the science classroom in order to optimize students' participation and facilitate their understanding* » (Stevenson, 2013, p,973). Toutefois, les observations montrent que les interactions se déroulent majoritairement en langue arabe où seuls les termes scientifiques sont en français et que seule la formulation finale des réponses ou du cours à retenir sont en français. Quelques rares élèves manifestent des tentatives d'expression en français, mais ils reviennent rapidement à l'arabe tant dans leurs discussions que lorsqu'ils répondent aux questions. Ce recours flagrant au translangage pour favoriser l'appropriation du contenu scientifique dans le contexte bilingue libanais dans la classe de l'école publique et celle de l'école privée subventionnée rejoignent les constats de Karlsson et ses collaborateurs (Karlsson et al., 2018 ; 2019 ; 2020) concernant l'importance du translangage comme ressource pour favoriser la capacité des élèves multilingues à relier et à contextualiser le contenu scientifique à leurs expériences antérieures. Ils écrivent « *a translanguaging science classroom constitutes a resource in joint negotiations of the scientific content and its related language for multilingual students, and benefits the students' ability to relate and contextualise the science content to prior experience. The creation of translanguaging science classrooms, in which students' experiences and diverse cultural and linguistic resources interweave with school science, and in which multilingual students are enabled and encouraged to use all available language resources, has important implications for science education* » (Karlsson et al., 2019, p.2049). Paradoxalement, l'enseignante en question reconnait que le translangage est utile dans la mesure où il facilite l'acquisition du contenu, mais elle souligne que cette pratique peut également conduire les élèves vers une indifférence envers l'acquisition de la langue d'enseignement puisqu'ils sont autorisés à s'exprimer en langue maternelle, l'arabe. Ce qui réduit la nécessité d'apprendre la langue française adoptée pour l'enseignement des sciences. Cette idée renvoie à une enquête antérieure menée par le Centre de de Recherche et de Développement Pédagogique au Liban (CRDP) concernant l'enseignement des sciences dans un contexte bilingue. Les résultats montrent que l'usage de la langue arabe favorise la compréhension et facilite l'acquisition du contenu scientifique. Il peut néanmoins causer des problèmes lors des évaluations officielles menées en langue française « *les élèves peuvent se bloquer si on leur interdit de s'exprimer en arabe* » (Akiki et Assaf, 2017). Toutefois, ils « *doivent*

utiliser au maximum la langue de la discipline parce qu'ils auront des problèmes pour s'exprimer dans les examens officiels s'ils utilisent l'arabe »(ibid). Cette idée contraste avec celle de Gajo (2007) qui souligne que le bénéfice apporté par l'utilisation de la langue étrangère pour enseigner les sciences l'emporte sur les difficultés qu'elle peut causer « *L'opacité de la L2*[66] *constitue alors une chance bien plus qu'un obstacle. Cette chance concerne aussi bien la DdNL*[67] *que les langues, dans la mesure où l'opacité de la structure discursive du contenu disciplinaire entraine la déconstruction de l'objet disciplinaire lui-même*» (Gajo, 2007, p.39). En cela, il rejoint Karlsson et ses collaborateurs (2019) qui ne trouvent dans le translangage que des effets bénéfiques « *students' use of both their first and second language constitutes an important resource for tying semantic relationships between subject-specific words and everyday words, which helps develop a deeper understanding of the subject matter*» (Karlsson et al., 2019, p.2064). Cette étude conclut que « *the prior experience and the use of everyday expressions in Arabic may be a powerful resource in his meaning-making processes in science* » (ibid, p.2064).

La discussion menée sur la cohérence entre les pratiques déclarées par les enseignants et celles observées en situation de classe mettent en évidence que la préparation écrite (fiches de préparation) et déclarée (entretiens semi-directifs) n'impliquent pas obligatoirement une mise en œuvre effective, ce qui pourrait être expliqué par des contraintes simultanées temporelles, linguistiques, conceptuelles et par des facteurs externes imprévus qui poussent l'enseignant à adapter sa pratique selon la réaction observée de la part des élèves. Nous rejoignons ici un point principal de notre analyse où les performances didactiques des élèves guident la médiation didactique de l'enseignant (Zaid, 2012). En effet, nous avons remarqué, lors de la phase d'intervention en classe, que les enseignants ajustent leurs pratiques effectives en fonction des besoins manifestés par les élèves plutôt que de respecter strictement la démarche qu'ils ont proposée lors de la phase de planification.

Ainsi, après avoir observé les convergences et les divergences entre les intentions déclarées par les enseignants et leurs pratiques effectives en classe, nous en avons déduit dans quelle mesure les

[66] Selon Gajo (20027), L2 signale la deuxième langue ou la langue d'enseignement qui est le français dans notre cas.

[67] Selon Gajo (2007), DdNL signifie Discipline dite non linguistique puisque Gajo considère que toutes les disciplines sont en relation directe avec la langue et donc une discipline qui n'est pas directement linguistique sera dite non linguistique mais en fait elle est reliée à la langue d'enseignement.

enseignants établissent, ou non, une cohérence entre ces deux dimensions. Maintenant, il est pertinent d'observer l'impact de la médiation didactique adoptée sur l'engagement cognitif des élèves. Il convient cependant de prévenir que la discussion menée n'a pas pour ambition d'étudier l'ensemble des facteurs susceptibles d'influencer les résultats des élèves aux évaluations sommatives, elle se limite plutôt à la présentation des résultats globaux de chacune des classes observées et de les relier à la médiation didactique adoptée.

2. Impact de la médiation didactique sur les apprentissages des élèves

Pour analyser l'impact de la médiation didactique de l'enseignant sur les apprentissages des élèves, nous avons recours à l'analyse des différents types d'évaluations menées dans chacune des classes observées. A côté des interactions langagières habituelles qui ont lieu entre l'enseignant et ses élèves qui reflètent l'engagement cognitif, ou non, chez les élèves vis-à-vis du contenu enseigné, les enseignants ont recours à des évaluations de différents types prenant des formes variées. Ainsi nous trouvons la récitation orale effectuée dans la classe de l'école publique, les projets de recherche effectués par des groupes d'élèves dans l'école privée, à côté de l'évaluation sommative écrite qui représente la forme traditionnelle commune de l'évaluation dans les trois classes observées.

L'analyse a priori des fiches d'évaluation montre que la manière selon laquelle l'enseignant perçoit le niveau, surtout linguistique, de ses élèves se reflète dans le niveau des questions posées. L'analyse des trois évaluations montre que les enseignants s'appuient majoritairement sur le niveau de « connaissance » selon la taxonomie de Bloom où l'élève est invité à restituer des connaissances mémorisées pour pouvoir répondre. Ceci ne nie pas la présence, dans les trois évaluations, des questions appartenant aux niveaux plus élevés de la taxonomie de Bloom « la compréhension et l'analyse ».

Or ce qui ressort principalement, c'est que chaque enseignant cherche à adapter ses questions pour convenir au niveau linguistique de ses élèves. Ainsi, l'enseignant de l'école publique, conscient des limites linguistiques de ses élèves, a privilégié des questions atténuant les exigences langagières, comme les questions de type « compléter les phrases par le mot convenable, ou faire correspondre » ou des questions qui nécessitent de restituer des informations mémorisées « nommer les organes ». Même lorsque la question posée est de niveau cognitif plus élevée et

nécessite d'écrire des phrases complètes « s'appuyer sur des valeurs chiffrées pour comprendre les échanges gazeux respiratoires », il a choisi de poser la question sous la forme de «correction des phrases incorrectes ». Il a mobilisé l'erreur en tant que levier didactique pour permettre aux élèves d'inférer, en observant les valeurs chiffrées données, que le pourcentage de dioxygène diminue alors que celui de dioxyde de carbone augmente au cours de la respiration. Toutefois, il ne leur a pas demandé de formuler la conclusion ou d'exprimer une synthèse, peut-être que c'est parce qu'il connait que leur niveau linguistique ne leur permettrait pas de s'exprimer d'une manière adéquate.

De même, l'enseignante de l'école privée subventionnée cherche, dans ses questions, à réduire l'influence du facteur linguistique sur les performances cognitives de ses élèves. Ainsi elle a posé des questions de type vrai ou faux et corriger, en proposant des phrases qui nécessitent une bonne réflexion pour que l'élève décide la véracité ou non. D'ailleurs, elle a posé une autre question qui nécessite de restituer des informations mémorisées. Mais l'évaluation ne comporte pas de questions sollicitant un niveau élevé de compétences linguistiques.

Les démarches d'évaluation suivies par les deux enseignants déjà mentionnés témoignent de leur conscience du faible niveau linguistique des élèves, mais aussi reflètent une différenciation didactique équilibrée, qui vise à faciliter l'accès au savoir et l'évaluation de l'acquisition de ce savoir sans réduire la profondeur conceptuelle de l'apprentissage. Ces démarches nous amènent à nous interroger si la simplification des questions, en tenant compte du niveau linguistique des élèves, risque l'appauvrissement du contenu conceptuel de l'évaluation, autrement dit, si les questions posées sont vidées de leur contenu cognitif. Ce qui renvoie à la conclusion avancée par Sayac (2017), dans le cadre de l'enseignement des mathématiques, « *Si un enseignant estime que certains élèves échouent par manque de confiance en eux, ils peuvent être amenés à leur proposer des situations mathématiquement moins riches qui produisent plus facilement des réussites…mais qui au final réduisent les apprentissages effectifs des élèves* » (Sayac, Grapin, 2014, dans Sayac, 2017, p.54). Cette observation nous fait rappeler l'effet Topaze discuté par Brousseau « *la réponse que doit donner l'élève est déterminée à l'avance, le maître choisit les questions auxquelles cette réponse peut être donnée* » (Brousseau, 2003, p.7). En effet, les questions posées de type vrai ou faux, faire correspondre, des énoncés à compléter laissent beaucoup de place pour le hasard et ne permettent pas de confirmer l'appropriation, ou non, du contenu par les élèves. En d'autres mots,

si l'élève répond correctement à la question, cela n'implique pas nécessairement la création d'un espace hybride (Bakhtine, 1981) ni l'appropriation du contenu scientifique enseigné.

Quant à l'enseignante de l'école privée dont les élèves présentent généralement une maîtrise linguistique satisfaisante[68], elle a introduit dans l'évaluation une question plus complexe qui sollicite des capacités d'expression écrite élaborées. Cette question consiste à comparer les pourcentages de gaz dans l'air inspiré et dans l'air expiré et de tirer une conclusion. Il semble utile de noter que l'enseignante de l'école privée a recours au même tableau des pourcentages de gaz que celui utilisé par l'enseignant de l'école publique, mais elle a proposé une version allégée en éliminant les pourcentages relatifs au diazote (nitrogène selon l'enseignant de l'école publique). Ce qui laisse penser qu'elle considère le tableau comme complexe ou trop chargé pour son objectif « les échanges gazeux respiratoires ». Ce parallèle met en évidence la capacité des enseignants à adapter les supports didactiques selon leurs objectifs, manifestant ainsi une différenciation dans la médiation didactique consciente et bien réfléchie. Ce qui renvoie à la régulation didactique discutée par Astolfi et Develay (2016) qui insistent sur l'importance que l'enseignant soit réflexif et qu'il adapte la situation d'apprentissage en fonction des capacités des élèves. Cette observation fait aussi écho aux travaux de Zaid (2012) qui met l'accent sur les performances didactiques des élèves comme élément principal qui dirige la médiation didactique de l'enseignant.

En ce qui concerne les réponses des élèves, l'analyse des fiches d'évaluation disponibles traduit un décalage dans les niveaux tant conceptuels que linguistiques. Les réponses des élèves de l'école publique et ceux de l'école privée subventionnée indiquent qu'ils s'appuient principalement sur la mémorisation. Dans plusieurs cas, nous trouvons qu'ils formulent des réponses en décalage avec les questions posées et qu'ils restituent, d'une façon mécanique, des contenus mémorisés sans lien avec le contexte ou avec la situation proposée. Cette observation traduit un transfert inadéquat des acquis dans de nouveaux contextes. En d'autres mots, le contenu enseigné reste au stade de restitution plutôt que de réinvestissement dans de nouvelles situations. Ceci ne nie pas le fait que certains élèves ont manifesté une compréhension conceptuelle adéquate et ont pu répondre aux

[68] L'accès aux réponses des élèves de l'école privée à l'évaluation sommative écrite ayant été limité, l'évaluation de leur niveau linguistique est fondée principalement sur des indices recueillis lors des observations répétées en classe, comme la participation, l'aisance à l'oral, la compréhension des consignes, la pertinence des réponses lors des discussions avec l'enseignante, etc.

questions en manifestant leur acquisition du contenu enseigné malgré les erreurs orthographiques possibles.

Nous nous sommes concentrés sur les réponses des élèves des classes de l'école publique et de l'école privée subventionnée. Cela ne signifie pas pour autant que les réponses des élèves de l'école privée seraient différentes. En effet, les mêmes constats pourraient être aussi observés dans la troisième classe, or le fait que nous n'avons qu'une seule fiche de réponse d'une élève, que nous avons analysée en tant qu'étude de cas, nous empêche de généraliser les observations à l'ensemble des élèves de l'échantillon, quelle que soit leur école d'origine.

