L’utilisation du discours dialogique dans la construction du savoir mathématique des élèves dans le contexte d’enseignement en immersion

by

Alice Prophete

A thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of

Master of Education

In
Études en langue et culture

Faculté Saint-Jean
University of Alberta

Abstract

In 2007 Alberta Education began implementing a new mathematics program aligned with the principles and standards of the National Council of Teachers of Mathematics (NCTM, 2000). The new curriculum places great emphasis on students' communicating their cognitive processes while they acquire mathematics knowledge. Putting these requirements into practice presents challenges for teachers, including French immersion teachers who must apply them in a second language context. The challenge for French immersion teachers is to provide students with the skills so they can verbalize their mathematical comprehension in the target language. An action research project was undertaken to develop teaching strategies that would help a Grade 4 French immersion students in Alberta to engage in dialogic discourse while collaborating and verbalizing their mathematical reasoning by means of discussions in the target language. The results of this action research project show that this simultaneous use and verbalization of mathematical knowledge by the students resulted in (1) greater teacher awareness of and involvement in the regulation of the discourse in the classroom, (2) the development and progressive adjustment of teaching strategies (and the role of the teacher) that helped enable the children to engage autonomously in dialogic discourse, and (3) improvements in student's target language and mathematics vocabulary. This action research study indicates a need for teachers, particularly French immersion teachers, to renew their strategies for providing effective scaffolding so that students can engage in dialogic discourse in their second language in the mathematics classroom.

Résumé

Le nouveau programme de mathématiques mis en vigueur par le ministère de l'éducation en Alberta depuis 2007, s'alignant avec les principes et les normes du conseil national des enseignants de mathématiques (NCTM, 2000), met l'accent sur la communication du processus cognitif des savoirs mathématiques chez les élèves. La mise en pratique de ces exigences présente des défis pour les enseignants y compris ceux en contexte d'immersion française qui doivent y parvenir dans la langue seconde. Dès lors, le défi des enseignants en immersion est d'arriver à outiller les élèves pour qu'ils verbalisent leur compréhension mathématique dans la langue cible. Cette recherche-action visait à développer des stratégies d'enseignement en vue d'aider les élèves d'une classe de 4ème année d'immersion française en Alberta à soutenir un *discours dialogique* au cours duquel ils collaborent et verbalisent leur raisonnement mathématique à travers des débats argumentatifs dans leur langue cible. Les résultats de cette recherche démontrent que cette appropriation/verbalisation des savoirs mathématiques de la part de ces élèves résultait (1) du rôle soutenu et conscient de l'enseignant dans la régulation du discours dans la classe, (2) du développement et d'ajustements progressifs des stratégies d'enseignement (en lien au rôle de l'enseignant) qui outilleraient les élèves à soutenir un *discours dialogique* de manière autonome et (3) de l'étayage de la langue cible des élèves et du lexique mathématique. Ainsi, cette recherche-action propose aux enseignants, notamment ceux en immersion française de renouveler leurs stratégies en fournissant un échafaudage efficace aux fins du *discours dialogique* des élèves dans leur langue seconde dans la classe de mathématiques.

Preface

This thesis is an original work by Alice A. Prophète. The research project, of which this thesis is a part, received research ethics approval from the University of Alberta Research Ethics Board, Project Name " USING THE EXPLORATORY TALK TO PROMOTE THE CONSTRUCTION OF KNOWLEGE IN MATH IN THE SECOND LANGUAGE", No. Pro00035565, 04/12/2013.

Dédicace

Je dédie ce travail à la mémoire de ma mère, l'être le plus cher à moi qui a existé, en témoignage de mon respect, de ma reconnaissance et de mon amour pour elle.

Tu es ma source d'inspiration, maman.

Remerciements

Je tiens tout d'abord à exprimer ma gratitude à ma directrice de thèse, Dre Martine Pellerin, pour son enthousiasme, son dévouement, ses multiples encouragements et pour toutes ses qualités tant scientifiques qu'humaines. J'aimerais lui dire à quel point j'ai apprécié sa disponibilité et sa patience à relire des documents dans des délais très restreints ; quelquefois entre deux vols, en route pour un colloque ou une conférence. Martine, votre encadrement a été sans pareil.

Je remercie les membres de mon comité de thèse, Dre Yvette d'Entremont, Dre Martine Cavanagh et Dre Manon LeBlanc, examinatrice externe. Leurs commentaires constructifs m'ont aidé à clarifier certains aspects de ma thèse.

J'adresse également un retentissant hommage à ma grande amie, Laura Raphaël Alexis, à mon ami, Paulin Mulatris et à ma chère amie et collègue, Mélanie Bérubé, qui m'ont toujours encouragée et soutenue tout au long de cette étude.

Un merci spécial à Katherine C. Mann, pédagogue en mathématiques et directrice d'école qui m'a particulièrement inspirée ce projet.

Un énorme merci à qui je dois l'essentiel, Bernadin, mon cher époux, et mes trois fils, Christian, Olivier et Sébastien qui m'ont donné leur support moral et affectif. Ben, merci encore pour ton soutien quotidien indéfectible et pour tous les sacrifices que tu aies consentis au cours de ce projet. Sans toi, ce parcours ne serait-ce que de l'utopie.

Table des matières

Liste des tableaux

Liste des Annexes

CHAPITRE 1 : Introduction

1.1. Contexte et problématique

L’enseignement-apprentissage des mathématiques dans une école d’immersion française en Alberta, le développement de l’habileté des élèves à communiquer (verbaliser) leur pensée mathématique ainsi que mes défis personnels comme enseignante ont motivé cette recherche.

1.1.1. Recommandations de NCTM et exigences du programme de mathématiques en Alberta

Les *Principles and Standards for Schools Mathematics* du National Council of Theachers of Mathematics (NCTM, 2000) publié par l’association américaine des professeurs de mathématiques, ont servi de cadre pour les réformes de l’enseignement des mathématiques, particulièrement aux Etats-Unis d’Amérique et au Canada. Contrairement à l’enseignement des règles et des procédures algorithmiques qui se fait en l’absence des savoirs conceptuels, le NCTM recommande que les élèves soient exposés aux processus mathématiques afin de construire les concepts mathématiques. Ces processus mathématiques consistent en la communication, la résolution des problèmes, le raisonnement, les liens et la représentation, pour que les élèves soient en mesure d’atteindre les objectifs des programmes (NCTM, 2000) cités dans (Alberta Education, 2007). De plus, les *principles et standards* retiennent la communication comme un processus important dans l’apprentissage des mathématiques. Le programme d’études des mathématiques en Alberta, mis en œuvre depuis 2007, s’aligne avec ces normes du NCTM qui sont relatives au contenu, aux processus mathématiques et aux objectifs pour tous les niveaux, du préscolaire à la douzième année.

En fait, dans le programme d'études en Alberta en vigueur depuis 2007, aussi bien pour les programmes d'anglais, d'immersion que du français langue première, les processus mathématiques mentionnés ci-dessus influeraient sur les résultats d'apprentissage et sur la nature même des mathématiques. Dans ce programme, sept (7) processus mathématiques (la communication, la résolution des problèmes, le raisonnement, les liens et la représentation, le calcul mental et l'estimation, la visualisation) sont incorporés dans l'enseignement-apprentissage des mathématiques conformément aux recommandations/exigences du NCTM. Il convient de souligner que presque tous les résultats d'apprentissage spécifiques et les indicateurs de rendement du programme d'études des mathématiques en Alberta soulignent l'importance de la *communication* comme le processus par lequel l'élève démontre sa compréhension des concepts; autrement dit, l'élève pense de vive voix. Ceci signifie que l'accent est placé sur la communication de la pensée cognitive dans tous les autres processus mathématiques, laquelle vise à aider les élèves à saisir la nature des mathématiques. Lorsqu'on se réfère à la communication, il est en fait question de la verbalisation de la compréhension des concepts mathématiques quand les élèves discutent les idées mathématiques entre eux (Alberta Education, 2007). Ceci n'est rien d'autre qu'un travail de construction de sens des idées mathématiques qui doit se faire au cours des activités collaboratives. En effet, *Alberta Education* mentionne :

> Les élèves doivent avoir des occasions de lire et d'écrire de courts textes au sujet des notions mathématiques, d'en représenter, d'en voir, d'en parler, d'en entendre parler et d'en discuter en français. Cela favorise chez eux la création de liens entre la langue et leurs idées, et entre le langage formel et les symboles mathématiques. […] La discussion entre élèves engendre des liens essentiels entre des représentations concrètes, imagées et symboliques des concepts mathématiques. Elle [la communication] joue un rôle important dans

> l'éclaircissement, l'approfondissement et la rectification d'idées, d'attitudes et de croyances relatives aux mathématiques. (Alberta Education, 2007, p. 9)

Suivant cette même perspective, Stein (2007) soutient que le type de communication dans laquelle les élèves découvrent les concepts mathématiques se fait au cours du discours mathématique dans la classe tel que recommandé par les normes et les principes du NCTM. Dans ce type de discours, les élèves collaborent à travers la communication orale en confrontant leurs idées, obligeant les uns et les autres à émettre, à expliquer et à justifier leur point de vue. Dans ces discussions, quelle que soit la matière, les élèves parlent pour apprendre (Pellerin, 2008, 2012). À travers la discussion en classe de mathématiques, les élèves construisent ensemble leur savoir mathématique plutôt que de travailler individuellement en répétant les procédures et les algorithmes qu'ils ont appris. Ceci sous-entend qu'au-delà d'un simple travail de construction de savoir, il y a aussi un travail de construction de relations sociales (Wenger, 2008). Les élèves travaillent ensemble malgré les différences culturelles et linguistiques auxquelles ils pourraient faire face.

1.1.2. Défis personnels rencontrés face aux exigences du programme d'études

Depuis la mise en œuvre en 2007 du programme d'études des mathématiques en Alberta, je l'enseigne à plusieurs niveaux en immersion française : de la 7ème à la 9ème année et en 4ème ou en 6ème année. Mon plus grand défi a toujours consisté à amener mes élèves à communiquer leurs processus cognitifs en mathématiques conformément aux exigences du programme d'études de 2007. J'ai toujours eu tendance à me référer aux méthodes d'enseignement traditionnelles des mathématiques telles que : utiliser les algorithmes, répéter des exercices et passer du temps avec les élèves afin qu'ils maîtrisent les procédures à suivre pour résoudre les problèmes comme je le faisais plusieurs années auparavant.

1.1.3. Défis de verbaliser le savoir mathématique par les élèves

Au cours des divers échanges avec d'autres collègues enseignants de mathématiques que ce soit en contexte d'immersion française ou en classes monolingues, ils m'ont affirmé qu'ils étaient confrontés au même problème. Ils faisaient les mêmes détours que moi; c'est-à-dire qu'ils se référaient aux méthodes d'enseignement traditionnelles. De bonne foi, ces enseignants voulaient aider leurs élèves à réussir les mathématiques. Ces échanges m'ont permis de constater que, ce soit dans la langue maternelle ou dans la langue seconde, le défi consiste à amener les élèves des classes de mathématiques à pouvoir verbaliser leurs processus cognitifs. Ce défi est important pour mes élèves en immersion qui doivent verbaliser leur processus cognitif mathématique dans leur langue seconde. Peu importe le niveau scolaire en immersion française, le défi se définirait sous deux aspects relatifs à l'enseignement-apprentissage des mathématiques : d'une part la communication du savoir mathématique lui-même et d'autre part la communication du savoir mathématique dans la langue seconde des élèves.

1.2. L'intérêt de la recherche

Comme indiqué au début de ce texte, les programmes d'études des mathématiques (langue maternelle ou langue seconde-immersion) en Alberta requièrent que les élèves d'immersion ou francophones communiquent en français, la langue d'instruction, pour apprendre les mathématiques (Alberta Education, 2007). Cette exigence doit tenir compte du fait que l'acquisition du savoir se fait à travers l'interaction entre les apprenants (Vigotski, cité dans Mercer, 2000, 2002, 2008; Mercer & Howe, 2012; Wells, 1999;

Wertsch, 1991), par l'oral ou l'enquête dialogique (Pellerin, 2005, 2008) puisque c'est dans le débat argumentatif que les élèves prennent conscience des concepts et des notions mathématiques (Bouculat, 2003). Ainsi, les défis des enseignants et des élèves en immersion se résumeraient en quelques affirmations qui justifient cette recherche : (1) les enseignants, selon les principes de l'approche immersion devraient favoriser la communication des concepts/contenu en français (Genesee, 1987; Lyster, 2007; Swain & Johnson, 1997; Swain & Lapkin, 2000, 2005 ; Cammarata & Tedick, 2012), leur langue seconde, dans les cours de mathématiques; (2) les enseignants ont très peu de stratégies efficaces qui permettent à leurs élèves à communiquer en français leurs savoirs en mathématiques. Ils ont besoin de renouveler leur approche pédagogique-pour faire parler les élèves en mathématiques, sinon, ils se réfèrent souvent aux stratégies qui utilisent les procédures mathématiques; et finalement, (3) les élèves en immersion, bien qu'ils soient capables (Pellerin, 2012), n'ont pas les outils nécessaires au niveau du développement des compétences langagières, particulièrement l'oral, qui leur permettraient de verbaliser leurs processus cognitifs en mathématiques en français.

L'ensemble de ces constats m'amène à penser que les enseignants aussi bien que les élèves en immersion française en Alberta se heurtent à la nature même des processus mathématiques qui requièrent la verbalisation des concepts dans la langue d'instruction, leur langue seconde. Cette constatation révèle un grand besoin en immersion dans le domaine de l'enseignement-apprentissage des mathématiques. Ceci témoigne du double intérêt de cette recherche : (1) explorer les moyens et les stratégies permettant à la fois de faciliter la verbalisation des processus cognitifs par les élèves; (2) examiner comment ces moyens et ces stratégies fourniraient aux élèves les outils nécessaires pour verbaliser leurs processus cognitifs en français, leur langue seconde, afin de construire ensemble leur savoir mathématique.

1.3. Recension des écrits

Puisqu'il s'agit de l'enseignement des mathématiques en immersion française, il convient de parcourir les écrits sur les pratiques pédagogiques de l'enseignement en immersion française, incluant les pédagogies de l'enseignement des mathématiques en général et l'enseignement des mathématiques dans la langue seconde afin de présenter plus globalement le portrait de la situation.

En premier lieu, un survol sur la pédagogie générale en immersion française telle que l'enseignement de la langue cible fondé sur le contenu sera présenté. En second lieu, une attention particulière sera portée à l'évolution de cette pédagogie (toujours en cours) à partir de nombreuses recherches. Ces pratiques pédagogiques sont en particulier : l'approche litératiée en sciences, celle de l'enseignement intégré du contenu des matières scolaires et l'utilisation de la langue ciblée, l'équilibre entre le contenu et le langage dans l'enseignement, et aussi l'utilisation du discours collaboratif en contexte immersif. En troisième lieu, la nature de la communication en termes de discours de la classe en mathématiques qui se fait particulièrement dans la langue maternelle des élèves sera abordée. Enfin, ce parcours s'arrêtera d'une part, sur les travaux ayant montré la communication en mathématique dans le contexte de la langue seconde conjointement avec le rôle de l'enseignant à faciliter cette communication et d'autre part la communication en mathématiques dans le contexte d'immersion française, particulièrement au Canada, afin de mieux cerner la problématique et faire ressortir le bien-fondé de cette étude.

1.3.1. La pédagogie en immersion : l'enseignement de la langue seconde fondé sur le contenu

L'enseignement de la langue basé sur le contenu (content-based instruction) demeure une pédagogie de choix en immersion française au Canada depuis son implantation en 1965 (Genesee 1987; Lyster, 2007; Swain & Johnson, 1997; Swain & Lapkin, 2000, 2005). Cette pédagogie s'étale sur un continuum allant de *content-driven language programs* tel que l'immersion totale ou partielle à *language-driven content programs* tel qu'un cours de langue utilisant des thématiques (Met, cité dans Lyster, 2007). D'après Met (cité dans Swain & Johnson, 1997), les programmes d'études constituent le cadre et la structure pour l'enseignement du français en immersion totale qui correspond à 100% d'enseignement en français. C'est-à-dire que l'objectif consiste à acquérir le français par le biais des programmes d'études plutôt que par un cours de français de façon traditionnelle. Ainsi, la langue (le français) sert avant tout de moyen d'enseignement pour faire acquérir d'autres matières scolaires comme les sciences, les mathématiques, l'art, etc.