En revenant au sujet de la langue d'enseignement adoptée, il est important de mentionner que la plupart des élèves de l'école publique expriment des difficultés de lecture et de compréhension des phrases utilisées dans l'évaluation. Selon cette perspective, Astolfi souligne qu'un décalage linguistique peut amener à des erreurs d'interprétation ou d'explication (Astolfi, 2014). Donc, bien que nous ayons classé les questions posées dans l'évaluation de la classe de l'école publique comme étant souvent de faible niveau selon la taxonomie de Bloom, l'utilisation de la langue française dans l'évaluation a augmenté la charge cognitive et a réduit l'accessibilité linguistique. L'obstacle dû à la langue d'enseignement a limité la capacité des élèves à comprendre les questions mais aussi à mobiliser leurs connaissances pour produire les réponses attendues. Cette situation met en question la validité de l'évaluation. En effet, l'élève peut avoir compris et acquis le concept mais lorsqu'il arrive à l'évaluation, il n'est pas en mesure de saisir la consigne ou d'exprimer la réponse d'une manière convenable en français alors que lors des séances, le translangage utilisé laissait envisager un début de compréhension des concepts. La performance manifestée ne traduit pas nécessairement le degré de compréhension conceptuelle puisque l'évaluation est transformée en moyen de mesure de la capacité de l'élève à décoder les consignes et à formuler les réponses clairement dans une langue qui diffère de sa langue maternelle. Nous pouvons conclure que l'évaluation pourrait être biaisée par des difficultés linguistiques dans la mesure où les difficultés langagières causent des obstacles cognitifs dans le décodage des consignes et la formulation des réponses (Dumas-Carré et Weil-Barais, 1998).

Nous ne pouvons terminer cette discussion sans mentionner des remarques reliées à la langue d'enseignement. Par exemple, les évaluations mettent en évidence des situations où l'élève commet des fautes d'orthographe qui changent le sens de sa réponse : l'écriture des « branches »

au lieu des « bronches » témoigne d'une confusion lexicale due à la proximité phonétique entre les deux termes, ce qui traduit une difficulté à stabiliser le lexique scientifique approprié.

Une autre remarque est la différence dans l'utilisation des concepts scientifiques entre les classes observées, à titre d'exemple, l'enseignante de l'école privée utilisait les deux mots « oxygène et dioxygène » indifféremment lors des deux premières séances, mais au-delà de la troisième séance et après qu'un élève lui a posé la question autour de la différence entre les deux termes, elle a cessé d'utiliser le mot « dioxygène » et n'utilise plus que le mot « oxygène ». L'enseignant de l'école publique mélange les deux termes et les utilise sans distinction dans toutes les séances observées avec dominance du terme « oxygène » lors de la première séance et de « dioxygène » lors de la dernière séance. Lorsque nous avons posé la question à l'enseignant à la fin d'une séance au cours d'une discussion informelle, il nous a répondu que c'est la même chose et que « *le plus important est que les élèves comprennent les échanges gazeux respiratoires de point de vue biologique, peu importe s'ils retiennent oxygène ou dioxygène car ils vont les apprendre en chimie dans les années à venir* ». L'enseignante de l'école privée subventionnée mélange les deux termes avec dominance du terme dioxygène dans toutes les séances.

D'autre part, l'utilisation du symbole CO_2 pour exprimer le dioxyde de carbone pourrait causer une confusion chez les élèves. Dans un moment particulier dans la classe de l'école privée, un élève pose la question autour de la différence entre dioxyde de carbone et CO_2 (performance cognitive), l'enseignante répond que c'est la même chose sauf que CO_2 est le symbole. Elle n'est pas entrée dans les détails, probablement parce que le concept de symboles chimiques ne fait pas partie des objectifs d'apprentissage prévus pour la classe en question et sera abordé ultérieurement dans les classes les plus élevées. Cette remarque traduit la nécessité d'introduire une planification progressive dans l'enseignement qui respecte le développement cognitif de l'élève mais aussi la continuité des concepts dans le curriculum (Figure 200).

38	E	Madame, شو الفرق إذا قلنا CO_2 و dioxyde de carbone ?
		Madame, quelle est la différence si nous disons CO_2 et dioxyde de carbone ?
39	M	CO_2 c'est le symbole, dioxyde de carbone tu écris dioxyde de carbone
40	E	يعني هو نوع ال gaz محدد , CO_2 ??
		C'est-à-dire c'est un type de gaz particulier, CO_2 ?
41	M	CO_2, dioxyde de carbone, tu peux l'écrire par symbole ou bien par le mot complet.
42	E	يعني الCO_2 هو جميع أنواع ال dioxyde ?
		C'est-à-dire que le CO_2 englobe tous les types de dioxyde ?
43	M	Non non, CO_2 est le dioxyde de carbone. Monoxyde de carbone par exemple c'est le CO Il y a des symboles qui diffèrent l'un de l'autre.

Figure 200: CO_2 vs dioxyde de carbone

3. Observer la médiation didactique des enseignants sous le prisme de la modélisation

Dans notre travail de thèse, nous avons analysé la médiation didactique de l'enseignant ainsi que les évaluations effectuées en mobilisant un cadre conceptuel fondé sur des concepts clés, notamment les fonds de connaissances des élèves, les moyens d'aide didactique, le translangage. Puis, à une échelle plus étroite, nous avons affiné l'analyse en nous basant sur le cadre de la modélisation scientifique. Nous avons examiné dans quelle mesure la médiation didactique permet d'installer un rapport entre référent empirique et modèle scientifique, qui est une condition essentielle pour établir une activité de modélisation dans le sens de Martinand (1986). En d'autres mots, nous avons observé si la médiation didactique mise en œuvre favorise, ou non, l'émergence de la logique de modélisation chez les élèves dans le contexte bilingue libanais.

Les résultats montrent que des enseignants adoptent des préparations générales qui ne montrent pas d'intention d'une modélisation, c'est le cas de la préparation de l'enseignant de l'école publique et de celle de l'enseignante de l'école privée subventionnée. Quant à celle de l'enseignante de l'école privée, elle met en évidence des situations apparentées à la modélisation, sans les mentionner explicitement. En effet, dans la préparation de l'enseignant de l'école publique, nous trouvons des exemples et des activités sans expliciter la façon selon laquelle l'enseignant prévoit guider les élèves entre l'exemple en tant que référent empirique et le modèle scientifique. Il s'agit des situations de modélisation implicites plutôt que de véritables modélisations dans le sens de Martinand.

En revanche, les observations filmées montrent que les enseignants cherchent à illustrer le contenu scientifique en ayant recours à des exemples concrets et essayent de relier ces exemples au contenu à enseigner, sans toutefois montrer explicitement un aspect de la modélisation dans le sens de Martinand. Pour clarifier notre idée, nous rappelons un exemple partagé par les trois enseignants observés qui s'appuie sur l'utilisation d'un graphe, d'un tableau de valeurs ou d'un schéma qui montre les pourcentages de gaz dans l'air inspiré et dans l'air expiré. La tâche consiste à comparer les pourcentages de chaque gaz pour conclure que la quantité d'oxygène diminue du fait qu'il est consommé par le corps, alors que celle de dioxyde de carbone augmente car il est rejeté. Cet exemple montre une situation de modélisation implicite dans le sens de Martinand dans la mesure

où l'enseignant tente de guider les élèves entre le moyen qui présente les pourcentages (tableau, graphe, schéma) et qui joue le rôle de référent empirique et le modèle scientifique des échanges gazeux respiratoires. Toutefois, les réponses des enseignants lors des entretiens semi-directifs révèlent qu'ils ne maîtrisent pas la notion de modélisation dans le sens de Martinand, Ces réponses mettent en évidence qu'ils n'étaient pas en mesure de nommer ni de décrire explicitement la logique de modélisation, ce qui témoigne d'un manque de formation chez eux et qui peut être dû au fait que la plupart des enseignants des sciences ont suivi des formations universitaires au sein des facultés de sciences sans obligation de suivre des formations pédagogiques ou didactiques pour comprendre les fondements de l'enseignement des sciences ou les principes de base de la didactique des sciences. Cela se traduit davantage dans la plupart des pratiques d'enseignement centrées sur la transmission des savoirs disciplinaires plutôt que sur la construction progressive des concepts scientifiques chez les élèves. Ces constats font appel à la nécessité d'encourager les enseignants de sciences à participer à des formations dans le domaine de l'éducation et plus particulièrement à développer une formation spécifique concernant la modélisation scientifique.

Cette remarque réapparait dans l'analyse des évaluations sommatives dans la mesure où, si des supports didactiques sont mobilisés dans les évaluations, comme les schémas, les dessins, les tableaux, etc. leur fonction reste le plus souvent illustrative sans déclencher nécessairement, chez les élèves, un travail intellectuel de modélisation. De même, les questions posées sont simplifiées de telle façon qu'elles ne laissent pas prévoir une logique de modélisation. Ainsi, nous trouvons que la majorité des questions posées par les trois enseignants requièrent la restitution des connaissances mémorisées sans solliciter des aller-retours entre référent empirique et modèle scientifique.

4. Limites liées à la discussion des résultats

Avant de passer à la conclusion générale de notre thèse, il convient de nuancer les résultats obtenus en mentionnant certaines limites méthodologiques. Tout d'abord, la taille restreinte de l'échantillon, bien que représentant les trois types d'établissements scolaires existant au Liban. En effet, le nombre restreint d'enseignants observés et interrogés, et le nombre relativement faible d'élèves dans l'échantillon choisi ne nous permettent pas de généraliser les résultats obtenus à l'ensemble du système éducatif libanais. D'autre part, l'étude se concentre sur un thème particulier

du programme des sciences (l'appareil respiratoire de l'Homme) et sur un seul niveau scolaire, auxquels s'ajoute une durée limitée des observations menées, ce qui empêche de saisir la totalité des pratiques annuelles. D'ailleurs, certaines conditions incontrôlables ont causé des variables inattendues comme la durée de la séance qui varie entre les classes observées et la limitation de l'accès à la totalité des réponses écrites des élèves dans une des classes observées, ce qui réduit la profondeur de l'analyse. La non prise en compte de certaines variables contextuelles qui pourraient influencer les résultats comme le statut socio-économique des familles des élèves et leurs niveaux culturels. D'autre part, bien que la langue figure comme élément principal de notre étude, nous n'avons pas discuté directement l'effet de la langue d'enseignement sur les performances didactiques des élèves ou sur la médiation didactique de l'enseignant. Une telle étude nécessiterait de faire une comparaison entre les performances didactiques des élèves et/ou de la médiation didactique de l'enseignant dans des classes qui adoptent la langue maternelle vs d'autres qui adoptent la langue étrangère pour l'enseignement. Nous avons préféré nous éloigner de cette approche comparatiste en faveur d'effectuer une étude didactique qui focalise sur la médiation didactique de l'enseignant et sur ce que les élèves construisent , en conséquence au cycle primaire, dans un contexte bilingue comme le cas du Liban.

Au terme de notre recherche, et en nous basant sur les résultats obtenus, nous essayons, dans la dernière partie (conclusion générale) de mettre en valeur les principaux apports de notre travail de recherche, les limites globales et les perspectives à envisager pour les poursuivre.

Conclusion générale

Cette recherche avait pour objectif de mieux comprendre les pratiques d'enseignement dans un contexte bilingue en étudiant la manière selon laquelle les enseignants des sciences au cycle primaire agissent pour aider les élèves à construire le contenu scientifique au Liban. Pour cela, nous avons observé la médiation didactique de l'enseignant en deux phases : la phase de planification et la phase d'intervention ou d'action effective en situation de classe. Nous nous sommes aussi intéressés aux effets de la médiation didactique de l'enseignant sur les apprentissages des élèves. Nous avons mobilisé un cadre conceptuel fondé sur des concepts clés à savoir les fonds de connaissances des élèves, les moyens d'aide didactique, le translangage. Puis pour approfondir l'étude de point de vue didactique, nous avons analysé les situations d'enseignement étudiées sous le prisme de la modélisation scientifique dans le sens de Martinand (1986) dans le but de chercher dans quelle mesure les situations observées visent à guider les élèves dans une logique de modélisation en abordant des aller-retours entre référent empirique et modèle scientifique. Nous avons choisi trois classes de EB5 (élèves de 10 à 11 ans) situées dans trois écoles du Sud Liban qui représentent les types d'écoles dans le système éducatif libanais : une classe dans une école publique, une classe dans une école privée et une troisième dans une école privée subventionnée. Quatre types de données ont été collectés dans chaque classe : des fiches de préparation des enseignants, des observations filmées, des entretiens semi-directifs post séances avec les trois enseignants observés et des fiches d'évaluation sommative des élèves. Nous avons choisi comme contenu d'enseignement « l'appareil respiratoire de l'Homme ».

Les résultats obtenus mettent en évidence plusieurs constats importants. En ce qui concerne la phase de planification, les préparations des enseignants ne suivent pas une règle générale commune à tous les enseignants. Les fiches de préparation analysées témoignent d'une centration prioritaire sur le contenu au détriment de la dimension didactique qui explicite les modalités de l'enseignement de ce contenu. Cette focalisation laisse peu lisible le travail d'interprétation du contenu à enseigner opérée par l'enseignant, en termes de la réflexion qu'il conduit pour scénariser les pratiques et organiser le travail qui aura lieu en classe. Les réponses des enseignants aux entretiens semi-directifs montrent qu'ils accordent une importance à reconnaitre les fonds de connaissances des élèves tant référés au milieu scolaire qu'extrascolaire pour les exploiter ultérieurement en classe. Ils soulignent le rôle des moyens d'aide didactique matériels et

symboliques dans la favorisation de l'appropriation du contenu. La langue d'enseignement constitue un vecteur d'apprentissage à double dimension : elle peut jouer un rôle positif dans l'apprentissage dans la mesure où elle offre à l'élève l'opportunité d'acquérir progressivement le contenu scientifique à côté des compétences linguistiques en langue d'enseignement. Cependant, elle peut se manifester comme un obstacle épistémologique et cognitif (Bachelard, 1967) notamment pour les élèves qui ne maîtrisent pas bien la langue étrangère adoptée pour l'enseignement. L'élève pourrait saisir le contenu scientifique sans pour autant être capable de s'exprimer pour le restituer ou pour formuler des réponses pertinentes. Cette situation nous rappelle le concept d'espace de double rencontre qui se manifeste dans un contexte bilingue : la première rencontre a lieu entre la langue quotidienne et la langue scientifique, la deuxième rencontre, observée particulièrement dans un contexte bilingue, a lieu entre la langue maternelle et la langue d'enseignement étrangère (Gajo, 2007). Dans un tel contexte, l'élève fait face à un double effort à l'échelle cognitive : le fait de comprendre le contenu scientifique d'une part, et le fait de gérer simultanément une langue non maitrisée.

L'analyse des observations filmées et celle des évaluations dans la phase d'intervention en classe confirment cette double tension où les contraintes linguistiques rencontrent l'acquisition du contenu scientifique. En effet, la langue d'enseignement peut masquer les véritables acquisitions des élèves, ce qui remet en question la validité des évaluations sommatives dans un contexte bilingue. Pour cette phase d'intervention en classe, les observations montrent que la médiation didactique adoptée par l'enseignant dépend de plusieurs facteurs parmi lesquels le contenu à enseigner, le niveau cognitif des élèves, le niveau de maîtrise de la langue, les moyens d'aide didactique disponibles… Nous avons aussi focalisé les performances didactiques des élèves et nous avons mis en évidence des moments particuliers où les performances didactiques des élèves orientent la médiation didactique des enseignants. Nous avons conclu que l'enseignant se base sur les performances didactiques des élèves pour remanier sa médiation didactique selon différentes modalités.

En ce qui concerne la modélisation, les pratiques observées montrent que les enseignants participants à l'étude ne disposent pas d'une connaissance suffisante au sujet de la modélisation. Leur médiation didactique est souvent centrée sur l'appropriation du contenu à mémoriser peu importe l'installation effective d'une logique de modélisation.

Les résultats résumés précédemment soulèvent la question de l'équité des chances entre les élèves des différents types d'écoles dans l'enseignement des sciences dans des contextes bilingues comme le cas du Liban.

Les analyses réalisées permettent de répondre à notre problématique de départ de la manière suivante :

Les enseignants des sciences, au cycle primaire, mobilisent différents types de médiation didactique pour aider les élèves à comprendre le contenu scientifique dans un contexte bilingue, à savoir l'exploitation des fonds de connaissances des élèves, l'utilisation des moyens d'aide didactique ou le recours à des pratiques pour faciliter le dépassement des obstacles dus à l'adoption de la langue étrangère pour l'enseignement. La modélisation n'émerge pas de manière explicite dans les pratiques des enseignants. Cette absence peut être due à une méconnaissance du principe de modélisation dans le sens de Martinand (1986) en raison d'un déficit au niveau de la formation initiale et continue des enseignants. Cela peut être également lié à des contraintes dues au temps disponible et au curriculum surchargé qui pousse les enseignants à adopter une pratique plutôt transmissive en insistant sur la mémorisation du contenu par les élèves au détriment de sa construction selon une approche scientifique ou selon un travail de modélisation qui permet de construire les connaissances par les élèves. Cette situation met en évidence le rôle incontournable de la formation des enseignants et souligne la nécessité de repenser les dispositifs didactiques (Zaid, 2017) pour intégrer des situations qui emmènent les enseignants de la logique d'une transmission directe du contenu à des véritables situations de modélisation. Au sujet de la langue, il est important d'identifier les obstacles langagiers comme des enjeux didactiques non négligeables. Ce qui invite à développer des stratégies qui amortissent la difficulté de la langue, inspirées du translangage, surtout dans les classes avec des jeunes élèves pour soutenir leur apprentissage et à concevoir des évaluations qui prennent en considération les différences individuelles des élèves tant sur le plan cognitif que sur le plan linguistique.

En conclusion, ce travail doctoral ouvre des perspectives pour une didactique des sciences attentive aux réalités langagières des élèves, en particulier celles des élèves bilingues, et qui reconnaît les exigences cognitives associées à ces situations comme un enjeu majeur de l'enseignement-apprentissage.

Apports de notre recherche

Cette étude apporte des contributions à la didactique des sciences tant sur le plan scientifique que pratique.

Sur le plan scientifique, notre thèse apporte un éclairage sur la médiation didactique de l'enseignant en étudiant la relation entre sa préparation, ses pratiques effectives et les performances didactiques des élèves dans le contexte bilingue libanais. Elle enrichit la compréhension de la façon selon laquelle l'enseignant s'appuie sur les performances didactiques des élèves pour adapter sa médiation didactique : en les poussant à mobiliser leurs fonds de connaissances, en utilisant des moyens d'aide didactique ou en adoptant des pratiques pour dépasser l'obstacle imposé par la langue étrangère d'enseignement comme le translangage ou la traduction. Elle apporte davantage des éléments concernant la façon selon laquelle les élèves construisent le contenu scientifique dans un contexte bilingue et clarifie l'influence de la langue sur leur compréhension. D'ailleurs, elle permet de comprendre la tension entre la mémorisation et la construction effective des savoirs, particulièrement dans le cas des élèves du cycle primaire.

Nos observations actualisent la distinction entre des situations présentant une utilisation illustrative des exemples et une situation présentant effectivement une démarche de modélisation. En effet, nos résultats ont montré des préparations qui ne présentent aucune intention de modélisation, ou bien des situations qui présentent un potentiel de modélisation sans que les enseignants les exploitent explicitement en tant que telles. Ce qui limite d'engager les élèves dans une démarche scientifique caractérisée par des allers et des retours entre référent empirique et modèle scientifique. Ces constats soulignent l'importance d'intégrer des dispositifs didactiques qui actualisent le regard des enseignants de sciences envers la modélisation et leur permettent d'introduire de véritables situations de modélisation.

Sur le plan pratique, notre étude apporte des indications précieuses pour la formation initiale et continue des enseignants de sciences afin d'améliorer leurs pratiques. Elle met en évidence des difficultés rencontrées par les enseignants reliées à l'adaptation de la langue d'enseignement au faible niveau de sa maîtrise chez certains élèves et dans certains cas, chez certains enseignants aussi.

D’autre part, cette étude montre des obstacles rencontrés par les enseignants de sciences dans l’intégration de la modélisation, ce qui fait appel à introduire des stratégies caractérisées par une flexibilité pédagogique qui facilitent le dépassement des obstacles langagiers comme l’accompagnement linguistique des élèves ou l’utilisation de la langue maternelle ou bien l’autorisation officielle du translangage surtout pour les jeunes élèves.

De plus, cette étude ouvre la voie à des stratégies pour consolider l’efficacité de l’enseignement des sciences comme la concentration sur la formation initiale et continue des enseignants et l’usage des moyens d’aide didactique qui prennent en compte les différences individuelles chez les élèves bilingues et leur facilitent la construction du savoir scientifique.

Limites de notre recherche

Concernant les limites de cette recherche, cette étude ne prétend pas l'exhaustivité. En premier lieu, les résultats sont spécifiques à un contexte donné (le contexte bilingue libanais) avec toutes ses particularités, ce qui pourrait limiter la transférabilité des résultats à d'autres contextes éducatifs. En second lieu, en lien avec la première limite, le choix d'une analyse essentiellement qualitative constitue une limite en termes de représentativité. Bien que cette méthode d'analyse a permis de comprendre, en profondeur, certaines dimensions de notre questionnement, elle ne donne pas de résultats statistiques qui auraient pu renforcer la portée des résultats et la généralisation des constats.

D'autres limites sont liées aux choix méthodologiques effectués. Par exemple, notre étude porte sur une seule thématique « l'appareil respiratoire chez l'Homme » et nous n'avons pas pu observer plusieurs séquences concernant plusieurs thématiques avec un échantillon plus grand comprenant un grand nombre d'enseignants et d'élèves. Il nous parait qu'une étude comparative avec un échantillon plus important serait d'une plus grande utilité dans la mesure où elle permettrait d'observer plusieurs cas différents dans d'autres contextes. De plus, la collecte des données est menée dans une période limitée sans effectuer un suivi longitudinal pour les élèves et les enseignants, ce qui ne permet pas d'évaluer l'évolution de la démarche des enseignants ou de l'acquisition des élèves à long terme. Enfin, l'absence d'une prise en compte approfondie de la formation initiale et continue des enseignants lors des analyses, malgré qu'elle soit évoquée comme facteur fondamental pour améliorer la médiation didactique des enseignants en les initiant à des méthodes d'enseignement peu familières, telles que la modélisation scientifique.

Pour autant, ces limites ne remettent pas en cause la pertinence des résultats obtenus qui s'appuient sur un corpus énorme de quatre types différents des données et sur des démarches d'analyse complémentaires, ce qui a porté, quand même, des éléments de réponse à nos questions de recherche et qui a offert des apports importants dans le champ de la didactique des sciences.

Perspectives de recherche

Cette recherche n'épuise pas le sujet, mais par contre, elle ouvre un espace de réflexion et attire l'attention vers des pistes de recherche à approfondir pour enrichir la compréhension de l'enseignement des sciences dans des contextes bilingues similaires. C'est pourquoi nous envisageons plusieurs orientations de recherche pour prolonger et approfondir les résultats obtenus.

Tout d'abord, il semble pertinent d'élargir le terrain d'étude. Une étude future pourrait intégrer un nombre plus grand d'établissements scolaires des trois types d'écoles du système éducatif libanais. Elle pourrait s'appuyer sur des thématiques diversifiées en adoptant une méthodologie d'analyse mixte. Cela permettrait de mieux cerner l'effet des contextes extrascolaires et scolaires sur la médiation didactique des enseignants et sur l'appropriation du contenu scientifique par les élèves.

Une autre proposition est d'effectuer une étude longitudinale pour suivre les mêmes élèves bilingues et leurs enseignants sur une période plus longue pour observer l'évolution et la durabilité de leurs conceptions en fonction de la médiation didactique adoptée et du niveau de maîtrise de la langue d'enseignement.

Il serait aussi intéressant d'effectuer une étude selon une approche comparatiste qui porte sur l'effet de la langue d'enseignement sur l'apprentissage des sciences. Ce qui permet de comprendre dans quelle mesure la langue adoptée pour l'enseignement influence la construction du contenu scientifique notamment dans un contexte bilingue.

Une autre perspective concerne l'effet de la formation initiale et continue des enseignants de sciences sur leur médiation didactique et sur leur capacité à s'adapter aux besoins cognitifs, mais aussi langagiers des élèves. En ce qui concerne la modélisation, nous proposons une étude qui prend en compte explicitement des dispositifs intégrant la modélisation dans l'apprentissage et étudier son effet sur l'appropriation du contenu par des élèves bilingues.

Les perspectives mentionnées montrent que cette étude se veut une contribution modeste dans un champ large qui mérite d'être investi par d'autres travaux pour répondre aux défis actuels en didactique des sciences, particulièrement dans des contextes bilingues.

Bibliographie

Aberchoum, A., & Narcy-Combes, J.P. (2020). Partir de l'arabe pour créer un cours de biologie en français dans le primaire marocain. *Contextes et didactiques. Revue semestrielle en sciences de l'éducation*, *15*. https://doi.org/10.4000/ced.1882

Abou Raad, N. et Naboulsi, R. (2012). La communication mathématique entre discours de spécialité et discours linguistique. Islamic University of Lebanon Research and Publication Center - Administration of "Sawt Al-Jamiaa" Journal.

Åhman, N., & Jeppsson, F. (2020). Teachers' and pupils' scientific dialogue in learning about invisible thermal phenomena. *International Journal of Science Education*, *42*(18), 3116–3133. https://doi.org/10.1080/09500693.2020.1852334

Akiki, C., & Assaf, M. (2017). *Débat pédagogique sur l'enseignement des sciences à l'institut français de Tripoli*. Retrieved August 13, 2025, from https://www.crdp.org/magazine-details1/650/479/476

Amin, T., & Badreddine, D. (2020). Teaching science in Arabic: Diglossia and discourse patterns in the elementary classroom. *International Journal of Science Education*, *42*(14), 2290–2330. https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1629039

Anderson, C.W. (2010). Perspectives on Science Learning, In Sandra K. Abell, Norman G. Lederman (ed.). *Handbook of Research On Science Education*, New York, Routledge, p. 3-30.

Astolfi, J.-P. (2014). *La saveur des savoirs: Disciplines et plaisir d'apprendre*. ESF Editeur.