Il faut noter qu'en général, le programme d'immersion française a été conçu au départ pour les enfants qui ont l'anglais ou une autre langue que le français comme langue maternelle (Lyster, 2007; Swain & Johnson, 1997). L'immersion française est fondamentalement basée sur le bilinguisme additif (Cummins, 1979, 2000), c'est-à-dire qu'une exposition totale des élèves à la langue d'arrivée (la langue d'immersion) pour apprendre les matières est le choix. De ce fait, l'emploi de la langue maternelle serait en contraste avec la nature même du programme d'immersion. Pour soutenir alors le développement de la langue d'immersion et la compréhension des tâches à accomplir, une gamme de stratégies et des techniques d'enseignement, telles que l'enseignement du vocabulaire, l’enseignement des concepts à l’aide d’objets concrets, l’intégration de l’appréciation de la langue, ont été développées. Ces stratégies et ces techniques sont toutes basées sur la pédagogie de *l’enseignement de la langue fondée sur le contenu* (Genesee, 1987, 1995; Laplante, 2000, 2001; Snow, Met, & Genesee, 1989). Le programme d’immersion « doit une grande partie de son succès justement au fait que les matières autres que le français offrent constamment de telles situations » (Bajard, 2004, p. 121).

1.3.2 L’évolution de la pédagogie en immersion française au Canada

Depuis leur implantation, les programmes de français en immersion ont fait l’objet d’abondantes recherches qui ne cessent de croître. D’après ces recherches, les résultats indiquent que les élèves en immersion obtiennent des résultats équivalents à ceux des élèves anglophones dans toutes les matières scolaires enseignées en français, incluant le cours d’anglais (Genesee, 1995; Snow, 1987; Snow et al., 1989). Cependant, les chercheurs ont observé que les programmes d’immersion et l’enseignement du contenu et de la langue ne cessent d’innover et d’évoluer constamment, cherchant à doter les apprenants, quels qu’ils soient, d’une meilleure compétence de la langue cible et à créer des conditions idéales en vue du développement langagier et cognitif à la fois (Lyster, 2007). Lyster soutient également que la pédagogie de l’enseignement du français basé sur le contenu a aussi évolué avec les nouvelles données socio-politiques et les changements démographiques linguistiques dans la population des élèves inscrits en immersion (voir aussi Swain et Lapkin, 2005). Il observe que l’intérêt de mettre l’emphase sur l’enseignement de la langue basé sur le contenu est tellement présent en immersion que les pratiques abondent et diffèrent et suscitent encore plus de recherches;

d'où l'évolution de la pédagogie *content-based instruction* en immersion basée sur de nombreux travaux. À cette idée, Cammarata et Tedick (2012) précisent que les recherches ont constamment prouvé que « les enseignants d'immersion tendent à mettre l'emphase sur le contenu de la matière aux dépens de l'enseignement de la langue » (p. 251). Ainsi, selon Lyster, des recherches récentes suggéreraient de mettre l'emphase sur l'intégration systématique de la langue et du contenu de façon à développer des conditions et des stratégies d'interactions significatives pour négocier[1] le contenu-matière sur le plan linguistique. Un parcours de ces pratiques est jugé important pour cette étude du fait qu'elles touchent aussi l'intégration de la langue seconde, en particulier l'aspect oral qui devrait être considéré a priori un outil cognitif (Pellerin, 2012) dans l'apprentissage des matières. Elles sont décrites dans les paragraphes qui suivent.

1.3.2.1. Le « contrepoids » dans la pédagogie de l'immersion : Une pédagogie centrée sur la forme

Dans le but d'améliorer l'apprentissage du français en immersion, l'étude de Lyster (2007) et celle de Cammarata et Tedick (2012) ont toutes deux examiné l'intégration des formes langagières conjointement avec l'apprentissage des matières; autrement dit, 'l'enseignement simultané du contenu et de la langue' (Cammarata & Tedick, 2012). Ces deux travaux proposeraient l'emphase sur une *pédagogie centrée sur la forme* telle que l'enseignement explicite des formes et de la convention de la langue en tandem avec le contenu. Cammarata et Tedick précisent qu'il faut que les enseignants se rendent compte de leur double rôle : celui de l'enseignant du contenu et celui de l'enseignant de la langue en même temps; c'est-à-dire, chercher à équilibrer le contenu et

---

[1] Le mot « négocier » ici définit une conversation interactive entre deux interlocuteurs de même niveau (entre deux élèves d'une même classe, par exemple).

la langue cible. Lyster (2007), de son coté, pense que les éducateurs devraient utiliser cette pédagogie en échafaudant l'interaction entre les élèves afin que ces derniers puissent avoir l'occasion de manier la langue cible à travers le contenu aux fins d'une bonne acquisition de celle-ci. Seuls les élèves qui ont l'opportunité de s'engager dans les discussions dans la classe sont aptes à développer une compétence langagière dans la langue cible. En effet, Lyster soutient qu'un enseignement effectif de la langue à travers les matières devrait inclure l'interaction entre l'enseignant et les élèves et entre les élèves : « More teacher-student interaction, more opportunities for meaningful interaction among peers, less reliance on non-verbal clues to convey meaning and more explicit than implicit correction » (Lyster, 2007, p. 5). Cette pratique pédagogique qui met l'emphase sur le discours (bien que Lyster ne précise pas le type de discours) et l'utilisation de la langue comme outil d'apprentissage contribuent à améliorer l'environnement de l'apprentissage de la langue seconde en immersion (Day & Shapson, cité dans Lyster, 2007).

1.3.2.2. L'approche litératiée et l'utilisation de la langue ciblée dans l'enseignement intégré du contenu des matières scolaires

D'autres travaux (Cormier & Turnbull, 2007, 2009, 2012) ont davantage exploré l'intégration des stratégies *pédagogiques de littératie*. Plus précisément, ces études ont examiné l'utilisation de la langue intégrée du contenu des matières scolaires et de la langue ciblée dans les matières comme les sciences, par exemple, en insistant beaucoup plus sur la langue que sur la matière à apprendre. Ceci aiderait à tirer profit de la langue comme outil cognitif et réflexif. L'approche litératiée, selon eux, permet à la fois l'évolution des compétences langagières et le développement conceptuel des matières scolaires. Cette approche

> inclut une démarche explicite de modelage et d'étayage des stratégies cognitives langagières pour la lecture, l'écriture et la communication orale . . . [qui] permet une évolution des concepts en science et une évolution dans les capacités langagières orales et écrites des apprenants. (Turnbull & Cormier, 2009, p. 21)

En ce sens, poursuivent-ils, les élèves utilisent la langue pour apprendre, au lieu d'apprendre la matière dans la langue (Cormier & Turnbull, 2007, 2009, 2012). Laplante (2000, 2007) de son côté, a examiné l'approche langagière de nature interactionnelle et l'enseignement explicite des fonctions langagières qui amènent les enfants à communiquer les concepts dans la langue; c'est-à-dire « à parler science » où ils s'approprient le discours scientifique « à apprendre en sciences ». Laplante (2000), suggère qu'en immersion française, il faut intégrer des objectifs de langue en même temps que des objectifs de contenu à travers la résolution des problèmes pour que les élèves puissent parler scientifiquement, par exemple en science.

1.3.2.3. Discours collaboratif en immersion française et utilisation de la langue maternelle ou de l'alternance des langues

Les changements démographiques dans la population des élèves inscrits en immersion donnent lieu à une nouvelle clientèle au programme (Lyster, 2007; Pellerin, 2013; Roy & Albert, 2011). Beaucoup d'élèves sont issus de cultures différentes et de langues différentes comparativement à la clientèle exclusivement anglophone d'il y a 40 ans. Swain et Lapkin (2005) soutiennent qu'il y a plusieurs premières langues par rapport à une proportion d'élèves immigrants dans les salles de classe d'immersion française et que cela ouvre d'autres perspectives de stratégies d'enseignement comme l'utilisation « des premières langues ». Cette diversité dans la population en immersion, selon Swain et Lapkin (2005), permettrait donc de remettre en question certains éléments de base du programme (comme par exemple, la culture de la salle de classe qui est celle de la langue maternelle de la communauté locale. Selon cette culture, tous les élèves dans la classe ont la même langue maternelle et ils doivent être exposés complètement à la langue d'immersion), identifiés et mis en place par Swain et Johnson (1997). Selon Swain et Lapkin, les élèves issus de langues différentes auraient un meilleur rendement s'ils ont la chance de s'entraider, de s'extérioriser, de socialiser, de collaborer et de développer des stratégies ensemble dans leur langue maternelle pendant qu'ils apprennent la langue d'immersion. Les élèves pourraient comprendre les tâches à accomplir, comprendre et produire le contenu en faisant alterner les langues ou en se référant à leur propre langue maternelle (Swain & Lapkin, 2005, 2013).

En outre, au cours de cette même étude, Swain et Lapkin affirmeraient que *le discours collaboratif* pourrait aider le développement cognitif et l'évolution des habiletés langagières des élèves. Cependant ce dialogue collaboratif serait soutenu soit dans la langue cible ou dans la langue maternelle des élèves soit en utilisant l'alternance des deux langues (Swain, 2000, 2001; Swain & Lapkin, 2001, 2005, 2013). Ces études confirmeraient que le dialogue collaboratif dans la langue maternelle ou bien dans la langue seconde sert de médiateur dans l'apprentissage de la langue seconde. Les élèves devraient avoir la permission d'utiliser leur langue maternelle pendant les dialogues en collaboration ou en privé comme médiation pour comprendre et générer des idées complexes alors qu'ils se préparent à fournir un produit final (oral ou écrit) dans la langue d'arrivée (Swain & Lapkin, 2013). D'autres études antérieures (Cormier & Turnbull, 2009) auraient démontré que l'enseignement qui encourage le discours de la classe en immersion permet aux apprenants de négocier leur savoir et d'enrichir leur langue cible; néanmoins, l'utilisation de la langue maternelle est permise sous plusieurs formes pendant le déroulement de ces interactions. Selon Turnbull et Dailey-O'Cain (2009), plusieurs études ont documenté et indiqué l'emploi de la langue maternelle, particulièrement *l'alternance des langues* (le *code switching:* emprunts lexicaux, phonétiques, syntaxiques*),* dans les interactions des élèves afin que ceux-ci comprennent leur tâche et le contenu (voir aussi Behan, Turnbull, & Spek, 1997). Du même avis, Lantolf et Pavlenko (1995) soulignent que l'acquisition d'une langue seconde dans une perspective socio-culturelle dépasse la simple appropriation des propriétés linguistiques de la langue et produit, en fin de compte, des énonciations/verbalisations résultant de l'interaction dialogique des individus engagés dans des tâches authentiques. De ce fait, comme le mentionnent plus loin Lantolf et Pavlenko (2001) et Lantolf (1994, 2003), le dispositif d'acquisition d'une langue réside dans l'interaction dialogique lorsque les apprenants co-construisent le sens et non de façon individuelle même si ceci se fait dans sa langue maternelle. Il faut rappeler que ce point de vue soutire un continuel débat du fait du bien-fondé même de l'immersion française au Canada, à savoir l'apprentissage du français à travers les apprentissages scolaires (Turnbull & Dailey-O'Cain, 2009).

1.3.2.4. Le recours au discours collaboratif dans la langue seconde en immersion française

En fait, dans le domaine de l'acquisition des langues secondes, d'autres études, bien que peu nombreuses, affirmeraient que *l'enquête dialogique* pourrait améliorer et développer les habiletés langagières mais ***sans*** l'alternance avec la langue maternelle. Par rapport à ces perspectives, Pellerin (2012) suggère qu'il s'agit d'une conception erronée de croire et même d'admettre que les élèves ne seraient pas capables de négocier et de co-construire dans la langue cible. Dans ce cas, « une carence de stratégies d'enseignement stratégique en contexte de langue seconde ainsi que des stratégies qui favorisent la littératie à travers l'enseignement des matières est souvent à l'origine de l'utilisation de la langue anglaise [la langue maternelle des élèves] dans les classes d'immersion [française] » (Pellerin, 2012 p. 3). En outre, Wells (1999) et Pellerin (2008, 2012a) insistent sur l'utilisation des stratégies d'enseignement qui visent la collaboration et *l'enquête dialogique* dans la langue seconde des élèves afin de construire leur savoir dans différentes matières. Ainsi, les apprenants d'une langue seconde qui s'engagent dans un processus dialogique en confrontant leurs idées pour négocier le sens dans la co-construction de nouvelles connaissances, se livrent inévitablement à un exercice métalinguistique, lequel donne lieu à une compréhension profonde des propriétés linguistiques de la langue (Pellerin 2012a). Dans ce processus de construction de sens, les interlocuteurs (apprenants) utilisent la langue cible elle-même pour en vérifier la connaissance; en ce sens qu'ils utilisent la langue cible pour apprendre à propos de cette même langue cible.

1.3.3. La communication dans la classe en mathématiques

Dans les données empiriques, bon nombre de recherches (Atkins, 1999; Bennett, 2010; Martino & Maher, 1994; Nathan & Knuth, 2003; Piccolo, Harbaugh, Carter, Capraro, & Capraro, 2008; Whitin & Whitin, 2000; Wood, 1999) se penchent sur l'utilisation du discours de la classe entre élèves/élèves et entre élèves/enseignant dans les cours de mathématiques dans leur langue maternelle, particulièrement en anglais. Cette approche est différente de la pédagogie traditionnelle de l'enseignement des mathématiques (l'enseignement des procédures et des algorithmes) et est utilisée en conformité avec les recommandations de NCTM. Pourtant, souligne d'Entremont, (1995), la communication et la discussion ne sont pas valorisées dans les classes de mathématiques et ne sont pas considérées comme moyen d'apprentissage. Les enseignants devraient endosser le rôle de participant et de guide au lieu de celui d'évaluateur en établissant une atmosphère de communication dans la classe. D'Entremont suggérerait que « les méthodes traditionnelles doivent être modifiées pour laisser plus de place à la discussion » (p. 4). Il importe d'investiguer le niveau d'avancement des recherches sur cette pratique pédagogique par rapport à la communication du savoir mathématique, notamment en immersion française.

1.3.3.1. Le discours de la classe en mathématiques

Les études indiquées ci-dessus sur le discours de la classe en mathématiques semblent indiquer qu'il n'est pas toujours facile d'établir le discours interactif dans les classes de mathématiques. Selon Bennett (2010), par exemple, la participation des élèves dans les interactions est généralement inégale à cause du manque de confiance et du bas niveau d'estime de soi résultant des échecs successifs de certains élèves. Piccolo et al. (2008) parlent du type de discours simple avec des questions trop fermées où les élèves répondent simplement sans avoir l'occasion d'entrer dans les détails et de communiquer leur compréhension des concepts. Stein (2007) affirme que le discours en mathématiques est difficile à établir à cause de la perception du rôle de l'enseignant comme guide du discours. D'après lui, le rôle de l'enseignant est perçu comme celui d'un observateur distant pendant que les élèves discutent seuls le problème et trouvent eux-mêmes la solution. Ceci sous-entendrait une ignorance de la part de l'enseignant du type d'interaction entre les élèves. En outre, Kotsopoulos (2007) estime que le discours en mathématiques progresse lentement à cause de l'interférence entre le registre mathématique lui-même et celui de la langue des élèves. En fait, Kotsopoulos trouve que le langage des mathématiques est perçu comme une langue étrangère. D'après lui, le registre de mathématiques domine en grande partie les discussions dans les classes alors que les élèves se servent de leur registre quotidien qui n'est pas familier à celui des mathématiques; d'où leur crainte, plutôt leur limite lorsqu'il s'agit de continuer à discourir dans les cours de mathématiques. Il semblerait que lorsque les élèves parlent des mathématiques en utilisant le langage ordinaire, c'est-à-dire en donnant le sens ordinaire à un « mot » mathématique, ils peuvent être confus. Par exemple, un « sommet » d'un triangle et le « sommet » d'une montagne ont deux sens différents. De ce fait, ajoute Kotsopoulos, il faut que les élèves participent constamment dans les discussions mathématiques afin de s'approprier le vrai sens du langage mathématique.

1.3.4. La communication en mathématiques dans la langue seconde

1.3.4.1. Le discours dans la langue seconde en général

Tenant compte des facteurs ci-dessus énumérés, quelques études (études effectuées au niveau de la communication dans les classes de mathématiques dans la langue maternelle) ont mentionné que la langue des mathématiques est plutôt complexe et que le discours en mathématiques n'est pas toujours évident. Pour les élèves de langue seconde, cette complexité s'étend sur une plus large dimension tant au niveau langagier qu'au niveau cognitif (Carrasquillo & Rodriguez, 1996, 2002). Il faut que l'enseignant joue un rôle important dans la communication des concepts dans la langue seconde, permettant aux élèves de collaborer tout en encourageant la deuxième langue. Comme le démontrent les travaux de Elbers et Haan (2005), portant sur l'enseignement des mathématiques dans une langue seconde telle que le néerlandais, il ressort que, dans un processus interactif dialogique dans une classe de mathématiques de langue seconde, la collaboration et l'utilisation de la langue cible entre élèves issus de langues maternelles différentes aideraient à construire de nouvelles connaissances en mathématiques; simultanément, cette collaboration étend leurs capacités langagières de leur langue seconde malgré leurs limites au niveau de la langue seconde. Carrasquillo et Rodriguez (1996, 2002), de leur côté, soutiendraient que le langage mathématique a des complexités pour tout apprenant aussi bien dans sa langue maternelle que dans la langue seconde. En effet, les apprenants, ajoutent-ils, devraient pouvoir communiquer dans un langage mathématique qui a un registre très spécifique en termes de vocabulaire tel qu'*addition, somme, plus, différence, etc.,* et la syntaxe telle que *« égal à », « est plus grand que »,* etc. et la sémantique telle que *des symboles, termes, des expressions mathématiques.*

1.3.4.2. Le rôle de l'enseignant et la communication du savoir mathématique dans la langue seconde

Le rôle de l'enseignant serait alors crucial pour amener les élèves à communiquer les processus mathématiques dans un registre mathématique formulé dans leur langue seconde. Tel que suggéré par Carrasquillo et Rodriguez (1996, 2002) les enseignants doivent développer un environnement et fournir des occasions de communication pour que les élèves en langue seconde puissent communiquer les concepts et les processus mathématiques tout en utilisant un dialogue simple. En plus des objectifs de langue, pour être en mesure de parler mathématiques ou d'acquérir ce langage mathématique, Carrasquillo et Rodriguez (2002) suggéreraient qu'il faut engager les élèves dans des activités d'apprentissages interactifs à travers les tâches spécifiques; ce qui leur permettra de travailler simultanément la langue cible, la pensée critique, la négociation de sens et la co-construction de leur compréhension, l'acquisition du contenu mathématique.

Comme on peut le constater, ce point de vue diffère des auteurs (Behan, Turnbull, & Spek, 1997; Cormier & Turnbull, 2009; Lantolf, 1994, 2003; Lantolf & Pavlenko, 2001; Swain, 1995, 2000, 2001; Swain & Lapkin, 2001, 2005, 2013) qui sont d'avis que l'utilisation de la langue première des élèves permettraient une meilleure compréhension des contenus et un développement des habiletés langagières de la langue cible. Alors que d'autres auteurs (Carrasquillo & Rodriguez, 1996, 2002; Elbers & Haan, 2005; Pellerin 2005, 2008; Wells 1999, 2000) soutiennent qu'avec un encadrement structuré et un échafaudage approprié, les élèves peuvent négocier et apprendre dans leur langue seconde. Elbers et Haan le mentionnent, en effet : « through the adoption of peer-peer scaffolding strategies, language learners engage in inquiry problem solving through a conscious reflection process about their own knowledge of the L2 as well as their knowledge and understanding » p. 135.

1.3.4.3. La communication en mathématiques en immersion au Canada

Dans le contexte d'immersion française au Canada, il semblerait que deux travaux aient examiné la communication et l'usage de la langue dans l'enseignement des mathématiques. D'abord, Tang (2008) a observé comment les élèves utilisent *la langue* dans la production écrite pour communiquer leurs idées mathématiques. Selon cette étude, la production écrite des élèves se situe à deux niveaux. D'une part, elle peut être très narrative en ce sens que les élèves communiquent leurs idées en décrivant ou en expliquant leurs idées mathématiques ou elle peut être très symbolique, en ce sens que les élèves restent très concis, utilisant simplement des symboles ou des expressions mathématiques. D'autre part, leur production écrite varie selon leur niveau de compétence dans la langue conjointement avec leur perception de leur tâche, c'est-à-dire : fallait-il mettre l'accent sur la numératie ou sur la langue? Dans le premier cas, la langue, quelle qu'elle soit, est considérée comme un moyen de communiquer leur compréhension et il importe de l'utiliser. Ainsi, les élèves valorisent à la fois la numératie, le français et l'alternance du français et l'anglais. S'il faut donner plus de détails pour enrichir davantage l'écriture, l'utilisation des mots et des expressions en anglais est une option pour certains élèves. Dans le deuxième cas, la langue est en même temps un outil et une tâche et doit être utilisée exclusivement même s'il y a erreur dans les formes. Ces élèves font plutôt l'alternance entre les mots et les symboles. Très souvent, les symboles substituent les mots que ces élèvent ne savent pas. Quelquefois ils sont plus concis dans leur explication au lieu de faire alterner les deux langues.

Sabo (2001), de son côté, a examiné la nature de la communication en mathématiques entre les élèves et les enseignants. D'après cette étude, la communication dans la classe dépend de la perception des enseignants des mathématiques, de la langue seconde et du niveau d'apprentissage des élèves. Dans les deux classes d'immersion observées, cette étude a démontré que la communication pendant l'enseignement se résume en l'explication de l'enseignant des aspects particuliers des mathématiques, les procédures à suivre, la définition des termes mathématiques, la façon d'écrire les équations ou la manière de faire le lien entre les mathématiques et la réalité quotidienne. Lorsque c'était au tour des élèves de faire un partage, tout le monde écoutait attentivement et l'enseignant reformulait l'explication de l'élève. Les enseignants ne donnaient pas la possibilité de négocier, mais démontraient tout en expliquant. Toutes les questions des élèves ou de l'enseignant concernaient les procédures. Cette étude n'a pas mis l'emphase sur la langue qui est priorisée dans la communication entre les enseignants et leurs élèves. Cependant elle précise que les enseignants croient qu'il faut que les élèves en immersion soient exposés davantage à la langue française et qu'eux, les enseignants, doivent être des modèles langagiers dans la classe. Est-ce la raison pour laquelle les enseignants parlent beaucoup et reformulent la plupart du temps les explications des élèves?

1.4. Conclusion

Ce survol de la littérature aide à comprendre qu'en dépit des travaux qui ont été menés sur l'enseignement des mathématiques en langue seconde, particulièrement en contexte d'immersion française, certains aspects, particulièrement la verbalisation des concepts mathématiques dans le contexte d'immersion française, demeurent inexplorés que ce soit autant au niveau du processus cognitif qu'au niveau des compétences langagières. Plusieurs approches et stratégies rapportées ci-dessus mettent l'emphase sur la litératie et sur l'amélioration des formes langagières; ce qui peut bien permettre aux élèves d'immersion française d'améliorer leur niveau de compréhension des matières et leur niveau d'écriture en français. D'autres études, l'on convient, se sont penchées sur les moyens d'améliorer les compétences langagières des élèves et aussi pour les aider à comprendre leur tâches, proposant en fait *la collaboration et le dialogue* en leur permettant quand même l'utilisation de leur *langue maternelle* en faisant l'alternance codique. Et enfin, pour ce qui est de la communication ou l'utilisation du discours dans les classes de mathématiques de langue maternelle, particulièrement en anglais, les recherches abondent. Au niveau international, quelques études ont démontré que l'interaction dialogique peut bien aider les apprenants multilingues à négocier dans la langue cible malgré la complexité du langage mathématique (Carrasquillo & Rodriguez, 1996, 2002; Elbers & de Haan, 2005). En immersion française au Canada, peu d'études incluant Pellerin (2005, 2008) soutiennent que l'utilisation de l'oral, l'enquête dialogique qui permet la co-construction du savoir et l'acquisition des compétences langagières pourraient bien se réaliser dans la langue seconde des élèves. Dans les classes de mathématiques en immersion française, particulièrement en Alberta, les travaux qui ont été faits ont plutôt examiné l'aspect écriture de la communication (Tang, 2008) et la nature de la communication entre l'enseignant et les élèves, plus précisément comment l'enseignant conçoit sa communication en terme de son rôle comme modèle langagier pour les élèves (Sabo, 2001). De ce fait, l'on peut tenter d'affirmer qu'il n'y a pas d'études qui portent sur la discussion ou l'utilisation de *l'enquête dialogique* uniquement en français dans les classes d'immersion au Canada. Ceci m'a semblé être une lacune à laquelle les chercheurs devraient répondre. Et c'est à cela que ce modeste travail entend contribuer.

CHAPITRE 2 : Le cadre théorique et conceptuel

Après avoir précisé les motivations de cette recherche ainsi que les éléments de base explorés dans la littérature existante, il me semble nécessaire d'exposer le cadre théorique et conceptuel sur lequel elle s'appuie. Tout d'abord, une description du but de la recherche sera présentée, laquelle sera suivie des questions qui l'ont guidée. Ensuite, il s'agira de faire l'élaboration du cadre théorique lui-même et des notions identifiées, en rapport avec la problématique soulevée au chapitre précédent.

2.1. La recherche

Cette recherche examine le rôle d'une approche pédagogique telle que l'utilisation du *discours dialogique* (Mercer, 1995, 2008; Wells, 1999), une forme d'interaction langagière, dans la construction du savoir mathématique des élèves dans une classe de langue seconde. Il s'agit, en fait, d'explorer certaines stratégies d'enseignement-apprentissage favorisant l'approche *discours dialogique* qui permettront aux élèves en quatrième année d'immersion française de verbaliser leur raisonnement mathématique essentiellement dans leur langue seconde.

2.1.1. Le but et la question de recherche

En fait, cette recherche essaie de combler certaines lacunes telles que *la verbalisation des pensées cognitives des élèves*, identifiées au niveau de l'enseignement-apprentissage des mathématiques conformément au nouveau programme d'étude des mathématiques en immersion française en Alberta. La poursuite de ce but s'appuie sur une question qui oriente ma réflexion : dans quelle mesure l'approche *discours dialogique* permet-elle aux élèves en salle de classe d'immersion française de verbaliser leurs processus cognitifs dans le raisonnement mathématique en ayant recours à leur langue seconde?

2.2. Cadre théorique

Trois moments me semblent importants dans la compréhension du processus de verbalisation du savoir mathématique pour les élèves considérés. En premier lieu, j'entends définir et expliquer le concept *discours dialogique* dans la théorie socio-culturelle de l'éducation, son rôle dans l'enseignement-apprentissage en général et son rôle en mathématiques et les types de *discours éducatif* de nature dialogique. En second lieu, j'établirai l'écart de signification entre la notion de *communication du savoir* et le concept *discours dialogique* qui, lui-même, implique davantage des circonstances de communication orale interactive et d'argumentation. Pour terminer, les notions clés telles que le questionnement, les approches communicatives du dialogue[2], la notion de communauté d'apprenants et le concept de l'échafaudage du dialogue dans les classes en mathématiques seront examinés afin de voir comment celles-ci pourront contribuer a priori à l'encadrement théorique de cette recherche.

2.2.1. L'approche discours dialogique et l'interaction sociale dans la théorie socio-culturelle et le socioconstructivisme en éducation

L'analyse du rôle et de l'emploi du *discours de la classe* (élèves/élèves et élèves/enseignant/) est largement examinée et documentée dans divers domaines d'apprentissages (Mercer, 1995; Wells 1999), incluant le domaine des mathématiques, des sciences et plus tard le domaine des langues secondes comme on l'a vu dans les

[2] L'expression « approches communicatives » est une traduction libre de *Communicative approach*, élaborée par Mortimer et Scott dans leur livre *Meaning Making in Secondary Science Classrooms* (2003). Elle a une signification différente de celle utilisée dans le contexte de l'enseignement de la langue seconde. Mortimer et Scott l'utilisent dans le sens de « taking turn in the discourse as teaching and learning proceed ».

écrits. Certains chercheurs s'intéressent particulièrement aux types d'interactions entre les enseignants et les apprenants dans la classe, notamment à la façon dont cette conversation traduit un discours qui permet la construction de sens et, conséquemment, l'acquisition de nouvelles connaissances (Mercer, 1995; Wegerif & Mercer, 1997).

En effet, Mercer (1995), insiste sur le fait que « talk » (parler) doit être utilisé pour guider la construction du savoir dans la classe. Ce *parler*, selon Mercer, doit se faire d'une part dans l'interaction entre l'enseignant et l'élève et d'autre part entre les élèves à travers des activités collaboratives. Il soutient que l'enseignant a l'obligation d'aider ses élèves à apprendre comment utiliser le *langage parler,* en l'occurrence le discours verbal, pour 'penser ensemble', pour co-construire le savoir, c'est-à-dire, enseigner aux élèves les habiletés langagières qui leur permettront de co-construire leurs connaissances. De ce fait, l'enseignant échafaude et guide le discours de la classe (la conversation dans la classe où on discute les concepts) afin de permettre aux élèves de comprendre le discours éducatif (qui se réfère au discours académique des matières scolaires). Ce type de discours dans la classe se veut un *discours exploratoire* (Mercer, 1995, 2000; Mercer & Wegerif, 1999), une *enquête dialogique* (Wells, 1999, 2001, 2004), un *discours dialogique* (Mortimer & Scott, 2003), un *discours collaboratif* (Wells & Chang-Wells, 1992) entre les apprenants ou entre l'enseignant et les apprenants. En effet, "co-construction of meaning in collaborative talk, in which learner and expert see themselves as fellow members of a learning community in which knowledge is constructed collaboratively" (Wells & Chang-Wells, 1992, p. 82). Bien qu'articulé différemment, il s'agit du même type de discours qui trouve son fondement dans la perspective des théories de l'apprentissage telles que la théorie socio-culturelle en éducation et la conception du socioconstructivisme de l'apprentissage de Vygotski (Mercer, 2000, 2002, 2008; Wells, 1999; Wertsch, 1991). Selon ces perspectives, les interactions sociales, qui se déroulent à travers le langage verbal, jouent un rôle important dans le processus du développement cognitif et permettent en même temps le développement du raisonnement (Vygotski, cité dans Wertsch, 1985). Comme Mercer (1995) l'explique : « Talk is a social action. . . . Individually and collectively, we use language to transform experience into knowledge and understanding » (p. 67). Le langage, selon la perspective de Vygotski, constitue donc l'outil culturel le plus puissant ayant des fonctions de représentation du savoir déjà établi, de médiation afin de verbaliser ce savoir, d'interaction permettant des échanges et enfin une fonction de co-création de connaissances dans le processus enseignement-apprentissage entre les pairs. Conséquemment, dans la salle de classe, la construction du savoir doit être guidée par une interaction verbale active entre l'apprenant et l'enseignant (Mercer, 1995).