Astolfi, J.-P., Darot, É., Ginsburger-Vogel, Y., & Toussaint, J. (2008a). Chapitre 1. Aide didactique. *Pratiques pédagogiques*, *2*, 15–22. https://doi.org/10.3917/dbu.astol.2008.01.0015

Astolfi, J.-P., Darot, É., Ginsburger-Vogel, Y., & Toussaint, J. (2008b). *Mots-clés de la didactique des sciences. Repère, définitions, bibliographies*. De Boeck Supérieur. https://doi.org/10.3917/dbu.astol.2008.01

Astolfi, J.-P., & Develay, M. (2016a). *La didactique des sciences*. https://doi.org/10.3917/puf.astol.2016.01

Astolfi, J.P., & Develay, M. (2016b). Les concepts de la didactique des sciences. *Que sais-je ?*, *7*, 29–64.

Astolfi, J.-P., & Peterfalvi, B. (1993). *Obstacles and building didactic situations in experimental sciences*. https://doi.org/10.4267/2042/8578

Astolfi, J.-P., & Peterfalvi, B. (1997). Stratégies de travail des obstacles: Dispositifs et ressorts. *Aster*, *25*(1), 193–216. https://doi.org/10.4267/2042/8685

Aurousseau, E. (2017). *Etude de pratiques d'enseignement relatives à la modelisation en sciences et technologies avec des enseignants du secondaire* [Ph.D. thesis]. https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2017PhDT.....163A

Bachelard, G. (1934). *Le nouvel esprit scientifique.* PUF.

Bae, C. L., Mills, D. C., Zhang, F., Sealy, M., Cabrera, L., & Sea, M. (2021). A Systematic Review of Science Discourse in K–12 Urban Classrooms in the United States: Accounting for Individual, Collective, and Contextual Factors. *Review of Educational Research*, *91*(6), 831–877. https://doi.org/10.3102/00346543211042415

Bakhtine, M. M. (1981). *The Dialogic Imagination: Four Essays* (M. Holquist, Ed.; C. Emerson, Trans.). University of Texas Press.

Barton, A. C., & Tan, E. (2009). Funds of knowledge and discourses and hybrid space. *Journal of Research in Science Teaching*, *46*(1), 50–73. https://doi.org/10.1002/tea.20269

Bautier, E. (2006). Le rôle des pratiques des maîtres dans les difficultés scolaires des élèves. *Recherche et formation*, *51*, Article 51. https://doi.org/10.4000/rechercheformation.497

Bayloun, H. J. (2015). *The effect of teaching and learning in native and foreign language students' conceptual understanding in science in a Lebanese context. (C2015)* [Thesis, Lebanese American University]. https://doi.org/10.26756/th.2015.45

Benedict-Chambers, A., Kademian, S. M., Davis, E. A., & Palincsar, A. S. (2017). Guiding students towards sensemaking: Teacher questions focused on integrating scientific practices with science content. *International Journal of Science Education*, *39*(15), 1977–2001. https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1366674

Bernié, J.-P. (2002). *L'approche des pratiques langagières scolaires à travers la notion de « communauté discursive »: Un apport à la didactique comparée ?* https://doi.org/10.3406/rfp.2002.2917

Bisault, J. (2008). Interactions verbales, investigation expérimentale et conceptualisation en sciences à l'école primaire. *Carrefours de l'education*, *n° 25*(1), 17–31.

Bisault, J. (2010). Des moments de sciences à l'école primaire: Quelles références pour quels enjeux ? *RDST. Recherches en didactique des sciences et des technologies*, *2*, Article 2. https://doi.org/10.4000/rdst.284

Bisault, J. (2020). L'activité langagière en sciences à l'école primaire: Quels enjeux et quels problèmes pour les élèves et les enseignant·e·s ? *Swiss Journal of Educational Research*, *42*(3), Article 3. https://doi.org/10.24452/sjer.42.3.5

Blanchet, A. (1985). *L'Entretien dans les sciences sociales: L'écoute, la parole et le sens*. Dunod.

Bonnéry, S. (2015). Supports pédagogiques et inégalités scolaires: Stéphane Bonnéry (sous la direction de), 2015, La Dispute, Paris, 215 p. *Recherches en didactiques*, *20*(2), 75–82. https://doi.org/10.3917/rdid.020.0075

Boyer, C. (2000). *Conceptualisation et actions didactiques à propos de la reproduction végétale / Conceptualisation and didactic actions concerning plant reproduction*. https://doi.org/10.4267/2042/8756

Brendel, M., Siry, C., Haus, J. M., & Breedijk-Goedert, F. (2019). Transforming Praxis in Science Through Dialogue Towards Inclusive Approaches. *Research in Science Education*, *49*(3), 767–786. https://doi.org/10.1007/s11165-017-9642-2

Brousseau, G. (2003). *Glossaire de quelques concepts de la théorie des situations didactiques en mathématiques*.

Byrne, J., Ideland, M., Malmberg, C., & Grace, M. (2014). Climate Change and Everyday Life: Repertoires children use to negotiate a socio-scientific issue. *International Journal of Science Education*, *36*(9), 1491–1509. https://doi.org/10.1080/09500693.2014.891159

Campenhoudt, L. V., & Quivy, R. (2011). *Manuel de recherche en sciences sociales—4e edition*. Dunod.

Catel, L. (2001). *Écrire pour apprendre ? Écrire pour comprendre ? Etat de la question.* https://doi.org/10.4267/2042/8775

Chalak, H. (2012). *Conditions didactiques et difficultés de construction de savoirs problématisés en sciences de la Terre : Étude de la mise en texte des savoirs et des pratiques enseignantes dans des séquences ordinaires et forcées concernant la magmatisme (collège et lycée)* [Thèse de doctorat, Nantes]. https://theses.fr/2012NANT3005

Chalak, H., & Briaud, P. (2023). Problématisation dans une séquence forcée sur la respiration au cycle 3: Quels savoirs appris par les élèves ? *Éducation et didactique*, *17*, Article 17. https://doi.org/10.4000/educationdidactique.11241

Chen, Y., & Techawitthayachinda, R. (2021). Developing deep learning in science classrooms: Tactics to manage epistemic uncertainty during whole-class discussion. *Journal of Research in Science Teaching*, *58*(8), 1083–1116. https://doi.org/10.1002/tea.21693

Chevallard, Y. (1985). La transposition didactique (Vol. 95). Grenoble: La pensée sauvage.

Colley, C., & Windschitl, M. (2021). A Tool for Visualizing and Inquiring into Whole-Class Sensemaking Discussions. *Research in Science Education*, *51*(1), 51–70. https://doi.org/10.1007/s11165-020-09962-6

CONFEMEN - *Conférence des ministres de l'Éducation des États et Gouvernements de la francophonie*. (n.d.). Retrieved September 8, 2025, from https://www.confemen.org/

Curriculum libanais 1997 - Décret No. 10227/97 daté le 8 mai 1997

Daunay, B. (2008). Performances et apprentissages disciplinaires. *Les Cahiers Théodile*, *9*, 7–23.

Daunay, B. (2015). Contenus et disciplines: Une problématique didactique. In B. Daunay, C. Fluckiger, & R. Hassan (Eds.), *Les Contenus d'enseignement et d'apprentissage. Approches didactiques* (pp. 19–41). Presses Universitaires de Bordeaux. https://hal.science/hal-01354232

Dhouibi, M., Schneeberger, P., & Rebière, M. (2015). L'étude du discours d'un scientifique: Éclairage sur le processus de dépassement d'obstacles et perspectives didactiques. *RDST. Recherches en didactique des sciences et des technologies*, *11*, Article 11. https://doi.org/10.4000/rdst.996

Ducancel, G. (1980). Rôle de la communication orale et écrite des élèves dans les activités d'éveil scientifiques à l'école élémentaire. *Repères. Recherches en didactique du français langue maternelle*, *58*(1), 2–5. https://doi.org/10.3406/reper.1980.1704

Dumas Carre, A., & Weil-Barais, A. (1998). *Tutelle et médiation dans l'éducation scientifique* (Exploration. Cours et contributions pour les sciences de l'éducation). https://edudoc.ch/record/42113

Fazio, X., & Gallagher, T. (2019). Science and Language Integration in Elementary Classrooms: Instructional Enactments and Student Learning Outcomes | Request PDF. *Research in Science Education*, *49*(4), 959–976. https://doi.org/10.1007/s11165-019-9850-z

France, A. (2021). Teachers Using Dialogue to Support Science Learning in the Primary Classroom. *Research in Science Education*, *51*(3), 845–859. https://doi.org/10.1007/s11165-019-09863-3

Franco, L. G., & Munford, D. (2021). The Hourglass Approach: Analysing Science Classroom Discursive Interactions Through Intercontextual Lens. *Research in Science Education*, *51*(1), 13–33. https://doi.org/10.1007/s11165-020-09976-0

Freitag, M. (1986). Dialectique et société. Paris et Montréal: L'âge d'homme – *Éditions coopératives Albert Saint-Martin*.

Freynet, M.-F. (1999). *Les Médiations Du Travail Social. Contre L'Exclusion, (Re)Construire Des Liens, 2eme Edition*. Chronique Sociale Editions.

Fuchs-Gallezot, M., & Coquidé, M. (2010). Génétique, génomique et post-génomique dans les programmes de SVT, une discipline scientifique scolaire. *RDST. Recherches en didactique des sciences et des technologies*, *2*, Article 2. https://doi.org/10.4000/rdst.272

Gajo, L. (2007). Enseignement d'une DNL en langue étrangère: De la clarification à la conceptualisation. *Tréma, n° 28*, 37–48, bibliogr., disponible sur http://trema.revues.org

Gajo, L. (2009). *De la DNL à la DdNL: Principes de classe et formation des enseignants*. https://www.semanticscholar.org/paper/De-la-DNL-%C3%A0-la-DdNL%3A-principes-de-classe-et-des-Gajo/1cc2fcfe0d9038a3856785a6643c1feed8f835e4

Gajo, L., & Grobet, A. (2008). Interagir en langue étrangère dans le cadre de disciplines scolaires: Intégration et saturation des savoirs disciplinaires et linguistiques dans l'élaboration des définitions. In *Processus interactionnels et situations éducatives* (pp. 113–136). De Boeck Supérieur. https://doi.org/10.3917/dbu.filli.2008.01.0113

Gamez, R., & Parker, C. A. (2018). Becoming science learners: A study of newcomers' identity work in elementary school science. *Science Education*, *102*(2), 377–413. https://doi.org/10.1002/sce.21323

Gibbons, P. (2008). "It was taught good and I learned a lot": Intellectual practices and ESL learners in the middle years. *The Australian Journal of Language and Literacy*, *31*(2), 155–173. https://doi.org/10.1007/BF03651795

Glass, R., & Oliveira, A. W. (2013). Science Language Accommodation in Elementary School Read-Alouds. *International Journal of Science Education*, *36*(4), 577–609. https://doi.org/10.1080/09500693.2013.802057

Gómez Fernández, R., & Siry, C. (2018). 'Opening up' a science task: An exploration of shifting embodied participation of a multilingual primary student. *International Journal of Science Education*, *40*(7), 771–795. https://doi.org/10.1080/09500693.2018.1447709

González, N., Andrade, R., Civil, M., & Moll, L. (2001). Bridging funds of distributed knowledge: Creating zones of practices in mathematics. *Journal of Education for Students Placed at Risk*, *6*(1–2), 115–132. https://doi.org/10.1207/S15327671ESPR0601-2_7

González, N., Moll, L. C., & Amanti, C. (Eds.). (2005). *Funds of knowledge: Theorizing practices in households, communities, and classrooms* (pp. xii, 307). Lawrence Erlbaum Associates Publishers.

Haglund, J., Jeppsson, F., & Andersson, J. (2012). Young children's analogical reasoning in science domains. *Science Education*, *96*(4), 725–756. https://doi.org/10.1002/sce.21009

Hand, B., Norton-Meier, L. A., Gunel, M., & Akkus, R. (2016). Aligning Teaching to Learning: A 3-Year Study Examining the Embedding of Language and Argumentation into Elementary Science Classrooms. *International Journal of Science and Mathematics Education*, *14*(5), 847–863. https://doi.org/10.1007/s10763-015-9622-9

Houssaye, J., & Cosnefroy, L. (2010). Hommage à Jean-Pierre Astolfi (1943-2009). *Revue des sciences de l'éducation*, *36*(1), 255–265. https://doi.org/10.7202/043995ar

Huerta, M., & Garza, T. (2019). Writing in Science: Why, How, and for Whom? A Systematic Literature Review of 20 Years of Intervention Research (1996–2016). *Educational Psychology Review*, *31*(3), 533–570. https://doi.org/10.1007/s10648-019-09477-1

Huerta, M., Lara-Alecio, R., Tong, F., & Irby, B. J. (2014). Developing and Validating a Science Notebook Rubric for Fifth-Grade Non-Mainstream Students. *International Journal of Science Education*, *36*, 1849–1870. https://doi.org/10.1080/09500693.2013.879623

Hus, V., & Aberšek, M. K. (2011). Questioning as a mediation tool for cognitive development in early science teaching. *Journal of Baltic Science Education*, *10*(1).