2.2.2. La nature du *discours dialogique* et son rôle dans la construction des connaissances

Comme mentionné ci-haut, *l'enquête dialogique*, *le discours dialogique*, le *discours collaboratif* ou le *discours exploratoire* sont interchangeables dans ce texte. En effet, la nature du *discours dialogique* nous permet de comprendre en quoi il est fondamental dans la construction de sens et la construction des connaissances chez les élèves. En fait, en situation d'apprentissage, les formes de communication orale dans les classes semblent s'insérer dans des formes de discours pédagogiques et se déroulent entre enseignant et apprenants et entre apprenants sous deux formes : le discours monologique[3] et le discours dialogique.

Le discours dialogique serait en contraste avec le discours monologique qui est une sorte de conversation parue sous forme d'un dialogue superficiel puisque l'enseignant insiste sur la participation des apprenants à travers des questions/réponses bien souvent fermées et sans rapport les unes avec les autres (Mercer, 1995, 2000, 2002, 2008). Comme précisé ci-dessus, les chercheurs confirment que le ***discours dialogique*** est plutôt interactif; les interlocuteurs se confrontent à travers des échanges verbaux qui conduisent à de nouvelles connaissances en négociant le sens de ce dont on parle. Mercer précise que le discours dialogique est caractérisé par la négociation d'idées où les interlocuteurs (élèves) s'engagent de façon critique et constructive. Cela s'inscrit dans la théorie Bakhtinienne de *l'approche du dialogue dialogique* où les locuteurs « se heurtent et discutent non pas deux voix entières et monologiques, mais deux voix déchirées » (Bakhtin, 1970, p. 350). Selon Mortimer et Scott (2003), le discours dialogique sous-tend différents points de vue; ceci, contrairement à un ***discours autoritatif*** qui favorise une seule perspective et très souvent, celle de l'autorité scolaire/le discours éducatif, le discours des matières scolaires ou plus précisément le discours de l'enseignant. En ce sens, seul l'enseignant a raison et lui-seul peut communiquer le savoir qui doit être acquis. Dans le discours dialogique, ce sont davantage des élèves qui posent des questions et ces questions alimentent le dialogue et ce dialogue suscite leur réflexion. Dans la même veine, Truxaw, Gorgievski, et DeFranco (2008) soutiennent que le *discours dialogique* s'oppose au ***discours univoque*** où un enseignant, par exemple, est le

---

[3] Monologic discourse : discours monologique (traduction libre).

détenteur du savoir, orchestrant la conversation dans la classe suivant la structure de l'interaction classique tripartite *IRE/IRC*[4] (Question de l'enseignant–Réponse des élèves–Commentaire ou évaluation de l'enseignant). Cette alternance de trois tours de parole dans le déroulement de la conversation typique en classe limite souvent les possibilités d'une *participation interactive dialogique* des apprenants (Mortimer & Scott, 2003). Cependant, dans le discours dialogique, le questionnement des élèves révèle l'engagement des élèves et le rôle de l'enseignant comme facilitateur. Wells et Chang-Wells (1992) se référant plutôt au terme *discours collaboratif ,* affirment que les élèves apprennent au cours des discussions en s'engageant à construire conjointement leur savoir dans des activités collaboratives. Ainsi, le discours qui est de nature dialogique implique une interaction active des élèves à travers laquelle les points de vue se confrontent et éventuellement donnent lieu à la construction de sens favorisant une compréhension mutuelle des concepts chez les élèves (Knuth & Peresini et Wertsch, Del Rio, & Alvarez, cité dans Truxaw et al., 2008). Mercer (1995) affirme que la nature du discours éducatif doit être inévitablement dialogique puisqu'il utilise le langage comme outil culturel dans le raisonnement collectif, la co-construction des connaissances, c'est-à-dire, la construction sociale de la pensée. Subséquemment, cela conduit au raisonnement individuel.

2.2.3. Les trois types de discours éducatifs de nature dialogique

Mercer (1995) a relevé et élaboré la définition de trois types de discours éducatifs de nature dialogique très importants : le discours cumulatif, le discours exploratoire et le

---

[4] Le modèle IRE (Initiation by the teacher–Response by the learners–Evaluation by the teacher) a été proposé par Sinclair et Coulthard (1975).

discours disputational.[5] Ces trois types de discours représentent des ‘modes sociaux de pensée’[6] dans lesquels les élèves se confrontent dans un dialogue en s’engageant dans la construction conjointe du savoir (Mercer, 1995). Cependant, comparativement au discours cumulatif caractérisé par l’accumulation des connaissances (répétitions, confirmation et élaboration) et le discours disputational caractérisé par un désaccord constant et la prise de décision individuelle dans un groupe, le discours exploratoire favorise mieux la co-construction du savoir par les pairs dans la classe. Mercer précise que c’est dans ce type de discours (discours exploratoire) que les élèves confrontent et négocient inévitablement les idées au lieu d’être soit en compétition entre eux (discours disputational) ou soit toujours en accord sans remettre en question les idées de l’autre (discours cumulatif). Dans le discours exploratoire, le raisonnement est manifeste dans la conversation des élèves : « Compared with the other two types, *in exploratory talk knowledge is made more publicly accountable and reasoning is more visible in the talk. Progress then emerges from the eventual joint agreement reached »* (Mercer, 1995, p. 104).

2.3. La communication du savoir par opposition à la notion du discours dialogique

En matière d’apprentissage, comme discuté ci-dessus, la communication du savoir entre enseignant et élèves et entre élèves ne peut s’effectuer que sous la forme d’un discours pédagogique. Traditionnellement, la communication entre élèves et enseignant se conçoit comme une simple transmission d’idées, c’est-à-dire, une répétition de

---

[5] Cumulative talk, exploratory talk, disputational talk : discours cumulatif, discours exploratoire et le discours disputational (traduction libre).

[6] Three “social modes of thinking” : modes sociaux de pensée (traduction libre).

questions ou de réponses (Demers & Radford, 2004). Dans ce cas, cette communication est une représentation de connaissances (discours monologique visant la transmission des connaissances) sans être pour autant une communication pour apprendre (la construction du savoir). Cette communication est loin d'être dialogique et ne profite pas à la co-construction des connaissances.

Selon la perspective socio-culturelle de Vygoski et selon les travaux de Wegerif et Mercer (1997), la communication dans le processus d'apprentissage se veut donc un discours qui vise la (re)construction des connaissances partagées qui sont co-construites de façon collaborative. Ce qui sous-tend la distinction entre une simple communication et le discours dialogique qui, lui-même, suppose « le parler pour apprendre » (Pellerin, 2012), c'est-à-dire, négocier le sens de ce dont on parle lorsqu'on argumente (discuter et justifier ses idées). Argumenter selon Wood (1999) est un échange discursif entre les interlocuteurs aux fins de convaincre l'autre en utilisant des modes de pensée comme le discours, le langage verbal. En tout état de cause, souligne Bouculat (2003), « l'argumentation 'naît' forcément dans un espace conflictuel au sein duquel les interlocuteurs ont pour objectif 'idéal' de se mettre d'accord . . . et argumenter, c'est cheminer pour construire un raisonnement » (p. 267). Ainsi, les élèves construisent conjointement de nouvelles connaissances à travers cet exercice. Mercer (2002) décrit cette communication par « l'oral » comme le discours exploratoire entre les élèves dans lequel ils apprennent ensemble lorsqu'ils discutent pour trouver un consensus. Il importe de souligner que ce consensus apparemment scientifique peut dans certains cas exiger une composante sociale (relations sociales) car, comme le mentionne Wenger (2008), la négociation de sens n'implique pas seulement le langage, mais aussi nos relations sociales comme facteurs dans la négociation. Il faut aussi se rappeler que le concept de *négociation* lui-même dénote souvent un accord entre les interlocuteurs qui sont d'ailleurs au même niveau et qui ont en même temps des points de vue contraires (Mercer, 1995). Le processus de *négociation* est fondamental à l'approche *discours dialogique* qui permet la construction de sens à travers la participation active des interlocuteurs. Cette participation, selon Wenger (2008), se réfère « au processus de prendre part et aux relations avec les autres qui reflètent ce processus . . . et cela comprend : faire, parler, penser, sentir, et appartenir » (pp. 53–54).

2.3.1. La communication du savoir mathématique

La communication en mathématiques se fait dans un dialogue au cours duquel les élèves développent le raisonnement et l'argumentation (Demers & Radford, 2004). Cependant, il faut rappeler que les mathématiques ont leurs propres lexiques et peuvent être communiquées dans des symboles, des graphiques, du calcul opératoire, des formules, etc. Pour communiquer de manière orale en mathématiques ou pour verbaliser les graphiques, les symboles et des termes mathématiques, les élèves doivent nécessairement pouvoir expliquer, décrire, discuter et justifier; ce qui se fait évidemment dans un débat argumentatif. Étant donné la nature même des mathématiques, la communication du savoir mathématique, tel qu'indiqué par le nouveau curriculum de mathématiques, est forcément dialogique car en mathématiques il faut valider des preuves. Cette validation doit nécessairement se dérouler dans une perspective d'argumentation et de négociation selon laquelle il y a prise en compte d'un point de vue autre, autrement dit, un discours interactif où les interlocuteurs se confrontent. Bouculat (2003) soutient qu'argumenter en mathématiques suppose la validation d'un raisonnement. De ce fait, il va de soi que les élèves verbalisent *les mots, les termes, les symboles* mathématiques, et souvent en utilisant la langue ordinaire pour parler mathématiques, négocier et justifier.

2.3.3. La communication du savoir mathématique dans la langue seconde des élèves

Pour ce qui est de la communication du savoir mathématique dans la langue seconde, le défi se rapporte à une autre dimension selon certains chercheurs lorsqu'on considère le langage des mathématiques. L'on est d'accord que le discours mathématique à lui seul s'écarte déjà d'un *discours régulier* du fait que les mathématiques ont leurs propres champs lexicaux et leur propre registre (Kotsopoulos, 2007). Le discours naturel des élèves utilise le répertoire discursif quotidien. Alors il y aurait des interférences, selon Kotsopoulos, entre le vocabulaire courant et le vocabulaire mathématique qui peuvent mener à confusion les élèves de langue maternelle aussi bien que les élèves de langue seconde. Il faut dire toutefois que dans n'importe quelle discipline à l'école où l'on priorise le discours de la classe, les élèves, même dans leur langue maternelle, ont besoin d'un certain soutien pour verbaliser les concepts, pour en parler ou pour argumenter. Ainsi, les élèves en immersion française se heurteraient au défi de la langue, outil cognitif par excellence, pour apprendre et en même temps pour verbaliser leurs connaissances puisqu'ils apprennent les mathématiques en français, leur langue seconde.

Les enseignants, de leur côté, doivent nécessairement favoriser la discussion en français, le discours dans les classes de mathématiques, afin d'aider leurs élèves à répondre aux attentes du programme d'études qui constituent un grand défi pour eux-mêmes. Il faut alors considérer le discours oral comme la finalité dans son enseignement afin de faire parler les élèves en immersion (Pellerin, 2008, 2012). Ainsi la dimension orale est cruciale dans les classes de mathématiques en langue seconde car l'oral permet aux élèves de reformuler, d'expliciter l'énoncé d'une situation problème; ce qui facilite leur compréhension; subséquemment la verbalisation de leur raisonnement mathématique. D'où le rôle crucial de l'enseignant dans la promotion du discours dialogique.

2.4. Le rôle de l'enseignant : promouvoir et établir le discours dialogique dans les classes de mathématiques

Divers travaux sur l'implémentation du discours dans les classes de mathématiques révèlent des techniques et des stratégies à considérer pour faciliter l'aspect *dialogique* du discours de classe en mathématiques. Celles-ci portent sur le questionnement de l'enseignant, le questionnement des élèves, l'enseignement des mathématiques basé sur la résolution de problèmes, la notion de *communauté d'apprenants* en mathématiques, les approches communicatives et l'échafaudage du discours dialogique.

2.4.1. Le questionnement de l'enseignant en mathématiques

Le questionnement est le moyen direct de donner la parole aux élèves, de stimuler leur raisonnement et de développer chez eux un certain discours en fonction des concepts qu'ils apprennent. Particulièrement, en mathématiques, le questionnement est central dans le raisonnement mathématique et constitue un outil pédagogique efficace dans l'acquisition de nouveaux concepts (Martino & Maher, 1994, 1999; Mason, Burton, & Stancey, 1994). Comme le souligne le nouveau programme de mathématiques :

> Quand l'élève répond à des questions, il acquiert une compréhension véritable des concepts et des processus mathématiques lorsqu'il est appelé à résoudre des problèmes dans un contexte significatif, où il arrive à ses propres stratégies, tout en se montrant disposé à écouter celles qui sont suggérées, à en discuter et à faire l'essai de différentes possibilités. (Alberta Education, 2007, p. 7)

De plus, la communication entre enseignant/élèves dans les classes de mathématiques qui se déroule sous la forme d'un débat argumentatif suppose un questionnement efficace qui incite les élèves à dire ce qu'ils savent et même à remettre en question leurs acquis. Pour raisonner mathématiquement, il faut exemplifier, généraliser, conjecturer et convaincre et c'est le questionnement de l'enseignant qui entretient cette atmosphère de dialogue (Mason et al., 1994). En d'autres termes, le questionnement est un outil clé dans une approche dialogique qui favorise le discours scientifique, la verbalisation chez les élèves. Mercer (1995) précise que le questionnement dans une approche dialogique participe de l'enseignement au lieu de l'évaluation. Piccolo et al. (2008), Martino et Maher (1994), et Atkins (1999) soutiennent que les questions en mathématiques qui poussent les élèves à réfléchir sur leurs propres démarches cognitives telles qu'expliciter leur connaissance, remettre en question leurs stratégies, construire un argument et valider leur raisonnement favorisent inévitablement le dialogue interactif dans la classe de mathématiques. Atkins (1999) le mentionne : « Le choix des tâches appropriées et les techniques de questionnement par l'enseignant sont décisifs à l'approche dialogique » (p. 294). Il faut aussi noter le fait que le questionnement de l'enseignant constitue un rôle capital dans ce contexte. Comme le précise (Série d'apprentissage professionnel, 2011) « Il [le questionnement] permet aux élèves à repérer les processus de réflexion, à établir des liens entre les idées et à acquérir une nouvelle compréhension alors qu'ils s'efforcent de trouver une solution qui a un sens pour eux (p. 1).

2.4.2. Le questionnement des élèves en mathématiques

Si l'on apprend aux élèves à se poser des questions et à bien utiliser les réponses, affirment Koechlin et Zwaan (2010), ils finissent par développer une certaine autonomie dans leur apprentissage. Il va sans dire qu'on doit donner aux élèves l'occasion de se poser des questions entre eux afin qu'ils deviennent capables d'initier le dialogue et, conséquemment, de co-construire leur raisonnement mathématique. De plus, quand les élèves se posent des questions, ils contestent et réfléchissent pour se convaincre eux-mêmes et persuader les autres. Piccolo et al. (2008), Martino et Maher (1994), Atkins (1999), et Whitin et Whitin (2000) suggèrent qu'il est important de fournir aux élèves des techniques de questionnement et d'autoquestionnement qui stimulent la justification et la généralisation en mathématiques dans la résolution des problèmes de mathématiques.