Irish, T., & Kang, N.-H. (2018). Connecting Classroom Science with Everyday Life: Teachers' Attempts and Students' Insights. *International Journal of Science and Mathematics Education*, *16*(7), 1227–1245. https://doi.org/10.1007/s10763-017-9836-0

Jaubert, M. (2007). Langage et construction de connaissances à l'école: Un exemple en sciences. In *Langage et construction de connaissances à l'école: Un exemple en sciences*. Presses Universitaires de Bordeaux. https://books.openedition.org/pub/46608

Jaubert, M., & Rebière, M. (2000). Observer l'activité langagière des élèves en sciences. *Aster*, *31*(1), 173–195. https://doi.org/10.4267/2042/8757

Jaubert, M., & Rebière, M. (2000). *Observing the language of science students*. https://doi.org/10.4267/2042/8757

Jaubert, M., & Rebière, M. (2001). Pratiques de reformulation et construction de savoirs. *Aster*, *33*(33, p. 255). https://doi.org/10.4267/2042/8777

Jaubert, M., & Rebière, M. (2020). Quels outils pour rendre compte du passage d'une langue quotidienne à une langue disciplinaire scolaire ? *Swiss Journal of Educational Research*, *42*(3), Article 3. https://doi.org/10.24452/sjer.42.3.4

Jaubert, M., Rebière, M., & Schneeberger, P. (2008). *Entrer dans l'activité scientifique dès 3 ans: Des gestes professionnels outillés parles savoirs*. https://doi.org/10.3406/airdf.2008.1797

Kamberelis, G., & Wehunt, M. D. (2012). Hybrid discourse practice and science learning. *Cultural Studies of Science Education*, *7*(3), 505–534. https://doi.org/10.1007/s11422-012-9395-1

Kane, J. M. (2015). The structure-agency dialectic in contested science spaces: "Do earthworms eat apples?" *Journal of Research in Science Teaching*, *52*(4), 461–473. https://doi.org/10.1002/tea.21206

Karlsson, A., Nygård Larsson, P., & Jakobsson, A. (2019). Multilingual students' use of translanguaging in science classrooms. *International Journal of Science Education*, *41*(15), 2049–2069. https://doi.org/10.1080/09500693.2018.1477261

Karlsson, A., Nygård Larsson, P., & Jakobsson, A. (2020). The continuity of learning in a translanguaging science classroom. *Cultural Studies of Science Education*, *15*(1), 1–25. https://doi.org/10.1007/s11422-019-09933-y

Kim, M. (2021). Student Agency and Teacher Authority in Inquiry-Based Classrooms: Cases of Elementary Teachers' Classroom Talk. *International Journal of Science and Mathematics Education*, *20*(8), 1927–1948. https://doi.org/10.1007/s10763-021-10233-7

Kim, M., & Roth, W.-M. (2018). Dialogical argumentation in elementary science classrooms. *Cultural Studies of Science Education*, *13*(4), 1061–1085. https://doi.org/10.1007/s11422-017-9846-9

Kotob, H. (1994). *Étude comparée de l'emprunt en arabe libanais et en arabe littéral* [These de doctorat, Besançon]. https://theses.fr/1994BESA1030

Lahanier-Reuter, D. (2008). Performances et apprentissages en didactique des mathématiques. Les Cahiers Théodile, (9), 43-56.

Lan, S.-W., & de Oliveira, L. C. (2019). English language learners' participation in the discourse of a multilingual science classroom. *International Journal of Science Education*, *41*(9), 1246–1270. https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1607618

Laurent, J.-M. (2008). Être un enseignant médiateur ?:Approche d'une définition de la fonction à travers les différentes occurrences dans La nouvelle revue. *La nouvelle revue de l'adaptation et de la scolarisation*, *42*(2), 15–32. https://doi.org/10.3917/nras.042.0015

Lee, O. (2003). Teacher change in beliefs and practices in science and literacy instruction with English language learners. *Journal of Research in Science Teaching*, *41*(1), 65–93. https://doi.org/10.1002/tea.10125

Lee, O., & Fradd, S. H. (1998). Science for All, Including Students From Non-English-Language Backgrounds. *Educational Researcher*, *27*(4), 12–21. https://doi.org/10.3102/0013189X027004012

Lemke, J. (1998). Teaching all the languages of Science: Words, Symbols, Images, and Actions. Communication présentée à la Conférence of sciences education of Barcelona. Barcelone. repéré à http://www.jaylemke.com/storage/new-pdfs/Barcelona-Languages-of-science.pdf

Lemke, J. L. (1990). *Talking science: Language, learning, and values*. Ablex Pub. Corp.

Lemke, J. L. (2000). Opening Up Closure: Semiotics Across Scales. *Annals of the New York Academy of Sciences*, *901*(1), 100–111. https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2000.tb06269.x

Lemke, J. L. (2001a). Articulating communities: Sociocultural perspectives on science education. *Journal of Research in Science Teaching*, *38*(3), 296–316. https://doi.org/10.1002/1098-2736(200103)38:3%253C296::AID-TEA1007%253E3.0.CO;2-R

Lemke, J. L. (2001b). Articulating communities: Sociocultural perspectives on science education. *Journal of Research in Science Teaching*, *38*(3), 296–316. https://doi.org/10.1002/1098-2736(200103)38:3%253C296::AID-TEA1007%253E3.0.CO;2-R

Lenoir, Y. (1996). Médiation cognitive et médiation didactique. In C. Raisky et M. Caillot (dir.), Le didactique au-delà des didactiques. Débats autour de concepts fédérateurs (p. 223-251). Bruxelles : De Boeck Université.

Lenoir, Y. (2009). L'intervention éducative, un construit théorique pour analyser les pratiques d'enseignement. *Nouveaux cahiers de la recherche en éducation*, *12*(1), 9–29. https://doi.org/10.7202/1017474ar

Lenoir, Y., Maubant, P., & Zaid, A. (2012). Chapitre 6. L'analyse des pratiques d'enseignement: Éléments de cadrage et rationnel sous-tendant le dispositif méthodologique. Dans J. Clanet (dir.), Pratiques enseignantes. Quels ancrages théoriques pour quelles recherches ? (117-138). Paris. L'Harmattan. https://doi.org/10.3917/har.clane.2012.02.0117

Lenoir, Y., Philippe, M., Abdelkarim, H., Johanne, L., Zaid, A., Elmostafa, H., & Anne-Catherine, M. (2007). À la recherche d'un cadre conceptuel pour analyser les pratiques d'enseignement. Documents du CRIE et de la CRCIE (nouvelle série). *Documents Du CRIE et de La CRCIE (Nouvelle Série), N° 2. Faculté d'éducation, Université de Sherbrooke. Http://Www.Crie.ca/Publications/Nouveaux_documents_CRIE_CRCIE/2-Cadre%20concept_T1.Pdf*. https://hal.science/hal-03631725

Lhoste, Y. (2017). Chapitre 6. Langage et apprentissage. Prendre en compte l'activité cognitive et langagière des élèves. In *Presses Universitaires de Bordeaux*. Presses Universitaires de Bordeaux. https://doi.org/10.4000/books.pub.37323

Lhoste, Y., Boiron, V., Jaubert, M., Orange, C., & Rebière, M. (2011). Le récit: Un outil pour prendre en compte le temps et l'espace et construire des savoirs en sciences ? *RDST. Recherches en didactique des sciences et des technologies*, *4*, Article 4. https://doi.org/10.4000/rdst.475

Lhoste, Y., & Orange, C. (2015). Quels cadres théoriques et méthodologiques pour quelles recherches en didactique des sciences et des technologies ? *RDST - Recherches En Didactique Des Sciences et Des Technologies*. https://hal.science/hal-02501066

Little, S. (2017). Funds of Knowledge—Didactic Materials. *Make Literacy Meaningful*. http://euliteracy.eu/funds-of-knowledge-didactic-materials/

Liu, G.-Z., Chiu, W.-Y., Lin, C.-C., & Barrett, N. E. (2014). English for Scientific Purposes (EScP): Technology, Trends, and Future Challenges for Science Education. *Journal of Science Education and Technology*, *23*(6), 827–839. https://doi.org/10.1007/s10956-014-9515-7

Löfgren, R., Schoultz, J., Hultman, G., & Björklund, L. (2013). Exploratory talk in science education: inquiry-based learning and communicative approach in primary school. *Journal of Baltic Science Education*, *12*(4). https://doi.org/10.33225/jbse/13.12.482

Lyon, E. G., Bunch, G. C., & Shaw, J. M. (2012). Navigating the Language Demands of an Inquiry-Based Science Performance Assessment: Classroom Challenges and Opportunities for English Learners. *Science Education*, *96*(4), 631–651. https://doi.org/10.1002/sce.21008

Makki, M. (2007). La langue française au Liban: Langue de division, langue de consensus ? *Hérodote*, *126*(3), 161–167. https://doi.org/10.3917/her.126.0161

Marlot, C. (2014). Le processus de double sémiotisation au cœur des stratégies didactiques du professeur. Une étude de cas en découverte du monde vivant au cycle 2. *Revue Suisse Des Sciences de l'éducation*, *36*(2), 307–332.

Martinand, J.-L. (1986). *Connaître et transformer la matière: Des objectifs pour l'initiation aux sciences et techniques*.

Martinand, J.-L. (2010). *Introduction à la modélisation*. http://www.inrp.fr/Tecne/Rencontre/Univete/Tic/Pdf/Modelisa.pdf

Martinand, J.-L. (2010). Schémas didactiques pour la modélisation en sciences et technologies. *Spectre*, 40, 1, p. 20-24

Martínez-Álvarez, P. (2019). What counts as science? Expansive learning actions for teaching and learning science with bilingual children. *Cultural Studies of Science Education*, *14*(4), 799–837. https://doi.org/10.1007/s11422-019-09909-y

Ménard, I., & Pineau, V. (2006). *La respiration humaine au cycle 3: Problèmes construits et registres explicatifs mobilisés par les élèves dans le débat scientifique*. https://doi.org/10.4267/2042/16794

Mercier, A. (2008). Pour une lecture anthropologique du programme didactique. *Éducation & didactique*, *2*(1), 7–40. https://doi.org/10.4000/educationdidactique.251

Mialaret, G. (1991). B 6 / L'évaluation en éducation. In *Pédagogie générale* (pp. 270–297). Presses Universitaires de France. https://shs-cairn-info.ressources-electroniques.univ-lille.fr/pedagogie-generale--9782130438335-page-270

Moje, E. B., Ciechanowski, K. M., Kramer, K., Ellis, L., Carrillo, R., & Collazo, T. (2004). Working toward third space in content area literacy: An examination of everyday funds of knowledge and Discourse. *Reading Research Quarterly*, *39*(1), 38–70. https://doi.org/10.1598/RRQ.39.1.4

Moll, L. C., Amanti, C., Neff, D., & Gonzalez, N. (1992). Funds of knowledge for teaching: Using a qualitative approach to connect homes and classrooms. *Theory Into Practice*. https://doi.org/10.1080/00405849209543534

Msimanga, A., P. Denley, and N. Gumede. "The Pedagogical Role of Language in Science Teaching and Learning in South Africa: A Review of Research 1990-2015." *African Journal of Research in Mathematics, Science and Technology Education* 21, no. 3 (2017): 245–55. https://doi.org/10.1080/18117295.2017.1367874.

Munoz, L. (2014). La géopolitique pour comprendre le contexte socio-culturel libanais et ses pratiques linguistiques. *Contextes et didactiques. Revue semestrielle en sciences de l'éducation*, *5*. https://doi.org/10.4000/ced.403

Na, J., & Song, J. (2014). Why Everyday Experience? Interpreting Primary Students' Science Discourse from the Perspective of John Dewey. *Science & Education*, *23*, 1031–1049. https://doi.org/10.1007/s11191-013-9637-y

Navarro Martell, M. A. (2022). *Ciencias bilingües*: How dual language teachers cultivate equity in dual language classrooms. *International Journal of Bilingual Education and Bilingualism*, *25*(6), 2142–2158. https://doi.org/10.1080/13670050.2020.1870925

Njoroge, M. C. (2017). The Efficacy of Using Mother Language in the Teaching of Mathematics and Science in Primary Schools: Evidence from Grade One Classrooms in Kenya. *Journal of Applied Linguistics and Language Research*, *4*(8), 133–150.

Oh, P. S., & Kim, K. S. (2013). Pedagogical Transformations of Science Content Knowledge in Korean Elementary Classrooms. *International Journal of Science Education*, *35*, 1590–1624. https://doi.org/10.1080/09500693.2012.719246

Okebukola, P. A., Owolabi, O., & Okebukola, F. O. (2013). Mother Tongue as Default Language of Instruction in Lower Primary Science Classes: Tension between Policy Prescription and Practice in Nigeria. *Journal of Research in Science Teaching*, *50*(1), 62–81. https://doi.org/10.1002/tea.21070

Orange, C. (2010). Etude des situations « forcées » : quelles méthodes pour les recherches didactiques s'appuyant fortement sur les productions des élèves et de la classe. *Actes du congrès de l'Actualité de la recherche en éducation et en formation (AREF)*, Université de Genève, septembre 2010.