2.4.3. L'enseignement basé sur la résolution de problèmes

Comme discuté ci-dessus, l'on peut constater que le questionnement dans l'enseignement-apprentissage des mathématiques chevauche l'enseignement basé sur la résolution de problème. Mason et al. (1994) soutiennent que travailler en groupe peut être efficace; cependant il faut choisir les problèmes qui conviennent et qui sont essentiels au raisonnement mathématique. Hiebert et Wearne (1996) soutiennent que contrairement aux problèmes qui utilisent les connaissances procédurales et qui pratiquent des algorithmes, des tâches significatives dans les problèmes de mathématiques mettent les élèves au défi d'expliquer leur raisonnement ou de négocier leur réponse à travers le questionnement. Cela les engage dans une pensée réflexive sur les notions qu'ils utilisent et leur permet de faire le liens avec leurs connaissances antérieures. En outre, selon Hiebert et Wearne (1993), Bostic et Jaccobe (2010), et Van de Walle et Lovin (2008), pour favoriser la discussion et le débat dans les classes de mathématiques, il faut fournir aux élèves des tâches significatives basées sur des problèmes de mathématiques authentiques et de qualité à résoudre. Ces problèmes, insistent-ils, doivent également correspondre au niveau des élèves et que l'énoncé de ces problèmes demande de justifier et d'expliquer les réponses ainsi que les méthodes utilisées. De plus, lorsque les élèves ont l'occasion de s'engager ensemble dans la résolution de problèmes, ils évoluent dans une sorte de *communauté d'apprenants* participant à des activités, un discours et un raisonnement mathématique (Fosnot, 2005). Tout ceci amène les élèves à participer à un exercice langagier et cognitif au lieu de faire de simples calculs ou d'appliquer les algorithmes. Ce processus constitue un moyen de penser, de dire, d'expliquer, de négocier leur savoir comme l'exigent les programmes d'études; particulièrement celui de l'Alberta 2007.

2.4.4. La notion de communauté d'apprenants en mathématiques

Pour faciliter le discours dialogique dans la classe, soutient Stein (2007), il faut « établir une communauté de mathématiques qui offre un environnement accueillant, l'établissement de certaines normes, un discours motivationnel et que l'accent soit placé sur la dimension conceptuelle des mathématiques afin de faciliter un contexte d'argumentation en classe »[7] (p. 288). En fait, une culture positive dans la classe facilite un contexte social d'argumentation où les élèves se sentent à l'aise d'argumenter. Une communauté d'apprenants ou *communauté classe* est formée d'apprenants qui visent l'acquisition des connaissances individuelles dans une démarche d'apprentissage collective (Laferrière, 2005). En effet, la notion de communauté d'apprenants :

> repose sur un développement progressif de l'autonomie de pensée par le biais de situations d'apprentissage en collaboration qui impliquent une fluidité des rôles,

[7] Traduction libre.

> laquelle repose à son tour sur une confiance réciproque quant aux différentes compétences des uns et des autres en matière de co-construction de connaissances. (p. 8)

Les élèves qui évoluent dans une communauté d'apprenants sont de plus en plus ouverts à l'exploration, à l'acquisition et à la maîtrise d'un langage de plus en plus complexe, insiste Laferrière. Selon Bostic et Jaccobe (2010), le rôle du *problem-solving discourse,* (Le rôle de la résolution de problèmes dans le discours de la classe en mathématiques) est de générer une culture positive dans la classe, une sorte de *communauté d'apprenants* (Hiebert et al., 1997) dans laquelle les élèves se sentent en confiance pour partager leurs stratégies correctes ou incorrectes; ceci peut créer un environnement pour la verbalisation des compréhensions et de la pensée des élèves. Les caractéristiques de cette communauté d'apprenants en mathématiques doivent être les suivantes : les idées sont importantes quelle que soit leur origine, les élèves doivent partager leurs idées avec leurs pairs, un climat de confiance doit s'établir, ce qui sous-tend que l'erreur est admise (Hiebert et al., 1997). Yackel et Cobb (1996) ont plutôt parlé des normes socio-mathématiques qui sont une combinaison des normes sociales et de l'esprit mathématique. Selon leurs travaux, ils soutiendraient que lorsque l'enseignant établit des normes socio-mathématiques dans la classe, il favorise un climat propice à la curiosité et à l'argumentation mathématiques. La communauté, affirme Fosnot (2005), « offre un environnement dans lequel les idées mathématiques des individus peuvent être formulées et comparées aux idées des autres. Cela permet aux apprenants d'être plus confiants et plus précis par rapport à ce qu'ils connaissent et comprennent » (p. 10). Cela invite au travail de construction de relations sociales qui a été souligné tout au début, à savoir le concept de *travailler ensemble.*

2.4.5. L’approche communicative du dialogue

Le concept de l’*approche communicative du dialogue* se définit de la façon dont l’enseignant s’y prend pour faire avancer le discours dans la classe (Mortimer & Scott, 2003). Cette approche offre une perspective sur la façon dont l’enseignant facilite le développement et la construction des idées par les élèves dans la classe et est caractérisée selon une dimension qui s'étend entre deux positions extrêmes : soit que l'enseignant priorise le point de vue des élèves, leur permettant de construire ensemble (c’est le discours dialogique ou *l’approche communicative dialogique*) ou que l'enseignant écoute ce que les élèves ont à dire du point de vue du discours déjà établi tel qu’en sciences, en mathématiques, etc. Dans ce cas il n’y a pas de co-construction. Les élèves ne font que répéter et confirmer ce que dit l’autorité scolaire (c’est le discours autoritatif ou l’approche communicative autoritative) :

> We refer to the first position as a dialogic communicative approach, where attention is paid to more than one point of view, more than one voice is heard, and there is an exploration or ‘interanimation’ (Bakhtin, 1934) of ideas. . . . We refer to the second as an authoritative communicative approach, where attention is focused on just one point of view, only one voice is heard and there is no exploration of different ideas. (Mortimer & Scott, 2003, pp. 33–34)

En fait, il importe de noter que le cadre d'analyse de l’approche communicative développé par Mortimer et Scott (2003) pour caractériser le discours en classe, indique quatre (4) classes d’approche communicative (interactive/dialogique, interactive/autoritative, non interactive/dialogique, non interactive-autoritative) en deux dimensions : *dialogic-authoritative* et *interactive-non interactive* et qui caractérisent les interactions entre les élèves et l’enseignant et entre l’enseignant et les élèves en conjonction avec le but pédagogique pour les classes de sciences. Mercer (2009) expliquant de façon plus concise cette approche, souligne que lorsque le discours est interactif (interactif/dialogique ou interactif/autoritatif), l'enseignant engage les élèves dans le questionnement et la négociation; le discours est alors davantage dialogique puisqu'il représente les points de vue des étudiants et la discussion qui se déroule inclut leurs idées et celles de l'enseignant; autrement, si l'enseignant est expert, le dialogue sera univoque et deviendra *non interactif.*

En outre, dans l'approche communicative, le but pédagogique et l'intervention de l'enseignant déterminent le patron/déroulement[8] de la conversation. En plus, le patron du discours se répète dans un cycle interactif/dialogique *(explore)* -interactif/autoritatif *(work on)* -non interactif/autoritatif *(review)* au cours de l'enseignement et l'apprentissage dans la classe. La qualité de l'enseignement, l'avancée du discours ou la forme qu'il prend dépendra de la manière dont l'enseignant en dispose à différentes étapes de sa leçon ou d'une série de leçons. Il importe de créer des situations didactiques interactives, comportant des phases argumentatives afin d'amener les élèves à verbaliser leurs pensées cognitives, et le rôle du maître est différent selon les phases.

Dans cette même perspective, Bouculat (2003) affirme que le rôle de l'enseignant est essentiel dans le processus dialogique dans la classe. En effet, l'enseignant facilite les échanges d'arguments entre lui et les élèves et entre les élèves plutôt que de leur transmettre/imposer le sens. Ce rôle de l'enseignant peut se manifester de différentes façons en régulant le flux de la conversation dans la classe, selon le but pédagogique correspondant au contenu de sa leçon ou aux différentes phases de sa leçon. L'enseignant réalise son rôle par sa façon de diriger le déroulement de son plan de leçon, par sa façon

---

[8] Traduction libre de : the pattern of the discourse (Mortimer & Scott, 2003).

de prendre la parole, de la garder ou de la donner à un élève. Les élèves adoptent leur rôle d'élèves en suivant l'enseignant.

2.4.6. L'échafaudage du discours dialogique

Dans une approche dialogique dans le contexte de la classe, Mercer (1995) a souligné que le concept de *« l'échafaudage »* représente à la fois l'enseignant et l'apprenant en tant que participants actifs dans la construction du savoir. C'est-à-dire que, dans le processus enseignement-apprentissage, l'enseignant devrait entreprendre un *discours* aux fins d'amener l'apprenant à verbaliser ses propres idées, ses connaissances antérieures et même ses lacunes; ce qui démontre le niveau de compétence de l'apprenant. À ce moment, l'enseignant estimera si son soutien est nécessaire ou non.

D'autres recherches sont plus précises sur la manière dont l'enseignant peut utiliser *l'échafaudage* comme stratégie pour promouvoir le discours dans une classe de mathématiques. Elles suggèrent que l'échafaudage peut servir de plate-forme dans le discours de la classe. Par exemple, Williams et Baxter (Baxter & Williams, 2010; Williams & Baxter, 1996) décrivent deux types d'échafaudage qui peuvent être utilisés afin de créer un '*discoursed-oriented context'* dans une classe de mathématiques. D'abord *l'échafaudage social* qui se réfère à 'l'échafaudage des normes' pour le comportement social et des attentes quant à la participation des élèves dans le discours interactif. Ces normes sociales permettent aux élèves d'apprendre à travailler et de construire ensemble leur savoir tout en respectant les uns et les autres. Ensuite *l'échafaudage analytique* qui est 'l'échafaudage des notions mathématiques'. Ceci aide les élèves à comprendre et à exprimer les notions et les conventions mathématiques, c'est-à-dire avoir un discours mathématique. De ce fait, l'échafaudage analytique positionne l'enseignant comme expert scientifique présentant des idées et des conventions mathématiques. Mais Baxter et Williams (2010) ajoutent qu'un discours mathématique entre les élèves peut provenir d'eux-mêmes aussi si on les soutient de façon efficace à travers le questionnement, c'est-à-dire les aider à faire l'échafaudage analytique eux-mêmes. Ce type de soutien doit encore tenir compte de l'échafaudage social, affirment Baxter et Williams. Nathan et Knuth (2003) concluent que l'enseignant de mathématiques pourrait favoriser le discours dialogique interactif dans la classe en trouvant une balance entre les deux types d'échafaudages. Cette balance favoriserait le dialogue interactif des élèves qui, en même temps, tiendrait compte d'un discours mathématique :

> In short, discourse of this nature does not come about simply because the teacher creates the space for it; there is still a need to mathematically support students' learning of content during classroom interactions. Ideally, teachers provide such support as they strike a balance between the social and analytic demands, that is, when students' own social constructions of mathematical ideas are also connected to the ideas and conventions of the mathematical community. (p. 203)

D'autres comme Bostic et Jacobbe (2010) suggèrent que l'échafaudage de l'enseignant aurait la forme d'une modération ou d'une synthèse du discours émergeant de la classe de mathématiques. Les travaux de Yackel et Cobb (1996) ont plutôt montré un amalgame avec les normes sociales et l'esprit mathématique qu'ils désignent comme 'socio-mathematical norms'. Ces normes socio-mathématiques créent un climat dans la classe qui favorise l'enquête et la résolution des problèmes mathématiques. En fait, ils soutiennent que les normes sociales favoriseraient la discussion collaborative dans la classe alors que les normes socio-mathématiques devraient réguler l'argumentation mathématique lorsque les élèves peuvent justifier, expliquer et argumenter en utilisant les concepts mathématiques. Ceci traduit en quelque sorte la balance dont parlent Nathan et

Knuth entre l'échafaudage social et l'échafaudage analytique qui, en réalité ne peuvent pas se dissocier dans un contexte argumentatif en mathématiques.

2.5. Conclusion

La recension des écrits et le cadre théorique esquissés ont permis de dégager quelques concepts de base qui sont importants dans la construction du savoir en général et du savoir mathématique en particulier. Dans le domaine des mathématiques, ces concepts supposent un double décentrement de la part de l'enseignant qui essaye de se mettre au diapason de l'apprenant. C'est-à-dire qu'il doit dans un premier temps tenir compte du fait de la langue seconde comme outil de communication dans lequel ce savoir se construit. Mais il doit aussi tenir compte de ce qui est propre à la discipline mathématique. Ceci suppose d'une part un double apprentissage de la part de l'élève : celui de la discipline mathématique comme telle et celui de la langue seconde qui ne lui est pas familière. D'autre part, les relations sociales sont requises dans la conduite des autres, du respect de l'autre et du point de vue de l'autre. Du point de vue de l'enseignant, ce double apprentissage se traduit en réalité comme un double décentrement, c'est-à-dire être enseignant et chercheur en même temps. Mais comment, dans un contexte d'étude comme le mien à la fois chercheure et enseignante, opérer ces décentrements? La prise en compte de cette exigence m'a amenée à adopter une approche méthodologique spécifique, soucieuse de faire parler les élèves en utilisant les ressources disponibles. Ceci se révèle en effet comme un enjeu d'apprentissage qui complexifie la démarche de la chercheure qui est à la fois enseignante.

CHAPITRE 3 : Méthodologie

Ce chapitre présente le cadre méthodologique de cette recherche. Tout d'abord, il présente la nature de la recherche, laquelle justifie le choix du paradigme de recherche retenue. Ensuite, les implications de ce choix sur les modalités de la cueillette et de l'analyse des données seront abordées.

3.1. La nature de la recherche

Cette recherche a eu lieu pendant que j'étais dans ma septième année d'enseignement en immersion française. J'enseigne à la 4ème année du primaire depuis trois ans. J'ai aussi été l'enseignante titulaire de la neuvième année et chargée de cours de mathématiques, de sciences et de French Language Arts de la 7ème à la 9ème année. Au fait, dans le souci de trouver et d'analyser des moyens pouvant aider les élèves à verbaliser leur savoir en mathématiques et à développer des capacités langagières dans leur langue seconde, la recherche-action m'a semblé l'approche la plus appropriée à cause de son approche réflexive systématique sur mes approches pédagogiques et l'effet sur l'apprentissage des élèves. Dans mon cas, en effet, il s'agissait de recourir à ma propre classe pour effectuer ma recherche. Cette recherche se veut donc bénéfique à l'apprentissage des élèves tout en m'aidant à améliorer ma pratique de l'enseignement. Elle est donc un exercice et un processus réflexif. Tout ce que j'ai entrepris, en fait, s'oriente vers un double dessein : la recherche et l'action. De ce fait, malgré la complexité de ma démarche (en termes de temps alloué pour enseigner le contenu du curriculum, les relations enseignant-élèves avec des attentes autres que celles d'un chercheur, les moyens d'organiser la classe qui nous bousculent, etc.), les postulats d'une telle approche méthodologique me permettaient en tant qu'enseignante-chercheure, de prendre un certain recul par rapport à ces enjeux pour réfléchir et développer en même temps une vue critique de ma pratique en dépit de plusieurs années d'expérience dans l'enseignement des mathématiques. Ceci me permettra d'apporter des changements en réponse aux besoins spécifiques des mes élèves dans le contexte de l'apprentissage des mathématiques selon les programmes d'études des mathématiques en Alberta.

3.2. La recherche-action dans le cadre de cette recherche

Cette étude a suivi le schéma d'une recherche-action (Creswell, 2008). Celle-ci est en effet une méthodologie qui se situe dans un paradigme de recherche qualitative et critique (Karsenti & Savoie-Zajc, 2011). En fait, cette méthodologie explicite mieux la dimension réflexive de mon projet et est conforme à mon but qui est celui d'apporter une amélioration dans l'apprentissage des mathématiques de mes élèves; conséquemment, elle renouvelle mes pratiques pédagogiques. Comme Gay, Mills, et Airasian (2009), Guay et Prud'homme (2011), et Karsenti et Savoie-Zajc (2011) le précisent, la recherche-action favorise l'autoréflexion chez les enseignants et leur permet d'apporter à la fois des changements immédiats au niveau de leur pratique et d'améliorer l'apprentissage chez leurs élèves. Karsenti et Savoie-Zajc (2011) la définissent comme

> une pratique méthodologique centrée sur la résolution d'un problème concret vécu dans une situation pédagogique réelle dans le but d'y apporter des changements bénéfiques, de contribuer au développement professionnel des personnes qui y ont part et d'améliorer les connaissances dans cette situation. (p. 188)

3.2.1. Approche spécifique de recherche-action retenue

Comme dans la plupart des recherches-actions, des phases se cumulent, dessinant une spirale impliquant une planification, la mise en application d'un premier cycle du plan d'intervention avec observation des effets et, enfin, la planification d'un nouveau cycle à partir des résultats obtenus et ainsi de suite (Mills, cité dans Creswell, 2008). Le design de la recherche-action retenu dans ce projet de recherche est basé sur le modèle de Kolb (1984) et de Pellerin (2011) qui implique une approche cyclique incluant quatre phases : (1) une première phase de planification, (2) une phase de mise en action de nouvelles pratiques en classe par la chercheuse, (3) une phase de documentation (la cueillette des données) de la mise en œuvre des nouvelles interventions pédagogiques sur l'apprentissage des élèves, et (4) une phase permettant l'analyse des données (la documentation et les autres sources) et la réflexion sur l'action.