Olleik, Z. (2009). *Les interactions didactiques en classe de français au cycle primaire au Liban Sud: Analyse des stratégies verbales et non verbales de l'enseignant* [Phdthesis, Université de la Sorbonne nouvelle - Paris III]. https://theses.hal.science/tel-01341102

Orange, C. (2003). *Débat scientifique dans la classe, problématisation et argumentation: Le cas d'un débat sur la nutrition au cours moyen*. https://doi.org/10.4267/2042/8821

Orange, C. (2007). Apprentissages scientifiques: Ce qui se construit et ce qui se transmet. *Recherches en éducation, 4*. https://doi.org/10.4000/ree.3938

Orange, C., & Orange Ravachol, D. (2013). Le concept de représentation en didactique des sciences: Sa nécessaire composante épistémologique et ses conséquences. *Recherches en éducation, 17*. https://doi.org/10.4000/ree.7934

Paccaud, M. (1991). *Les conceptions comme levier d'apprentissage du concept de respiration*. https://doi.org/10.4267/2042/9096

Paillé, P., & Mucchielli, A. (2016). Chapitre 11. L'analyse thématique. *Collection U*, *4*, 235–312. https://doi.org/10.3917/arco.paill.2016.01.0235

Park, J., Tang, K.-S., & Chang, J. (2021). Plan-Draw-Evaluate (PDE) pattern in students' collaborative drawing: Interaction between visual and verbal modes of representation. *Science Education*, *105*(5), 1013–1045. https://doi.org/10.1002/sce.21668

Peterfalvi, B., & Jacobi, D. (2003). *Les interactions langagières entre processus et matériaux pour la recherche*. https://www.persee.fr/doc/aster_0297-9373_2003_num_37_1_1243

Petitjean, B. (1984). *Formes et fonctions des différents types d'évaluation*. https://doi.org/10.3406/prati.1984.2459

Pierson, A. E., Clark, D. B., & Brady, C. E. (2021). Scientific Modeling and Translanguaging: A Multilingual and Multimodal Approach to Support Science Learning and Engagement. *Science Education*, *105*(4), 776–813. https://doi.org/10.1002/sce.21622

Piot, T. (2012). Observer les pratiques enseignantes: Questions de méthodologie. In *Observer les pratiques enseignantes* (pp. 111–127). L'Harmattan. https://doi.org/10.3917/har.cifal.2012.01.0111

Postic, M. & De Ketele, J.M. (1988). Observer les situations éducatives. Paris : Puf.

Poza, L. E. (2018). The Language of "Ciencia": Translanguaging and Learning in a Bilingual Science Classroom. *International Journal of Bilingual Education and Bilingualism*, *21*(1), 1–19. https://doi.org/10.1080/13670050.2015.1125849

Pun, J. K. H., Fu, X., & Cheung, K. K. C. (2024). Language challenges and coping strategies in English Medium Instruction (EMI) science classrooms: A critical review of literature. *Studies in Science Education*, *60*(1), 121–152. https://doi.org/10.1080/03057267.2023.2188704

Rebière, M., Schneeberger, P. & Jaubert, P. (2009). Changer de position énonciative pour construire des objets de savoirs en sciences : le rôle de l'argumentation. In Plantin, C., Buty C. (dir.). Argumenter en classe de sciences, pp. 281-329, Lyon : INRP.

Reuter, Y. (2011). À propos de la notion de performance en didactiques. Éléments de discussion. *Recherches en didactiques*, *11*(1), 129–142. https://doi.org/10.3917/rdid.011.0129

Reuter, Y., Cohen-Azria, C., Daunay, B., Delcambre, I., & Lahanier-Reuter, D. (2013a). Communauté discursive. *Hors collection*, *3*, 27–31. https://doi.org/10.3917/dbu.reute.2013.01.0027

Reuter, Y., Cohen-Azria, C., Daunay, B., Delcambre, I., & Lahanier-Reuter, D. (2013b). *Dictionnaire des concepts fondamentaux des didactiques*. De Boeck Supérieur. https://doi.org/10.3917/dbu.reute.2013.01

Reuter, Y., Cohen-Azria, C., Daunay, B., Delcambre, I., & Lahanier-Reuter, D. (2013c). Pratiques langagières. *Hors collection*, *3*, 169–174. https://doi.org/10.3917/dbu.reute.2013.01.0169

Rispail, M. (2011). Littéracie: Une notion entre didactique et sociolinguistique – enjeux sociaux et scientifiques. *Forumlecture*, 1–11.

Rojas Rojas, S. P., Meneses, A., & Sánchez Miguel, E. (2019). Teachers' scaffolding science reading comprehension in low-income schools: How to improve achievement in science. *International Journal of Science Education*, *41*(13), 1827–1847. https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1641855

Roy, P., & Hasni, A. (2015). Les modèles et la modélisation vus par des enseignants de sciences et technologies du secondaire au Québec. *McGill Journal of Education*, *49*(2), 349–371. https://doi.org/10.7202/1029424ar

Ryu, M. (2019). Mixing Languages for Science Learning and Participation: An Examination of Korean-English Bilingual Learners in an After-School Science-Learning Programme. *International Journal of Science Education*, *41*(10), 1303–1323. https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1605229

Ryu, M., & Sikorski, T.-R. (2019). Tracking a learner's verbal participation in science over time: Analysis of talk features within a social context. *Science Education*, *103*, 561–589. https://doi.org/10.1002/sce.21493

Salloum, S., & BouJaoude, S. (2017). Science teaching and learning in multilingual lebanese middle school classrooms. *ESERA Dublin 7*. science teaching and learning in multilingual lebanese middle school classrooms, Dublin City University, Ireland.

Salloum, S., & BouJaoude, S. (2020). Language in teaching and learning science in diverse Lebanese multilingual classrooms: Interactions and perspectives. *International Journal of Science Education*, *42*(14), 2331–2363. https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1648909

Saubich, X., & Esteban-Guitart. (2011). (PDF) Bringing funds of family knowledge to school. The living Morocco project. *ResearchGate*. https://www.researchgate.net/publication/284966114_Bringing_funds_of_family_knowledge_to_school_The_living_Morocco_project

Sayac, N. (2017). *Approche didactique de l'évaluation et de ses pratiques en mathématiques: Enjeux d'apprentissages et de formation.* Université Paris Diderot-Paris 7.

Seah, L. H. (2016). Understanding the Conceptual and Language Challenges Encountered by Grade 4 Students When Writing Scientific Explanations. *Research in Science Education*, *46*(3), 413–437. https://doi.org/10.1007/s11165-015-9464-z

Seah, L. H., & Chan, K. K. H. (2020). A case study of a science teacher's knowledge of students in relation to addressing the language demands of science. *International Journal of Science and Mathematics Education*. https://doi.org/10.1007/s10763-019-10049-6

Seah, L. H., & Yore, L. D. (2017). The roles of teachers' science talk in revealing language demands within diverse elementary school classrooms: A study of teaching heat and temperature in Singapore. *International Journal of Science Education*, *39*(2), 135–157. https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1270477

Shàban, K., & Ghaith, Gh. (1999). Lebanon's Language-in-Education Policies: From Bilingualism to Trilingualism. *Language Problems & Language Planning*, *23*(1), 1–16. https://doi.org/10.1075/lplp.23.1.01leb

Shaw, J. M., Bunch, G. C., & Geaney, E. R. (2010). Analyzing language demands facing English learners on science performance assessments: The SALD framework. *Journal of Research in Science Teaching*, *47*(8), 909–928.

Shora, H., & Hassan, H. (2015). *Problèmes de l'enseignement des sciences en Français au cycle primaire en Egypte du point de vue des enseignants et des inspecteurs et comment y surmonter*. *1*(3).

Stevenson, A. R. (2013). How Fifth Grade Latino/a Bilingual Students Use Their Linguistic Resources in the Classroom and Laboratory during Science Instruction. *Cultural Studies of Science Education*, *8*(4), 973–989. https://doi.org/10.1007/s11422-013-9522-7

Suárez, E. (2020). "Estoy Explorando Science": Emergent Bilingual Students Problematizing Electrical Phenomena through Translanguaging. *Science Education*, *104*(5), 791–826. https://doi.org/10.1002/sce.21588

Tan, A.-L., & Wong, H.-M. (2012). 'Didn't Get Expected Answer, Rectify It.': Teaching science content in an elementary science classroom using hands-on activities. *International Journal of Science Education*, *34*(2), 197–222. https://doi.org/10.1080/09500693.2011.565378

Tang, K.-S., Park, J., & Chang, J. (2022). Multimodal Genre of Science Classroom Discourse: Mutual Contextualization Between Genre and Representation Construction. *Research in Science Education*, *52*(3), 755–772. https://doi.org/10.1007/s11165-021-09999-1

Thépaut, A. (2008). Performance et apprentissages disciplinaires en Éducation Physique et Sportive. *Les Cahiers Théodile*, *9*.

Tiberghien, A. (2002). *Des connaissances naïves au savoir scientifique* [Report]. https://edutice.hal.science/edutice-00000285

Tiberghien, A., Malkoun, L., Buty, C., Sowayssi, N. E., & Mortimer, E. F. (2007). *Analyse des savoirs en jeu en classe de physique à différentes échelles de temps* (p. 73). Presses Universitaires de Rennes. https://shs.hal.science/halshs-00361442

Tippett, C. (2009). Argumentation: The language of science. *Journal of Elementary Science Education*, *21*(1), 17–25. https://doi.org/10.1007/BF03174713

Tytler, R., & Aranda, G. (2015). Expert Teachers' Discursive Moves in Science Classroom Interactive Talk. *International Journal of Science and Mathematics Education*, *13*(2), 425–446. https://doi.org/10.1007/s10763-015-9617-6

Ünsal, Z., Jakobson, B., Molander, B.-O., & Wickman, P.-O. (2018). Language Use in a Multilingual Class: A Study of the Relation Between Bilingual Students' Languages and Their Meaning-Making in Science. *Research in Science Education*, *48*(5), 1027–1048. https://doi.org/10.1007/s11165-016-9597-8

Ünsal, Z., Jakobson, B., Wickman, P.-O., & Molander, B.-O. (2018). Gesticulating Science: Emergent Bilingual Students' Use of Gestures. *Journal of Research in Science Teaching*, *55*(1), 121–144. https://doi.org/10.1002/tea.21415

Ünsal, Z., Jakobson, B., Wickman, P.-O., & Molander, B.-O. (2020). Jumping pepper and electrons in the shoe: Using physical artefacts in a multilingual science class. *International Journal of Science Education*, *42*(14), 2387–2406. https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1650399

Van Booven, C. D. (2015). Revisiting the Authoritative–Dialogic Tension in Inquiry-Based Elementary Science Teacher Questioning. *International Journal of Science Education*, *37*(8), 1182–1201. https://doi.org/10.1080/09500693.2015.1023868

Van der Maren, J.-M. (1996). *Méthodes de recherche pour l'éducation*. Presses de l'Université de Montréal et de Boeck. http://hdl.handle.net/1866/4688

Van Laere, E., Aesaert, K., & van Braak, J. (2014). The Role of Students' Home Language in Science Achievement: A Multilevel Approach. *International Journal of Science Education*, *36*(16), 2772–2794. https://doi.org/10.1080/09500693.2014.936327

Varelas, M., Kotler, R. T., Natividad, H. D., Phillips, N. C., Tsachor, R. P., Woodard, R., Gutierrez, M., Melchor, M. A., & Rosario, M. (2022). "Science theatre makes you good at science": Affordances of embodied performances in urban elementary science classrooms. *Journal of Research in Science Teaching*, *59*(4), 493–528. https://doi.org/10.1002/tea.21735

Vinatier, I., & Laurent, J.-M. (2008). Médiation, enseignement-apprentissage: Présentation du dossier. *La nouvelle revue de l'adaptation et de la scolarisation*, *42*(2), 5–14. https://doi.org/10.3917/nras.042.0005

Vuala, J. (1991). *Le rôle d'un dessin animé dans l'évolution des conceptions d'élèves sur la respiration*. https://doi.org/10.4267/2042/9095

Vygotski, L. S., Piaget, J., Sève, F., Clot, Y., & Sève, L. (2019). (with Clot, Y. & Sève, L.). (2019). *Pensée et langage .Suivi de Commentaire sur les remarques critiques de Vygotski* ([5e] édition 2019). La Dispute.

Vygotsky, L. (1980). *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. Harvard University Press.

Watters, J. J., & Diezmann, C. M. (2016). Engaging elementary students in learning science: An analysis of classroom dialogue. *Instructional Science*, *44*(1), 25–44.

Wee, B. (2012). A Cross-cultural Exploration of Children's Everyday Ideas: Implications for science teaching and learning. *International Journal of Science Education*, *34*, 609–627. https://doi.org/10.1080/09500693.2011.579193

Wehbe, O. (2017). *Questions que pose une didactique plurilingue au Liban, pratiques et représentations* [Phdthesis, Université Sorbonne Paris Cité]. https://theses.hal.science/tel-01774862

Wilmes, S. E. D., & Siry, C. (2018). Interaction rituals and inquiry-based science instruction: Analysis of student participation in small-group investigations in a multilingual classroom. *Science Education*, *102*(5), 1107–1128. https://doi.org/10.1002/sce.21462

Wilmes, S. E. D., & Siry, C. (2020). Science Notebooks as Interactional Spaces in a Multilingual Classroom: Not Just Ideas on Paper. *Journal of Research in Science Teaching*, *57*(7), 999–1027. https://doi.org/10.1002/tea.21615

Wilmes, S., & Siry, C. (2021). Multimodal Interaction Analysis: A Powerful Tool for Examining Plurilingual Students' Engagement in Science Practices Proposed Contribution to. *Research in Science Education*. https://doi.org/10.1007/s11165-020-09977-z

Wilson, R. E., & Bradbury, L. U. (2016). The pedagogical potential of drawing and writing in a primary science multimodal unit. *International Journal of Science Education*, *38*, 2621–2641. https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1255369

Wilson, R. E., & Bradbury, L. U. (2021). Assessing early primary students' growth in a science unit using multiple modes of representation: Investigating the promise of explicit drawing instruction. *International Journal of Science Education*, *43*(8), 1341–1364. https://doi.org/10.1080/09500693.2021.1909774

Wojcieszak, E. (2017). *Construction de la matière scolaire "'sciences et technologie'" par les enseignants de l'école élémentaire: Points de vue infradisciplinaire*. Thèse soutenue à l'Université Charles de Gaulle - Lille III, 2017.