3.3. Déroulement de la recherche

Un temps d'observation et de réflexion sur mon enseignement a été crucial dans l'élaboration de la problématique de l'enseignement-apprentissage du programme de mathématiques dans la langue seconde de mes élèves de quatrième année. Au cours de cette même année, j'ai entrepris d'identifier les composantes de cette problématique : communiquer son savoir mathématique dans la langue seconde et de planifier de façon à l'appréhender. Étudiante à la maîtrise, j'ai approfondi mes connaissances sur le sujet et j'ai acquis un bagage théorique qui m'a permis de mieux clarifier et de cerner ces composantes. Je me suis alors essentiellement intéressée au rôle de l'interaction active, plus précisément l'enquête dialogique, dans la verbalisation du savoir mathématique dans la langue seconde des élèves.

La planification de mon intervention est en grande partie fondée sur des démarches d'enseignement s'inspirant *des approches communicatives* de Mortimer et Scott (2003), de la notion de communauté d'apprenants ou communauté classe (Bostic & Jaccobe, 2010; Hiebert et al., 1996, 1997; Laferrière, 2005). On songe, entre autres aux notions clés comme (1) les notions d'échafaudage social et analytique car en tant qu'enseignante-chercheure, je jouais le rôle de guide pour faciliter le discours dans la classe, (2) les outils de questionnement/d'autoquestionnement, d'évaluation/d'auto-évaluation et (3) la résolution de problèmes qui servaient tous de plates-formes dans l'utilisation des *approches communicatives du dialogue (*Mortimer & Scott, 2003) pour faire avancer le discours dans la classe.

3.3.1. Les cycles et les phases de la recherche

L'étude s'est déroulée en 14 semaines au cours de l'année scolaire. Elle était constituée de deux cycles; chacun de ceux-ci était composé de quatre phases : (1) planification, (2) intervention, (3) collecte de données, et (4) réflexion. Les paragraphes suivants décrivent les grandes lignes du déroulement de chacune de ces phases de chacun des deux cycles qui seront plus amplement élaborées au chapitre 4.

3.3.1.1. La phase de la planification des deux cycles

Le processus de planification a tenu compte de la préparation des élèves (les informer de ce qui allait se passer dans la classe), la lettre de consentement des parents pour l'enregistrement numérique des élèves (décrits un peu plus loin) et l'identification des stratégies et outils-ressources qui avaient pour objectifs de favoriser la collaboration et le discours dialogique dans les classes de mathématiques. L'analyse des données et certaines lacunes émergentes inscrites dans la réflexion du premier cycle ont contribué à la planification du cycle deux. Ceci correspond à l'approche cyclique action et réflexion et un retour sur l'action (Gay et al., 2009; Guay & Prud'homme, 2011; Karsenti & Savoie-Zajc, 2011; Kolb, 1984; Pellerin, 2011); tel est l'avantage du design de la recherche-action dans le cadre de cette étude.

3.3.1.2. La phase de l'intervention des deux cycles

Cette phase de l’étude est aussi élaborée dans le chapitre 4. Elle décrit la mise en action des stratégies qui ont été identifiées, élaborées et enseignées et leurs impacts sur l’apprentissage des élèves tout au cours de l’étude dans les deux cycles. En tant que titulaire de ma classe, j’ai moi-même enseigné toutes les stratégies au cours de la recherche. Il me semble important d’inclure plutôt ici, une description des élèves qui étaient les principaux participants actifs de cette recherche et du contexte (contexte de la classe et de l’école) dans lequel les actions se sont déroulées, incluant l’organisation de l’horaire et des cours de mathématiques et la configuration (le regroupement) des élèves dans la classe.

3.3.1.2.1. Participants/élèves

Il n'y a pas eu des critères spéciaux de sélection ou de recrutement qui excluaient des participants (élèves) dans cette recherche. Les participants étaient mes élèves qui constituaient selon Lecompte et Preissle (cité dans Karsenti & Savoie-Zajc, 2011), ‘un groupe naturel’ ou ‘toute la population’ de la recherche. Ainsi, tous les élèves participaient dans la classe au cours de mes interventions dans le cadre de la recherche et ils apprenaient tous en même temps le curriculum de l’Alberta car il s’agissait avant tout de l’enseignement régulier des mathématiques dans la classe. Il importe toutefois de préciser que les données/documentation numériques qui ont été retenues pour l’analyse et l’interprétation des résultats sont celles qui ont obtenu le consentement des parents. Au moment de cette recherche-action, ma classe de 4ème année comprenait vingt-deux (22) élèves dont l’âge variait entre neuf (9) ans et dix (10) ans. Il y avait huit (8) garçons et quatorze (14) filles.

Deux (2) élèves avaient un plan individualisé en vue d'améliorer leurs habiletés en lecture. Un de ces deux élèves n'était pas à niveau en mathématiques et avait un plan individualisé en mathématiques. Cependant tous les élèves sont restés dans la classe au cours de mes interventions, incluant ces deux élèves participant ainsi dans les activités qui visaient à atteindre les objectifs généraux et spécifiques du programme de mathématiques dans la province de l'Alberta. Cela n'a nui en rien à la recherche ni à leur apprentissage puisqu'ils participaient dans presque toutes les activités en classe de mathématiques comme à l'ordinaire. Au cours du projet, j'ai enseigné le curriculum en suivant mon horaire régulier de la classe et il n'y a pas eu de cours spéciaux ou de cours particuliers de mathématiques en dehors de l'horaire, ni avec des élèves en particulier.

3.3.1.2.2. Le contexte de l'école/la classe

L'étude s'est déroulée dans ma classe de quatrième année d'immersion française dans une école à double voie (immersion précoce et anglophone) située dans une banlieue à la périphérie d'Edmonton. Les deux programmes s'étendent de la maternelle à la 9ème année. La population de l'école au moment de la recherche était d'environ 750 élèves et le programme d'immersion comptait un peu plus que la moitié des élèves dont plus de 95% caucasiens de souche canadienne. Dans le programme d'immersion, à l'exception du cours d'English Language Arts (ELA) qui est enseigné en anglais, toutes les matières sont enseignées en français dès la maternelle. Le cours d'ELA commence à partir de la troisième année. Dans cette école, les élèves communiquent presque totalement en anglais en dehors de la salle de classe. Cependant, parler en français est de rigueur dans la classe et considéré comme une exigence de la part des enseignants d'immersion et des élèves, de l'administration du programme de notre école et ceci conformément aux attentes du programme d'immersion dans la province de l'Alberta. Néanmoins, les élèves ont la permission de parler en anglais dans le cours d'ELA. La communication avec l'administration et les parents se fait entièrement en anglais.

3.3.1.2.3. L'horaire et les cours de mathématiques

Dans cette école, au cours de l'étude, les horaires des cours étaient distribués du lundi au jeudi et une rotation tous les quatre jours. Il y avait cinq périodes de mathématiques de trente-cinq minutes chaque cycle de quatre jours. Aux fins de la recherche, j'ai fait le choix de certains cours de mathématiques pour ma documentation. Ce choix devait tenir compte de l'horaire des cours de mathématiques selon qu'ils étaient placés le matin ou l'après-midi ou selon qu'il s'agissait de l'amorce d'un module, des activités d'évaluation, d'enrichissement ou d'approfondissement. La majorité de ma documentation s'est faite le matin. Mes interventions ont eu lieu pendant 14 semaines de classes et durant les classes de mathématiques uniquement.

3.3.1.2.3. Le regroupement des élèves

Les élèves étaient regroupés en groupes de deux, de trois ou de quatre au maximum. Au départ, les élèves se regroupaient aléatoirement. Ils étaient choisis selon des moyens simples de gestion de groupe. Par exemple, les mêmes élèves avec les mêmes cartes ou un bâton de couleur se regroupaient pour travailler ensemble. Plus tard, au cours du déroulement du deuxième cycle de la recherche, les élèves ont été regroupés en fonction de leur niveau (rendement académique en mathématiques) tantôt de façon homogène, tantôt de façon hétérogène. Ce changement était stratégique aux fins d'observation du déroulement du dialogue entre les différents niveaux de rendement des élèves; c'est-à-dire que je voulais observer la différence dans les discussions entre les différents niveaux en termes de rendement en mathématiques lors du premier cycle de la recherche.

3.3.1.3. La phase de la documentation

La phase de la documentation (Pellerin, 2011) dans cette recherche-action a utilisé trois méthodes de collecte de données. Ces données sont uniquement de types qualitatifs. Elles proviennent de plusieurs sources : (1) du journal de bord de l'enseignant, (2) de l'enregistrement numérique audio et vidéo, et (3) de l'observation participante combinée avec l'entretien et le matériel écrit. L'utilisation de différentes sources de données permettra l'adoption de la technique de triangulation des méthodes de données (Dolbec et Clément, 2000) (tableau 3.1).

Tableau 3.1.
Stratégies de collectes de données

Sources	
Journal de bord	Réflexions et notes du terrain et observations des documents numériques
Documentation numérique	Enregistrement sonore et visuel
Observations	Observation participante active
	Entretien
	Les travaux d'élèves (matériel écrit)

3.3.1.3.1. Données issues du journal de bord

La collecte de données a débuté avec le journal de bord, lequel a continué jusqu'à la fin de la recherche. L'usage de ce journal consistait à inscrire des données brutes recueillies de l'enregistrement audio et vidéo des interactions des élèves, des réflexions au regard des difficultés récurrentes et des apprentissages des élèves, des réflexions et des critiques personnelles sur mes leçons, des changements que j'y ai apportés, des modifications de mes plans d'action et de mes interventions (Dolbec et Clément, 2004; Legendre, 2005). Beaucoup de commentaires qui s'y trouvent présentent également des entretiens avec les élèves et mes observations sur la façon dont le discours des élèves se déroulait dans les groupes. J'y ai aussi consigné des sentiments que j'ai éprouvés tout au long de l'étude et parfois les prises de recul vis-à-vis des situations qui me frustraient, particulièrement quand il fallait concilier mon rôle d'enseignante avec celui de chercheure. Toutes les entrées se faisaient après chaque période de documentation depuis le début de l'intervention jusqu'à la fin.

3.3.1.3.2. Données issues de la documentation numérique

La documentation numérique ou l'enregistrement sonore ou visuel constituait des données issues d'enregistrements sonores et visuels qui ont été très précieux dans le contexte de ma recherche-action (Pellerin, 2011; Karsenti & Savoie-Zajc, 2011). En effet, pendant que les élèves travaillaient en groupe, des appareils d'enregistrement tels qu'un iPad, un iPhone et un magnétophone ont été utilisés lors de la documentation. Ils étaient déposés devant les groupes d'élèves pendant que je circulais entre les groupes. Des données provenant des extraits de vidéos et d'audio des élèves m'ont permis de voir l'impact de mon enseignement et des stratégies qui favorisaient la collaboration interactive dans les cours de mathématiques. Ces données m'ont aussi permis d'analyser les différents angles du discours des élèves en mathématiques, leur interaction sociale, leur comportement vis-à-vis la réaction de leurs pairs montrant la co-construction de leur savoir mathématique. Ce sont des traces tangibles (Pellerin, 2012) auxquelles je me suis référée pour faire mes réflexions que j'ai inscrites dans mon journal de bord. En effet, l'observation et l'écoute des conversations dans les extraits des vidéos ont été pertinentes pour faire mes réflexions, surtout dans la planification du cycle deux.

3.3.1.3.3. Données issues de l'observation participante active

Ces données comprennent aussi l'entretien semi-dirigé et le matériel écrit provenant des élèves. Elles portent en particulier sur la rétroaction des élèves par rapport à mon enseignement. Les questions sont posées directement pendant les cours de mathématiques et les réponses des élèves sont données à l'oral (exemples de questions, Annexe A) et l'auto-évaluation des élèves en groupes (les élèves remplissent leurs fiches d'auto-évaluation remplie par les élèves (Exemples de fiches d'auto-évaluation remplies par les élèves, Annexe B).

L'observation participante. D'abord en ma qualité d'enseignante, je planifie les activités pédagogiques puis les dirige tout en ayant des dialogues interactifs avec les élèves. Ce qui me porte à non seulement noter les observations des interactions des élèves et leur dialogue mais aussi à avoir des échanges avec eux sur leurs perspectives concernant les stratégies utilisées comme le suggère Lessard-Hébert (1997). Dans mon cas, ces échanges aidaient mes élèves à mieux apprendre les mathématiques selon les critères du programme d'études en mathématiques (qui visent les habiletés suivantes : la verbalisation des processus cognitifs, la collaboration et la co-construction du savoir) et en même temps me procuraient des données très pertinentes. Les questions posées aux élèves pour les dialogues interactifs dans l'observation participative peuvent être planifiées ou émergentes de mes leçons mathématiques et participent de mon enseignement. Ce ne sont pas des questions préparées pour la recherche. En fait, après les leçons, j'ai noté dans mon journal de bord ces observations qui ont alimenté mes réflexions et qui m'ont permis de faire des ajustements et des changements. Dans l'observation participante active, comme l'affirme Lessard-Hébert, Goyette, et Boutin (1997), « l'observateur devient lui-même le principal instrument d'observation . . . l'interaction observateur-observé, a pour but de recueillir des données (sur des actions, des opinions et des perspectives des sujets) auxquelles n'aurait pas accès un observateur externe» (p. 102).

L'entretien semi-dirigé. Au cours de la documentation, sur le vif pendant le déroulement des ateliers de mathématiques et aussi à un certain moment de l'étude, j'ai eu des entretiens individuels avec certains élèves ou bien avec toute la classe pour savoir comment ils avaient appréhendé les nouvelles stratégies utilisées. C'était aussi un moyen pour moi de vérifier les pensées des élèves, de connaître leurs émotions par rapport à cette nouvelle pédagogie (négocier, argumenter pour apprendre) qui ne leur était pas familière. Ainsi l'entretien et mes observations se chevauchaient tout au long de la recherche. Ces données issues des entretiens avec les élèves sont utiles et complémentaires à mes données issues de mes observations, ce qui a permis de contrer certains biais propres à celles-ci (Lessard-Hébert et al., 1997). À cet égard, les élèves ne sont pas de simples 'sujets' de recherche mais ils sont des participants actifs qui ont aussi une voix dans la démarche et la collecte des données. L'entretien dans le cadre d'une recherche-action, comme le soulignent Karsenti et Savoie-Zajc (2011), « correspond à un temps d'échanges sur l'objet de recherche entre le participant et le chercheur. Il permet à l'un et à l'autre de mettre en mots des informations, des pensées, des émotions, des intentions, des conceptions et des exemples reliés à la démarche de recherche-action » (p. 203).

Le matériel écrit. Il se composait des fiches d'auto-évaluation (fiches d'outils données aux élèves lors de l'intervention du deuxième cycle de l'étude) des élèves qui avaient montré leurs capacités de verbalisation de leurs pensées mathématiques en français et leur raisonnement lors des débats dans les ateliers de mathématiques. Dans leurs fiches d'auto-évaluation ils indiquaient leur force et leur limite dans les débats, comment ils s'exprimaient et participaient dans les conversations et ils formulaient des moyens de s'améliorer. Ces données ont permis de comprendre l'effet des stratégies dans la promotion du dialogue.

3.4. Considérations éthiques

Conformément aux exigences du comité d'éthique en recherche de l'Université de l'Alberta, un formulaire de consentement a été présenté aux parents des élèves avant de procéder aux enregistrements audio et vidéo des élèves dans la classe (pour le formulaire de consentement, voir Annexe C). Ce formulaire présentait les objectifs de l'étude et aussi l'objectif pour lequel les vidéos seraient utiles dans le cadre de la thèse. En effet, les parents ont été avisés qu'ils pouvaient à tout moment demander de retirer toute documentation (documentation numérique aux fins d'analyses et d'interprétation) sans préavis et sans avoir à en justifier la raison. Tous les élèves de la classe ont donc participé aux activités mais seules les données de ceux de qui nous avions obtenu les permissions des parents pour la documentation numérique ont été analysées. En outre, ils ont été mis au courant de la protection de la confidentialité des informations ainsi que du respect de l'anonymat des élèves. Le directeur de mon école a lui-même distribué les lettres de consentement aux parents.

3.5. Analyses et interprétations des données

Cette recherche a adopté une approche interprétative et réflexive (Denzin & Lincoln, 2008; Gay et al., 2009; Karsenti & Savoie-Zajc, 2011). Des données qualitatives de différentes sources ont été analysées afin de permettre une interprétation approfondie des phénomènes à l'étude. Un processus de codage, conforme aux approches de recherche qualitative, a servi dans l'analyse des données (Miles & Huberman, cité dans Blais & Martineau, 2006). L'identification des catégories et des sous-catégories s'inspira de la démarche de *l'analyse inductive générale* élaborée par Blais et Martineau (2006), qui consiste à « dégager les significations centrales et évidentes parmi les données brutes et relevant des objectifs de la recherche » (p. 7). Au terme de cette analyse, des catégories étant les plus révélatrices des objectifs de recherche identifiés au départ sont considérées pour la présentation et l'interprétation des résultats.

En effet, l'analyse des résultats dans le cadre de cette recherche commence par une écoute très soutenue des dialogues dans la documentation numérique (iPad, iPhone, magnétophone). Puis une transcription textuelle des dialogues est faite à l'écrit, ajoutée à quelques-uns de dialogues qui avaient été inscrits directement au moment où ils se déroulaient dans la classe. Une fois transcrits, une autre étape consistait à examiner des indicateurs (émergents) dans le discours des élèves tels que le ton, les attitudes, le langage non verbal des élèves, l'usage de la langue des élèves incluant l'utilisation des concepts mathématiques qui ont été négociés, les expressions d'argumentations mathématiques et l'usage de la langue qui démontrait un discours dialogique dans la conversation dans les groupes collaboratifs pour la verbalisation du savoir mathématique. Des catégories et sous-catégories initiales ont, en effet, découlé des (indicateurs) thèmes présents dans les extraits des documentations numériques et du journal de bord qui ont été guidées certes par le cadre conceptuel de cette étude. Finalement, des catégories et sous-catégories ont aussi émergé des entretiens semi-dirigés lors de l'observation participative incluant les réflexions. La triangulation de ces données provenant de multiples sources a permis une analyse continue et une interprétation approfondie (Denzin & Lincoln, 2008). De plus, selon une approche réflective (Pink, 2007), les points de vue des élèves font aussi partie des données considérées pour arriver à comprendre le rôle du dialogue dans la construction du savoir mathématique dans la langue seconde des élèves ainsi que leur capacité d'exprimer leur compréhension. Ainsi les expériences des élèves dans le cadre de cette recherche-action en salle de classe ont aussi été analysées : les élèves nous ont indiqué leur prise de conscience de leur apprentissage en nous disant ce qu'ils pensaient des stratégies utilisées. Le chapitre suivant décrit le déroulement de toutes les étapes de la recherche et étale les résultats des différentes activités réalisées.

CHAPITRE 4 : Déroulement de l’étude et présentation des résultats

Ce chapitre fait état du déroulement de l’étude effectuée suivant l’approche méthodologique de la recherche-action.

4.1. Cycle 1 : Description des phases

4.1.1. Planification

Ce cycle, incluant la phase de planification, a duré 6 semaines. Il était construit en fonction de mon objectif de rendre mes élèves capables de verbaliser leur raisonnement mathématique dans leur langue seconde et du besoin de se conformer aux exigences du programme des mathématiques en Alberta. En effet, je visais d’abord à établir un environnement propice et des conditions conduisant à un discours dialogique, c’est-à-dire permettre des échanges interactifs entre les élèves avec confrontation d’idées dans les groupes et dans la classe entière. Ces échanges devaient permettre la communication du savoir mathématique de la part des élèves, laquelle constitue un des processus mathématiques recommandés par le curriculum en cour. Donc, j’ai planifié ce cycle partant de la question spécifique suivante : comment créer un contexte propice au dialogue qui permettra à mes élèves de s’engager dans des discours argumentatifs dans leur langue seconde en mathématiques?

4.1.1.1. Préparation des élèves

Avant mon intervention, j’ai passé du temps (environ la durée d’un cours) à expliquer aux élèves mon intention et mon but en utilisant certaines stratégies qui allaient leur permettre de mieux travailler ensemble et de collaborer tout le temps dans les classes de mathématiques. Je leur ai décrit en quoi consistaient le but à atteindre et les raisons pour lesquelles ils devaient presque toujours travailler dans des groupes au cours des activités en mathématiques. À noter que cette démarche suivait la signature du formulaire de consentement par les parents de mes élèves afin que ces derniers puissent prendre part aux enregistrements numériques. Étant donné que les élèves n'avaient jamais participé auparavant à des enregistrements en classe, il fallait leur expliquer le but et l'importance d'enregistrer leur voix et de les filmer pendant les activités. J'ai informé les élèves que les enregistrements numériques serviraient à documenter leur apprentissage et à évaluer l'impact des stratégies sur leur apprentissage sans que cela affecte leurs notes en mathématiques mais qu'au contraire, ils me permettraient de les aider à progresser dans leur apprentissage en mathématiques. Ceci constitue l'évaluation formative et diagnostique de l'apprentissage des élèves dans le cadre de mon enseignement.

4.1.1.2. Choix des stratégies pédagogiques

L'élaboration de mon plan d'action incluait l'identification des stratégies pédagogiques qui soutiennent le discours dialogique dans mes classes de mathématiques. Les stratégies chevauchent les unes et les autres puisqu'elles structurent à la fois la communication des processus cognitifs et celle des processus émotifs (comportement, attitude) des élèves. Elles sont de trois types : (1) les stratégies liées à un climat propice au dialogue. Elles favorisent un environnement inspirant la confiance nécessaire à l'échange et au débat; (2) les stratégies liées aux compétences linguistiques en vue du débat en mathématiques. Elles confèrent aux élèves des compétences transversales portant sur les habiletés à argumenter en mathématiques, et (3) les stratégies pédagogiques en rapport avec la communication, notamment les compétences langagières en français à l'oral. Les trois catégories de stratégies sont définies et présentées de façon plus détaillée dans la phase d'intervention.

4.1.2. Intervention du cycle 1

4.1.2.1. Description générale

Mes actions ont été mises en œuvre pendant 6 semaines. Elles faisaient partie intégrante de mon enseignement quotidien, c'est-à-dire à l'intérieur de l'horaire régulier de la semaine. J'ai donc enseigné les stratégies que j'ai identifiées au cours de cette phase. Les stratégies liées à une ambiance positive pour le dialogue dans la classe ont été enseignées au cours de la première semaine du cycle 1, prolongeant ainsi la phase de planification. De ce fait, aucune observation n'était prévue la première semaine de mon intervention. L'enseignement des autres stratégies se faisait dans les cours de mathématiques et dans d'autres sujets (décrit un peu plus loin). C'est au cours de cette première semaine que le regroupement des élèves a été effectué. En fait, les élèves ont été regroupés de façon aléatoire. Les élèves ont changé de groupe trois fois pendant ce cycle. Il n'y avait donc pas un regroupement spécial.

4.1.2.2. Enseignement des stratégies liées à une atmosphère de dialogue

Les stratégies liées à une ambiance propice au dialogue faisaient l'objet d'un enseignement qui met en évidence une communauté d'apprenants en mathématiques dans laquelle les élèves n'hésitent pas à discuter. Ces stratégies les préparent à avoir un débat dans les classes de mathématiques à des fins d'apprentissage. (Bostic & Jaccobe, 2010; Bouculat, 2003; Hiebert et al., 1997; Mercer, Wegerif, & Dawes, 1999; Stein, 2007 ; d'Entremont, 1995).

En effet, j'avais planifié une unité de cours sur les caractéristiques d'une communauté d'apprenants et les règles de base qui structurent le discours dialogique en tenant compte de l'apprentissage intégré de certaines matières afin d'enseigner et d’utiliser ces stratégies (tableau 4.1). Par exemple, cette unité faisait particulièrement des liens avec les résultats d’apprentissage du curriculum de santé et du français langue seconde immersion de l’Alberta (French Language Arts). Dans les cours de santé, j’ai mis l’accent sur les résultats généraux tels que <u>le choix en matière de bien-être</u> et <u>les relations humaines</u> ayant le résultat d’apprentissage suivant : « les élèves acquerront des habiletés en relations humaines axées sur la responsabilité, le respect et la bienveillance » (Alberta Education, 2003, p. 4), et « la gestion des sentiments et des émotions [et des] interactions » (pp. 22, 25). J’ai donc entraîné les élèves à utiliser les expressions qui communiquent les sentiments, les émotions et les opinions qui allaient être réinvesties pendant les activités collaboratives en mathématiques. Comme mentionné ci-dessous, les stratégies chevauchent en ce sens que beaucoup de ces expressions sont utilisées dans l’enseignement des stratégies liées au discours argumentatif. Les expressions ont été enseignées notamment dans les cours de français pendant l’enseignement du texte d’opinion et dans les cours de santé. J’ai aussi enseigné aux élèves les règles et les comportements à suivre durant les discussions de groupes et je les ai exercés à les utiliser.

Tableau 4.1.
Résumé des stratégies relatives à une atmosphère favorable au dialogue

Stratégies liées à une atmosphère favorable au dialogue	
1. L'établissement d'une communauté d'apprenants	**2.** Groupe de discussion/débat entre les groupes et entre les pairs
Les caractéristiques d'une communauté d'apprenants - Accepte que toutes les idées soient importantes - Partage les idées avec les pairs - Admet les erreurs (les erreurs sont admises) - Ne juge pas les idées des autres	**Les règles de jeu dans le groupe de discussions** - Attend son tour pour parler - Soutien et supporte ses idées - Écoute les idées des autres - Est d'accord qu'on ne soit pas d'accord - Explique pourquoi on n'est pas d'accord - Trouve un consensus dans le groupe - Encourage les membres du groupe

4.1.2.3. Enseignement des stratégies liées aux compétences pour le débat en mathématiques

Ces stratégies tiennent compte de deux composantes : le discours argumentatif (Bouculat, 2003; Mercer, 1995; Wood, 1999) dans la classe de mathématiques, l'enseignement par la résolution de problèmes (Bostic & Jaccobe, 2010; Hiebert & Wearne, 1993; Van de Walle & Lovin, 2008).

Le discours argumentatif. En ce qui a trait au discours argumentatif, j'ai enseigné des leçons sur les expressions linguistiques pour exprimer une opinion. En effet, le discours argumentatif doit comprendre des expressions pour expliquer, justifier et contester (Bouculat, 2003). En voici quelques exemples enseignés aux élèves : « *Je suis d'accord. Parce que . . . », « Je ne suis pas d'accord. Parce que . . . »; « Est-ce que tu peux expliquer ton raisonnement? », « Je préfère dire . . .* » (tableau 4.2). J'ai planifié ces leçons en me basant sur le programme d'études de français langue seconde en Alberta, particulièrement le domaine production orale (PO3) : « L'élève sera capable de parler clairement et correctement selon la situation de communication en utilisant correctement le vocabulaire et les structures de phrases appropriés pour exprimer ses émotions, ses goûts, ses sentiments et ses opinions) » (Programme d'études - 4e année Français langue seconde – Immersion, p.35)

Tableau 4.2.
Les expressions visant un engagement dans le dialogue

Les expressions pour s'engager dans le dialogue	
Expliquer :	- Voici ma solution . . . /stratégie - Je pense que _______ veut dire - Explique ton raisonnement
Appuyer :	- Je suis d'accord parce que . . .
Contester :	- Je ne suis pas d'accord parce que . . .
Compléter :	- J'aimerais ajouter quelque chose . . .
Enrichir :	- Ça me fait penser que . . . - On pourrait aussi dire que . . .
Réfléchir :	- Je pense . . . - Je dois réfléchir . . .

L'enseignement par la résolution des problèmes. Mes leçons de mathématiques sont planifiées en me référant au programme d'études de mathématiques de l'Alberta qui inclut les indicateurs de rendement.[9] J'ai utilisé l'approche *Understanding by Design* (Wiggins & McTighe, 2011) qui préconise la planification à rebours partant des résultats

[9] Voir le contexte de l'étude qui parle des indicateurs de rendement dans le programme de mathématiques en Alberta.

d'apprentissages spécifiques dans le programme d'étude de la matière en question et l'évaluation diagnostique de l'apprentissage des élèves. J'ai identifié en tout temps les processus mathématiques, particulièrement la **communication**, le **raisonnement** et **la résolution des problèmes**. Cela m'a aidée à trouver des questions essentielles qui, de prime abord, auraient permis aux élèves de réfléchir pour construire leur raisonnement. J'ai sélectionné des problèmes qui tenaient compte des questions donnant aux élèves l'occasion d'utiliser les expressions d'opinion pour justifier leurs idées et pour expliquer leurs stratégies et leur raisonnement à leurs pairs.

J'ai aussi intégré dans mes leçons de mathématiques un objectif obligatoire de langue (Cammarata & Tedick, 2012) qui consistait à identifier les mots clés et les expressions relatives aux concepts mathématiques. Au cours des activités, par exemple, j'encourageais les élèves à utiliser à haute voix les phrases mathématiques suivantes : « est égal à », « est équivalent à », « est réciproque à », « plus grand que », « plus petit que », « opérations réciproques » liées aux concepts en construction. Je les encourageais aussi à utiliser les expressions d'opinion revues dans les cours de santé (Alberta Education, 2003) en français (tableau 4.3).

Tableau 4.3.
Résumé des stratégies relatives aux compétences linguistiques et au débat en mathématiques

Stratégies liées aux compétences linguistiques et au débat en mathématiques	
1. Le débat argumentatif dans la classe de mathématiques	2. L'enseignement par la résolution de problèmes
- Expressions pour s'engager dans le dialogue - Expressions mathématiques récurrentes et relatives au contenu	- Des taches significatives basées sur des problèmes de mathématiques authentiques - Des problèmes correspondant au niveau des élèves où l'énoncé du problème demande de justifier et d'expliquer les réponses ainsi que les méthodes utilisées

4.1.2.4. Enseignements des stratégies pédagogiques en rapport avec la communication orale

Les élèves ajoutaient ces mots de vocabulaire dans leur liste *d'études de mots* qu'ils avaient à accomplir au cours de la période de litératie (une période de 30 minutes chaque jour durant la semaine après la récréation du midi (Boushey & Moser, 2009). En outre, j'affichais au mur les expressions et les phrases mathématiques qui étaient relatives à chaque concept que j'enseignais (tableau 4.4).