Yeo, J., Lim, E., Tan, K. C. D., & Ong, Y. S. (2021). The Efficacy of an Image-to-Writing Approach to Learning Abstract Scientific Concepts: Temperature and Heat. *International Journal of Science and Mathematics Education*, *19*(1), 21–44. https://doi.org/10.1007/s10763-019-10026-z

Yin, R. K. (2016). *Qualitative research from start to finish* (Second edition). The Guilford Press.

Yin, R.K. (2014). Case Study Research Design and Methods (5th ed.). *SAGE publications*. Thousand Oaks. London. New Delhi

Yin, R. K. (2009). Case study research. Design and methods. *Thousand Oaks* : California.

Yore, L., Bisanz, G. L., & Hand, B. M. (2003). Examining the literacy component of science literacy: 25 years of language arts and science research. International Journal of Science Education, 25, 689-725.

Zaid, A. (2012). Étude de l'interaction enseignant—Élèves en physique au lycée. Enseigner comme agir sur les performances didactiques des élèves. *Éducation et didactique, 6–3*, Article 6–3. https://doi.org/10.4000/educationdidactique.1627

Zaid, A. (2016). *Les processus d'écriture dans les dispositifs de formation technologique universitaire: Une entrée pour rendre compte des savoirs et des temporalités en jeu. | Request PDF*. ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/366064751_Les_processus_d'ecriture_dans_les_dispositifs_de_formation_technologique_universitaire_une_entree_pour_rendre_compte_des_savoirs_et_des_temporalites_en_jeu

Zaid, A. (2017). *Élaborer, transmettre et construire des contenus: Perspective didactique des dispositifs d'éducation et de formation en sciences et technologie. Préface Joël Lebeaume*. PU RENNES.

Zaid, A., Boyer, C., Cohen-Azria, C., & Egginger, J.-G. (2012). Analyse de l'action d'enseignement du point de vue des performances didactiques des élèves. Faire écrire en « Découverte du monde » à l'école primaire. *Recherches en didactiques, N° 13*(1), 85–105.

Zhai, J., & Dillon, J. (2014). Communicating science to students: Investigating professional botanic garden educators' talk during guided school visits. *Journal of Research in Science Teaching*, *51*(4), 407–429. https://doi.org/10.1002/tea.21143

Zhang, Y. (2016). Multimodal teacher input and science learning in a middle school sheltered classroom: MULTIMODAL TEACHER INPUT AND SCIENCE LEARNING. *Journal of Research in Science Teaching*, *53*(1), 7–30. https://doi.org/10.1002/tea.21295

- **بو جودة،**صوما**: وصياح،** فؤاد. (1992). تعليم العلوم باللغة العربية: اتجاهات وحلول.

Liste des figures

Figure 1: procédure de collecte des articles 19
Figure 2: répartition des questions et des objets de recherche dans le corpus analysé 20
Figure 3: type de données (méthodologie qualitative) 37
Figure 4: la médiation cognitive interne (Lenoir, 1996, p.224) 47
Figure 5: la médiation didactique externe (Lenoir, 1996, p.240) 48
Figure 6: l'interdépendance entre les performances didactiques des élèves et la médiation didactique de l'enseignant 53
Figure 7: cadre conceptuel pour l'étude de la médiation didactique de l'enseignant dans un contexte bilingue. 61
Figure 8: le modèle (Aurousseau, 2017, p.47) 69
Figure 9: la médiation didactique conduit les activités des élèves entre référent empirique et modèle scientifique 71
Figure 10: les phases de la méthodologie des séquences ordinaires (d'après Chalak, 2012, p.102) 75
Figure 11: Analyse de la médiation didactique de l'enseignant lors de la planification 94
Figure 12: la médiation didactique de l'enseignant est étudiée en deux phases 103
Figure 13: organisation de l'analyse de la partie 3 : l'analyse de la médiation didactique de l'enseignant dans un contexte bilingue 104
Figure 14: les points principaux abordés dans l'analyse des préparations des enseignants 110
Figure 15: préparation écrite de l'enseignant de l'école publique (PEPu) 112
Figure 16: exemple de la préparation de l'enseignante de l'école privée (PEPr) 114
Figure 17: préparation de l'enseignante de l'école privée subventionnée (PEPsub) 115
Figure 18: exemple de la préparation de l'enseignante de l'école privée qui prévoit des performances didactiques cognitives 119
Figure 19: exemple de la préparation de l'enseignante de l'école privée qui prévoit des performances didactiques techniques 119
Figure 20: performance didactique technique dans la préparation de l'enseignante de l'école privée 120
Figure 21: des compétences qui renvoient à des fonds de connaissances référés au milieu scolaire 123
Figure 22: des fonds de connaissances puisés du milieu extrascolaire à fonction motivante 124
Figure 23: une question qui mobilise les fonds de connaissances puisés de la vie scolaire et extrascolaire des élèves 125
Figure 24 : exploitation des fonds de connaissances dans la préparation de l'enseignante de l'école privée subventionnée 127
Figure 25: des moyens d'aide didactique dans la préparation écrite de l'enseignant de l'école publique 128
Figure 26: les schémas comme moyens d'aide didactique matériels dans la préparation de l'enseignante de l'école privée 129
Figure 27: texte expliquant les échanges gazeux respiratoires au niveau des poumons 130

Figure 28: texte expliquant la production du son au niveau des cordes vocales 130
Figure 29: les photos comme moyens d'aide didactique matériels 131
Figure 30: les photos schématisant des expériences comme moyens d'aide didactique matériels 131
Figure 31: l'histogramme comme moyen d'aide didactique matériel 132
Figure 32: le tableau des pourcentages en gaz dans l'air inspiré et dans l'air expiré, un moyen d'aide didactique matériel 132
Figure 33: les matériels utilisés selon la préparation de l'enseignant de l'école publique 136
Figure 34: une modélisation sous-entendue dans la préparation de l'enseignant de l'école publique 137
Figure 35: la maquette qui sera utilisée pour montrer l'appareil respiratoire de l'Homme 138
Figure 36: identification de la présence du dioxyde de carbone dans l'air expiré 139
Figure 37: le schéma de l'appareil respiratoire de l'Homme comme référent empirique 139
Figure 38: schéma montrant les échanges gazeux respiratoires au niveau des poumons 140
Figure 39: les points principaux discutés dans les entretiens semi-directifs en relation avec la phase de planification. 148
Figure 40: fonctionnement du diaphragme au cours de la respiration 160
Figure 41: un papier plié en zigzag pour montrer la grande surface d'échange dans un volume limité 161
Figure 42: la maquette est un moyen d'aide didactique matériel pour démontrer les organes de l'appareil respiratoire 164
Figure 43: des documents semblables extraits de trois manuels scolaires utilisés 168
Figure 44: l'analyse de la médiation didactique de l'enseignant dans la phase de planification 183
Figure 45: Une performance didactique cognitive suscitant une médiation didactique conductrice mobilisant les fonds de connaissances référés au milieu scolaire 194
Figure 46: l'enseignante passe d'une médiation explicative à une médiation conductrice sous l'action d'une performance didactique cognitive manifestée par une élève. 195
Figure 47: lors de la respiration, le corps absorbe du dioxygène et rejette du dioxyde de carbone 195
Figure 48: Une performance didactique cognitive suscitant une médiation réflexive mobilisant des fonds de connaissances puisés du milieu scolaire 196
Figure 49: d'une médiation conductrice à une médiation réflexive sous l'action d'une performance didactique cognitive 197
Figure 50: Comparer la quantité de dioxygène et de dioxyde de carbone dans le sang entrant et sortant des poumons 198
Figure 51: importance de comprendre la tâche demandée avant d'avoir recours aux fonds de connaissances des élèves 198
Figure 52: variation de la médiation didactique de l'enseignant pour aider les élèves à faire une comparaison en se basant sur une autre comparaison déjà effectuée 199
Figure 53: une médiation didactique conductrice mobilisant des fonds de connaissances référés au milieu extrascolaire pour montrer l'importance de la respiration 200
Figure 54:d'une médiation explicative à une médiation conductrice pour expliquer le rôle de la respiration dans son sens scientifique 201

Figure 55: une médiation didactique explicative mobilisant des fonds de connaissances de la vie quotidienne pour montrer le rôle du nez 202
Figure 56: le rôle du nez dans la respiration 203
Figure 57: une médiation explicative mobilisant des fonds de connaissances référés au milieu extrascolaire en réponse à une performance didactique de silence 203
Figure 58: l'enseignante adopte une médiation didactique conductrice face à une performance didactique de silence 204
Figure 59: une médiation énonciatrice pour définir le rythme respiratoire 206
Figure 60: exercice supplémentaire dans l'école privée subventionnée 207
Figure 61: une médiation conductrice mobilisant les fonds de connaissances des élèves pour montrer la présence de la vapeur d'eau dans l'air expiré 208
Figure 62: la performance de silence suivie d'une performance didactique cognitive manifestées par les élèves poussent l'enseignante à passer d'une médiation réflexive à une médiation conductrice 208
Figure 63: une performance cognitive pousse l'enseignante à adopter une médiation didactique explicative 209
Figure 64: l'enseignante passe d'une médiation didactique à l'autre sous l'action des performances didactiques des élèves 210
Figure 65: souffler sur un miroir pour identifier la présence de la vapeur d'eau dans le livre scolaire de l'école publique. 211
Figure 66: l'enseignant passe d'une médiation réflexive à une médiation conductrice puis explicative en se basant sur les fonds de connaissances des élèves 212
Figure 67: les types de médiation didactique adoptés par l'enseignant de l'école publique pour identifier la présence de la vapeur d'eau dans l'air expiré 213
Figure 68: une médiation à double rôle : démonstrative et réflexive pour montrer la présence de la vapeur d'eau dans l'air expiré. 214
Figure 69: l'enseignante passe d'une médiation didactique réflexive à une médiation démonstrative puis réflexive sous l'action d'une performance didactique cognitive des élèves. 214
Figure 70: une médiation explicative pour créer un espace hybride et corriger une « misconception » en mobilisant des fonds de connaissances puisés de la vie quotidienne 215
Figure 71: une médiation didactique explicative mobilisant des fonds de connaissances des élèves référés au milieu extrascolaire pour corriger une conception fausse 216
Figure 72 : une médiation démonstrative/réflexive pour corriger une « misconception » 217
Figure 73: une médiation didactique démonstrative et réflexive mobilisant des fonds de connaissances des élèves référés à leur milieu extrascolaire pour corriger une conception fausse 217
Figure 74: une médiation didactique explicative pour expliquer que les gouttelettes blanches qui apparaissent quand on souffle dans une bouteille sont de la vapeur d'eau non pas de dioxyde de carbone 218
Figure 75: une médiation explicative pour corriger une « misconception » entre la buée et l'eau de chaux troublé. 219

Figure 76: une médiation explicative basée sur les fonds de connaissances des élèves pour distinguer entre respiration et transpiration 219
Figure 77: Comparer la mesure du tour de poitrine du garçon pendant l'inspiration et pendant l'expiration 221
Figure 78: Le mètre-ruban est un moyen d'aide didactique matériel 222
Figure 79: la maquette est un moyen d'aide didactique matériel utilisé pour montrer les organes de l'appareil respiratoire 222
Figure 80: maquette pour montrer le fonctionnement du diaphragme au cours de la respiration 223
Figure 81: la relation entre le fonctionnement de la maquette et celui du diaphragme au cours de la respiration..... 224
Figure 82: les photos du manuel scolaire pour combler le manque en matériel du laboratoire . 225
Figure 83: les photos comme moyen d'aide didactique matériel pour le test d'identification du dioxyde de carbone dans l'eau de chaux..... 225
Figure 84: les ramifications des bronches au sein des poumons 226
Figure 85: une médiation didactique explicative qui combine des aides didactiques matériels (la figure) et symboliques (les comparaisons). 227
Figure 86: une médiation conductrice mobilisant un aide didactique matériel pour indiquer le trajet de l'air lors de l'expiration 228
Figure 87: une médiation explicative et réflexive pour expliquer le rôle de la luette 228
Figure 88: plusieurs types de médiation didactique mobilisant un schéma comme moyen d'aide didactique matériel pour créer un espace hybride..... 229
Figure 89 : les échanges gazeux respiratoires au niveau des alvéoles pulmonaires 229
Figure 90: une médiation didactique explicative mobilisant des moyens d'aide didactique pour expliquer le rôle des globules rouges dans le transport des gaz respiratoires..... 230
Figure 91: le texte comme moyen d'aide didactique matériel..... 231
Figure 92: une médiation conductrice adoptant un texte du manuel scolaire comme moyen d'aide didactique..... 231
Figure 93: une médiation didactique explicative adoptant un texte du manuel scolaire comme moyen d'aide didactique..... 232
Figure 94: une médiation didactique basée sur l'utilisation du texte du manuel scolaire comme moyen d'aide didactique..... 232
Figure 95: une médiation didactique conductrice pour guider les élèves vers la réponse attendue 234
Figure 96: tableau résumant les échanges gazeux respiratoires au niveau des alvéoles pulmonaires..... 234
Figure 97: une médiation réflexive basée sur des questions successives comme moyen d'aide didactique matériel..... 235
Figure 98: une médiation explicative selon un discours monologique pour expliquer la nécessité de se débarrasser de dioxyde de carbone 235
Figure 99: composition en gaz de l'air inspiré et de l'air expiré 236
Figure 100: une médiation explicative suivie d'une médiation conductrice basées sur la comparaison entre des données chiffrées..... 238

Figure 101: une médiation conductrice basée sur la comparaison des données chiffrées 239
Figure 102: l'enseignante passe d'une médiation didactique explicative à une médiation didactique conductrice pour guider les élèves à faire une comparaison 240
Figure 103: une médiation didactique conductrice basée sur une comparaison pour conclure que le corps absorbe le dioxygène et rejette le dioxyde de carbone 241
Figure 104: l'enseignante adopte une médiation didactique explicative suivie d'une médiation conductrice pour conclure que le corps absorbe le dioxygène et rejette le dioxyde de carbone 241
Figure 105: une médiation didactique conductrice basée sur des valeurs chiffrées pour convaincre les élèves que le diazote n'est pas un gaz respiratoire. 243
Figure 106:d'une médiation didactique explicative à une médiation didactique conductrice pour expliquer que le diazote n'est pas un gaz respiratoire. 244
Figure 107: une médiation didactique conductrice basée sur des données chiffrées 245
Figure 108: une médiation conductrice et mémorielle pour faire une deuxième comparaison basée sur une comparaison déjà faite 245
Figure 109: composition en gaz de l'air inspiré et de l'air expiré 247
Figure 110: une médiation explicative pour expliquer que l'azote est un gaz 247
Figure 111: une médiation conductrice pour montrer que l'azote n'est pas un gaz respiratoire 248
Figure 112: une médiation explicative face à une question posée par une élève 248
Figure 113: composition de l'air avant et après son passage dans les poumons 249
Figure 114: médiation explicative basée sur la traduction et les valeurs chiffrées 249
Figure 115: une médiation conductrice mobilisant des gestes comme moyen d'aide didactique 251
Figure 116: une médiation conductrice mobilisant des gestes pour faire rappeler aux élèves ce qui est déjà vu 252
Figure 117: l'enseignante adopte successivement plusieurs types de médiation didactique en réponse aux performances didactiques des élèves 253
Figure 118: une médiation conductrice mobilisant des gestes pour rappeler l'analogie entre les branches d'un arbre et les bronches 254
Figure 119: comparaison entre les alvéoles et l'éponge 255
Figure 120: comparaison entre la trachée-artère et le roseau 255
Figure 121: plusieurs types de médiation didactique référés à la vidéo comme moyen d'aide didactique pour expliquer à l'élève la différence entre la respiration et la digestion. 257
Figure 122: la photo comme moyen d'aide didactique matériel pour montrer que le poumon gauche est plus petit que le poumon droit 258
Figure 123: discussion entre l'enseignante et l'élève autour de la taille du poumon gauche 258
Figure 124: une médiation didactique conductrice pour pousser les élèves à se référer aux données du document pour répondre à la question 259
Figure 125: différentes pratiques adoptées dans les trois classes observées pour dépasser l'obstacle imposé par la langue d'enseignement 261
Figure 126: L'enseignant de l'école publique a recours au translangage pour dépasser l'obstacle langagier dans le contexte bilingue libanais 262
Figure 127: la traduction littérale domine dans la classe de l'école publique 264
Figure 128: l'enseignant écrit la traduction arabe au tableau 265

Figure 129: l'enseignant traduit littéralement ce qu'il écrit et demande aux élèves de copier la traduction 265
Figure 130: la traduction en arabe, sauf les noms des organes restent en français 266
Figure 131: l'enseignant déchiffre le mot pour expliquer son sens, mais finalement il écrit sa traduction arabe. 267
Figure 132: les élèves demandent à l'enseignant d'écrire la traduction arabe de ce qu'il explique 267
Figure 133: les gestes pour dépasser l'obstacle dû à la langue étrangère 268
Figure 134: les élèves essayent de comprendre le sens du mot « trouble » selon leur propre manière. 269
Figure 135: Des élèves mémorisent les questions avec leurs réponses 269
Figure 136 : le translangage domine dans le discours de l'enseignante de l'école privée subventionnée 270
Figure 137: des moments où les élèves demandent la traduction arabe des mots 271
Figure 138: le français pour nommer les organes et l'arabe pour les discussions 272
Figure 139: représentation du rôle du système respiratoire sous forme d'un schéma 272
Figure 140: l'enseignante trace le schéma annoté de l'appareil respiratoire et les élèves le recopient 273
Figure 141: Durant l'inspiration, l'air entre dans le corps 273
Figure 142: le volume de la cage thoracique augmente 273
Figure 143: Durant l'inspiration, les poumons gonflent 274
Figure 144: Durant l'inspiration, le diaphragme se soulève 274
Figure 145: Des préfixes pour faciliter la compréhension 274
Figure 146: une médiation didactique conductrice pour aider une élève à dépasser sa faiblesse en langue française. 275
Figure 147: les gestes pour dépasser la difficulté de la langue étrangère selon une médiation explicative et conductrice 276
Figure 148: une médiation mémorielle et conductrice basée sur la combinaison des gestes avec la translangue 277
Figure 149: une médiation explicative basée sur la combinaison des gestes avec la translangue 277
Figure 150: des moments où les élèves répondent correctement à la question sauf si elle est traduite en arabe 278
Figure 151: l'enseignante montre la bouteille d'eau aux élèves pour expliquer le sens du mot limpide 280
Figure 152: une médiation explicative basée sur l'utilisation des mots de la même famille 281
Figure 153: L'enseignante rejoue la vidéo pour convaincre l'élève que le poumon droit est plus grand que le poumon gauche 282
Figure 154 : une médiation explicative pour convaincre l'élève que le poumon droit est plus grand que le poumon gauche 282
Figure 155: L'enseignante demande aux élèves de parler uniquement en français 283
Figure 156: l'enseignante conseille les élèves de répondre en une phrase complète pour renforcer leur langue française 283

Figure 157: les élèves utilisent des gestes pour s'exprimer 283
Figure 158: la médiation didactique de l'enseignant guide l'élève entre un référent empirique et un modèle scientifique 284
Figure 159: une modélisation implicite référée à des expériences vécues et concrètes 288
Figure 160: les globules rouges sont un moyen de transport 289
Figure 161: comment les cordes vocales produisent du son ? 290
Figure 162: les cordes vocales fonctionnent analogiquement aux cordes de la guitare 291
Figure 163: une modélisation pour expliquer les échanges gazeux respiratoires au niveau des poumons 293
Figure 164: une modélisation basée sur la comparaison des pourcentages de gaz dans l'air inspiré et dans l'air expiré à l'école publique 295
Figure 165: une modélisation basée sur la comparaison des pourcentages de gaz dans l'air inspiré et dans l'air expiré à l'école privée subventionnée 295
Figure 166: un exemple d'une situation de modélisation référée à la comparaison entre deux histogrammes 297
Figure 167: une modélisation basée sur des données chiffrées 299
Figure 168: une médiation didactique basée sur un langage mathématique 300
Figure 169: Exemple d'une récitation orale notée visant à vérifier la mémorisation des organes de l'appareil respiratoire (classe de l'école publique). 325
Figure 170: première question de l'évaluation sommative à l'école publique 326
Figure 171: deuxième question de l'évaluation sommative à l'école publique 327
Figure 172: des erreurs d'orthographe peuvent changer le sens de la réponse 330
Figure 173: l'élève connait la réponse mais il n'arrive pas à l'écrire 330
Figure 174: certaines réponses révèlent une mobilisation « automatique » des mots-clés mémorisés 331
Figure 175: exemple des réponses aléatoires 331
Figure 176: une réponse qui reflète le faible niveau de maîtrise de la langue française 332
Figure 177: une erreur d'ordre langagier et conceptuel à la fois 332
Figure 178: des réponses dévoilent une confusion entre l'appareil digestif et l'appareil respiratoire 333
Figure 179: des réponses avec beaucoup de fautes d'orthographe reflètent le faible niveau de maîtrise de la langue française 333
Figure 180: l'élève reconnait les noms des organes mais n'écrit aucun nom correctement 334
Figure 181: deuxième partie de la deuxième question 334
Figure 182: un lien entre inspiré/ oxygène et expiré/dioxyde de carbone 335
Figure 183: le dioxyde de carbone mobilise les fonds de connaissances relatifs à la photosynthèse 336
Figure 184: une élève recopie simplement les valeurs du tableau 336
Figure 185: première question de l'évaluation sommative à l'école privée subventionnée 338
Figure 186: troisième question de l'évaluation sommative à l'école privée subventionnée 339
Figure 187: les élèves ont lié l'air expiré à chaud 342
Figure 188: une correction inappropriée mobilisant un mot clé du chapitre 342

Figure 189: une confusion chez les élèves entre « l'appareil digestif » et « l'appareil respiratoire » 343
Figure 190: le trajet de l'air inspiré est réduit à trois organes seulement à l'école privée subventionnée 343
Figure 191: les réponses des élèves concernant les caractéristiques des alvéoles pulmonaires qui facilitent les échanges gazeux 344
Figure 192: première question de l'évaluation sommative à l'école privée 347
Figure 193: deuxième question de l'évaluation sommative dans la classe de l'école privée 348
Figure 194: l'élève pense que les poumons sont des organes distincts des sacs alvéolaires et des bronchioles 351
Figure 195: l'élève de l'école privée réussit à comparer les taux des gaz dans l'air inspiré et dans l'air expiré 351
Figure 196: l'élève de l'école privée s'est basée sur les pourcentages de gaz dans l'air pour conclure que le corps utilise de l'oxygène et rejette du dioxyde de carbone 352
Figure 197: des groupes ont tracé le dessin annoté du système respiratoire 354
Figure 198: une maquette représentant l'appareil respiratoire et l'appareil circulatoire 355
Figure 199: une recherche autour du cancer des poumons 355
Figure 200: CO_2 vs dioxyde de carbone 375

Liste des tableaux

Tableau 1: revues retenues pour la recherche des articles 17
Tableau 2: distribution des articles dans les revues sélectionnées 18
Tableau 3: Les questions de recherche portant sur l'analyse des caractéristiques et des modèles de discours 23
Tableau 4: les objets de recherche dans le cadre de la multimodalité 25
Tableau 5: Les questions de recherche portant sur le « translanguaging » 26
Tableau 6: Langage quotidien et langage scientifique 27
Tableau 7: questions et objets de recherches effectuées dans des contextes bilingues 29
Tableau 8: : perspectives conceptuels variés pour l'analyse du discours en sciences 32
Tableau 9: principaux cadres conceptuels dans des contextes bilingues 36
Tableau 10: nombre de séances observées dans chaque école selon les chapitres 77
Tableau 11: caractéristiques de la population de l'étude 78
Tableau 12: questions posées lors des entretiens semi-directifs 82
Tableau 13: grille catégorielle thématique utilisée pour analyser les réponses des trois enseignants à l'entretien semi-directif 83
Tableau 14: données collectées 86
Tableau 15: catégorisation des fonctions de la médiation d'aide didactique d'un enseignant 88
Tableau 16: catégorisation des performances didactiques des élèves (Zaid, 2012, p.78) 89
Tableau 17: catégorisation des sources des fonds de connaissances des élèves 90
Tableau 18: catégorisation des fonctions des fonds de connaissances des élèves 90
Tableau 19: Catégorisation des moyens d'aide didactique 91
Tableau 20: Catégorisation des langues utilisées 91
Tableau 21: Catégorisation des types de langage mobilisés (Wojcieszak, 2017) 92
Tableau 22: La progression de la séquence choisie « l'appareil respiratoire de l'Homme » dans les trois classes observées 95
Tableau 23: synopsis montrant l'organisation de chaque séance observée 96
Tableau 24: grille pour l'analyse des moments particuliers qui manifestent l'interdépendance entre les performances didactiques des élèves et la médiation didactique de l'enseignant 98
Tableau 25: La progression de la séquence choisie « l'appareil respiratoire de l'Homme » dans les trois classes observées 105
Tableau 26: Comparaison entre les préparations des trois enseignants 144
Tableau 27: les questions en relation avec la phase de la planification vs celles en relation avec la phase d'intervention en classe. 147
Tableau 28: le nombre de moments particuliers en fonction des types de performances didactiques déclenchant ces moments dans chaque classe observée 190
Tableau 29: les modalités de médiation didactique dans les trois classes observées 191
Tableau 30: La médiation didactique en fonction du type des performances didactiques dans chacune des classes observées. 192

Tableau 31: nombre de réponses correctes à la première partie de la première question à l'école publique..... 329
Tableau 32: nombre de réponses correctes à la deuxième partie de la première question à l'école publique..... 331
Tableau 33: nombre de réponses correctes à la première partie de la deuxième question à l'école publique..... 332
Tableau 34: nombre de réponses correctes à la deuxième partie de la deuxième question par rapport aux élèves à l'école publique..... 334

Liste des annexes

Voir Tome II