Pour la compréhension écrite (CE1) en français, j'ai inclus la lecture de quelques problèmes mathématiques afin que les élèves puissent s'entraîner à la compréhension de l'énoncé d'un problème. En effet, l'énoncé écrit d'un problème mathématique est un texte injonctif qui contient deux parties : les informations présentées dans le problème et les consignes-questions implicites ou explicites (Mercier et al., 2009). En effet, comme ils soulignent, « la compréhension de l’énoncé est la première étape à franchir dans le processus de résolution et c’est souvent à ce niveau que surgissent les premières difficultés » (Mercier et al., 2009, p. 18). Ces difficultés sont encore augmentées étant donné le vocabulaire spécifique (Kotsopoulos, 2007) et même le vocabulaire courant des élèves. Si la définition de certains mots n’est pas claire, elle sera impossible à expliquer. Les élèves devront être capables d’expliquer ou de justifier leur compréhension de l’énoncé en utilisant ces expressions. À noter que certains problèmes dans le manuel de mathématiques des élèves leur demandaient de valider ou de réfléchir sur la vraisemblance de l’énoncé du problème ou de leur solution.

Dans la résolution de problèmes, j’encourageais les élèves à lire à haute voix l’énoncé mathématique. J’ai encouragé la présentation avec toute la classe. C’est-à-dire que le groupe devait présenter sa stratégie en français avec toute la classe, utilisant soit le projecteur ou le tableau blanc. J’ai aussi établi un système de points pour encourager les élèves à parler français dans la classe et dans le travail collaboratif. Par exemple, si les élèves ne parlaient pas en anglais pendant le travail collaboratif, chaque élève du groupe recevait un billet qui lui valait des points. Une accumulation de billets peut lui valoir un article scolaire (crayon spécial, gomme à effacer, etc.) ou de dessiner avec une amie par exemple. Des fois, le groupe décidait d’accumuler une quantité de points et choisissait de commander un livre de « Scholastique » pour tout le groupe.

Tableau 4.4.
Résumé des stratégies pédagogiques liées à la communication orale

1. Étayage des expressions relatives aux concepts mathématiques	2. La litératie (l'oral)
- Expressions mathématiques - Lexique mathématique	- Lecture à haute voix de l'énoncé du problème mathématique - Comprendre les consignes de l'énoncé (étude de texte) - L'étude des mots du lexique mathématique - Présentation orale

4.1.3. La cueillette des données

Comme précisé au début du chapitre, la cueillette des données a commencé à partir de la deuxième semaine, suite aux leçons sur les stratégies d'enseignement en rapport avec l'établissement d'une ambiance favorable au dialogue. Elles sont issues des observations ponctuelles pendant que les élèves travaillaient et de la documentation à partir des enregistrements numériques et des réflexions dans mon journal de bord. Ces données brutes m'ont permis de procéder à l'analyse et à l'interprétation des résultats de mes interventions au cours de ce cycle 1. D'autres observations ont été notées dans un cahier que j'utilisais pour mes notes immédiates, souvent issues de l'observation participative. J'ai aussi inscrit des diagrammes dans mon journal de bord, montrant un début timide d'interaction entre les élèves.

Ces données indiquaient l'attitude des élèves envers le dialogue telle que leur disposition à communiquer leur raisonnement à leurs pairs, le contenu de leur discussion et mon intervention pour encourager le dialogue. Par exemple, j'ai inscrit des diagrammes dans mon journal de bord, montrant un début timide d'interaction entre les élèves (Annexe D). La réécoute des enregistrements numériques des dialogues m'a permis non seulement de documenter si les élèves utilisaient les expressions d'opinion mais aussi l'ampleur (le niveau) de leur participation dans le travail de groupe.

Les dialogues oraux ont été transcrits textuellement afin de préserver l'authenticité des propos des élèves. Mais parfois pour davantage apporter certaines clarifications et faciliter la compréhension pour le lecteur, des mots ou quelques phrases ont été ajoutés et placés entre parenthèses. À ces dialogues s'ajoutent quelques-uns des textes écrits par les élèves. Ceux-ci ont aussi été rapportés ou transcrits mot pour mot.

4.1.4. Analyse des données

Il est à rappeler que cette recherche s'inscrit dans le paradigme interprétatif (Denzin & Lincoln, 2008; Gay et al., 2009; Karsenti & Savoie-Zajc, 2011) et suit une démarche de l'analyse inductive générale (Blais & Martineau, 2006) qui vise à donner un sens aux données brutes. En effet, l'analyse qui suit est centrée sur les données brutes issues de multiples sources telles que des observations des extraits numériques, du journal de bord et de l'observation participante. Ainsi, la technique de triangulation des méthodes de collectes de données a été utilisée (Dolbec & Clément, 2000).

Je m'appuie sur cette catégorisation (tableau 4.5) a priori pour présenter les résultats de mes actions, les impacts de mes actions sur mes élèves et l'interprétation qui s'y rapporte. Étant donné que je me suis aussi inspirée de la théorie ancrée pour mener cette recherche, deux catégories ont été retenues : (1) l'atmosphère du dialogue et (2) la verbalisation des concepts mathématiques qui sont des catégories initiales issues du cadre théorique et des indicateurs relevés qui ont émergé de la documentation en provenance de différentes sources qui sont, à cet effet, des sous-catégories.

Tableau 4.5.
Catégories et indicateurs (sous-catégories) du cycle 1

Catégories		**Indicateurs (sous-catégories)**
Atmosphère du dialogue	• Collaboration	• Comportement : langage verbal ou non verbal (l'attitude corporelle) • Niveau d'autonomie du groupe • Collaboration = partage
Communication (Verbalisation) du savoir mathématique	• Résolution de problèmes • Discours argumentatif	• L'autonomie au niveau de la verbalisation • Collaboration dans l'interprétation du problème (texte mathématique) en collaboration • Expressions mathématiques/Concepts mathématiques. • Expressions d'opinions • Attitude des élèves

4.1.4.1. L'atmosphère du dialogue

L'atmosphère dans laquelle les élèves travaillaient dans le groupe constitue la première catégorie et est analysée suivant la dimension de la **collaboration** entre les élèves dans les groupes.

4.1.4.1.1. La collaboration entre les élèves

Elle est reliée au processus affectif des élèves et est, a priori, déterminante pour le discours dialogique. En effet, j'ai remarqué que cela a pris plus de temps que prévu pour que les élèves acceptent de collaborer (implication mutuelle des apprenants pour apprendre et comprendre ensemble) et d'avoir un dialogue dans le groupe. Tout au début, c’est-à-dire la troisième semaine du cycle, les résultats ont montré que les élèves collaboraient quasiment peu. C’est seulement presque à la fin du cycle qu’il y a eu un léger changement au niveau de l’ambiance dans les groupes où les élèves affichaient un certain intérêt à partager. Quelques indicateurs m’ont aidée à l’évaluer : (a) le **langage verbal/non verbal** des élèves (l’expression faciale, les gestes), (b) le niveau **d’autonomie** du groupe en termes de collaboration entre eux et (c) la conception des élèves de la collaboration qui pour eux se constituait simplement de *partage de solutions.*

a) Le langage verbal et non verbal. En fait, certains élèves étaient réticents à prendre la parole dans le groupe bien qu’ils aient été encouragés à se référer aux expressions d’opinion inscrites au tableau de la classe pour expliquer, justifier ou contester les idées durant les activités. Le groupe était pour la plupart du temps assez silencieux et certains élèves avaient le visage assez tendu. La plupart du temps, chaque élève dans le groupe, la tête dans son livre, travaillait individuellement. De plus, quelques-uns d’entre eux barraient leur cahier ou leur pupitre avec leur main ou avec un livre pour signifier un non-partage. En fait, selon leur propos, il ne fallait pas que leur camarade « les copie ». Par exemple, Avery était venu me voir pour se plaindre de l’élève (Monique) avec qui elle travaillait. Elle s’indignait que Monique copiait ce qu’elle faisait et ne pouvait pas attendre qu’elle achève sa réponse.

Avery	Madame, Monique copie moi. J’ai dit à elle de attendre et elle copie moi.
Enseignant	Ah oui? . . . Pourquoi tu ne lui laisses pas regarder dans ton cahier?
Avery	Je ne suis pas finie yet.
Enseignant	Tu **n’as** pas encore fini? (Correction rapide de grammaire)
Avery	Oh . . . oui je **n’ai pas** fini. (Elle s’est corrigée). Je n’ai pas fini yet . . .

Enseignant	Je croyais que toi et Monique devrait travailler ensemble Avery . . . Tu te rappelles? **On apprend ensemble**. (*J'ai mis l'emphase sur les trois mots*) Hier on a fait un exemple comme ça. J'ai expliqué que . . . Tu sais, tu dois discuter tes stratégies avec Monique n'est-ce pas?
Avery	Oui mais . . . Mais je ne suis . . . Je n'ai pas fini yet . . . Elle copie moi toujours . . . En troisième année elle copie moi et elle copie moi en quatrième année. Je ne veux pas travailler avec Monique. Elle aime copie moi.
Enseignant	OK . . . Je comprends . . . mais . . . comment . . . comment est-ce que tu vas pouvoir collaborer avec elle?
Avery	Je vais dire ce que je fais . . . Mais elle doit faire aussi . . . Elle copie moi et elle dit . . . elle va dire qu'elle a fait.

Avery, n'était pas la seule à se plaindre en ce sens. Il y avait en fait un défi à porter les élèves à parler entre eux à propos des mathématiques. Après ma conversation avec Avery, le même jour, j'ai fait un rappel à tous les élèves sur le besoin de collaborer. Il faut préciser ici qu'avant la recherche, les élèves travaillaient souvent individuellement et parfois en groupe de deux en mathématiques. À ce moment-là, il n'y avait pas une exigence de collaboration entre les élèves. Si un élève souhaitait travailler avec un autre, c'était uniquement pour le besoin de s'asseoir avec son ami et pour « bavarder » en même temps. Je faisais souvent du tête à tête pour aider ceux qui avaient besoin d'aide. Avant la fin et la conclusion du cours, je corrigeais ensemble, en grand groupe et j'étais toujours au centre pour m'assurer que les élèves comprennent.

Avec ma nouvelle approche de travail collaboratif et toutes les stratégies pour le dialogue que j'avais enseignées, je présumais que les élèves allaient commencer à collaborer ou tout au moins discuter ensemble comme je l'avais démontré et recommandé. Pourtant cela ne s'est pas passé comme espéré. Ma première impression d'une part, était d'assumer que le fait de ne pas être dans un groupe avec leurs amis affectait et entravait un peu la collaboration et les interactions puisque il y avait des élèves qui demandaient d'aller travailler avec d'autres élèves dans d'autres groupes. D'autre part, je soupçonnais que les élèves ne comprenaient pas nécessairement mon but qui était qu'ils collaborent, c'est-à-dire qu'ils communiquent afin de comprendre et d'apprendre.

b) Le niveau d'autonomie dans le groupe. Le groupe ne fonctionnait pas comme un ensemble en ce sens que les élèves ne comptaient pas les uns sur les autres. Si un élève ne comprenait pas ce qu'il devait faire, il préférait venir me poser des questions ou bien il attendait mon passage dans le groupe au lieu d'en discuter avec les autres élèves. Il fallait presque toujours mon intervention pour que les élèves initient la conversation. Ils utilisaient à peine les expressions d'opinion puisqu'il n'y avait presque pas d'interactions. Toute interaction entre eux se faisait plutôt sous mon autorité ou entre moi et les élèves. Donc, ils dépendaient tout à fait de moi pour collaborer. La conversation qui suit illustre cette dépendance et mon rôle dans la phase d'initiation au dialogue chez les élèves au cours de ma cinquième journée de documentation. En effet, dans cette activité, les élèves devaient décider s'il s'agissait d'un problème de multiplication ou de division, ensuite de le représenter par une équation et enfin résoudre l'équation. En arrivant, j'ai noté qu'un des trois élèves, celui qui avait fini avant son travail, dessinait et que les deux autres étaient assez silencieux et paraissaient concentrés sur ce qu'ils faisaient.

Enseignant	Qu'est-ce que vous faites les amis? Comprenez-vous les questions du problème?
Chris	Maybe . . .
Enseignant	Maybe?
Enseignant	Maybe? (*Faisant semblant de ne pas comprendre pour porter l'élève à reprendre en français)*
Oliver	Peut-être . . . Peut-être. (Pour corriger Chris). Je suis fini moi. J'attends pour Dominique et Chris. (Très animé), J'ai trouvé. C'est une multiplication. Je suis fini.
Enseignant	Tu as fini Oliver ! Ok . . . C'est bon . . . Oui, mais as-tu . . . Est-ce que tu as discuté la tâche avec tes amis avant de . . . ?
Oliver	Oui . . . (pause). Non. Mais . . . J'ai dit . . . non . . . je veux finir first . . . finir avant. Il est d'accord.
Enseignant	Qui est d'accord? (Tournée vers les deux autres). Vous deux? Vous êtes d'accord? . . . Est-ce que . . . Erm . . . Chris et Dominique? . . . L'avez-vous décidé comme ça, vous aussi? . . . Finir de résoudre le problème d'abord et discuter les réponses ensuite?
Dominique	(Dominique et Chris se regardent et hochent ensemble la tête pour confirmer ce qu'a dit Oliver.)
Dominique	On a juste commencé . . .
Chris	Non . . . Oliver a dit finir first.

Enseignante Ah . . . vous vous êtes entendu comment procéder? C'est très bien. Vous n'avez pas encore fini vous?

Dominique et Chris (en chœur non).

Dominique (secouant vigoureusement la tête) Je pas comprends . . .

Enseignante Qu'est-ce que tu ne comprends pas?

Dominique Qu'est-ce que il dit.

Enseignante Quoi? Le problème?

Dominique Qu'est-ce que il dit dans le problème…

Enseignant Et toi Olivier? As-tu compris le problème?

Oliver Je comprends. Je suis fini avant, j'attends pour . . . J'attends pour Dominique et Chris.

Enseignant Tu les attends? Pourquoi?

Oliver J'attends pour sa réponse.

Enseignante Et si tu discutes avec les autres ce que tu veux faire Olivier?

Oliver Quoi? Je attends . . . Je vais discuter.

Enseignante Vous savez les amis? J'aimerais que vous discutiez ensemble avant de commencer à résoudre. Comprenez les amis?

Oliver Oui on va . . . Je sais.

À partir de cet extrait, on peut constater que mon rôle consistait toujours à inciter la collaboration et l'interaction entre eux car ils n'étaient pas prêts à les initier eux-mêmes. Cette attitude et cette façon de faire étaient similaires dans chaque groupe. Cependant il était plus facile d'obtenir la verbalisation quand j'avais la discussion en grand groupe. En effet, pour leur permettre de communiquer leur compréhension je rappelais à tous les groupes presqu'à chaque cours de « corriger et discuter ensemble ». Au cours de cette discussion collective, les élèves pouvaient partager leurs stratégies de résolution à l'aide de mon questionnement, ce qui a permis un peu plus d'interactions, notamment la verbalisation de leur compréhension de l'énoncé des problèmes.

c) Collaboration comme partage. À la fin de la troisième semaine du cycle, j'ai noté que la collaboration débutait peu à peu mais qu'elle était conçue par les élèves comme une sorte de partage des solutions dans les groupes mais non comme une collaboration pour apprendre et comprendre. Par exemple, dans le même extrait ci-dessus, au lieu d'aborder le deuxième problème comme il le faisait d'habitude (observé tout au début), Oliver attendait que les autres terminent afin d'avoir un certain partage (partager sa solution) avec les autres; ce qui démontrait un quelconque désir et une intention de *collaborer*. En outre, les élèves essayaient de se convaincre qu'ils devaient travailler ensemble. Par exemple, un élève rappelait aux autres membres de son groupe qu'ils devaient travailler ensemble : « *Nous apprenons ensemble, madame dit »* (un des principes d'une communauté d'apprenants que je répétais souvent avec eux). En effet, les élèves prenaient l'habitude de répéter la phrase *« nous apprenons ensemble ».* L'extrait ci-dessous illustre cette évolution et ce désir de la collaboration entre eux. Deux élèves, Ethan et Tarik devaient compléter deux problèmes en paire. Tarik semblait très agité. Il tapait continuellement le bout de son crayon sur le pupitre tout en ayant les yeux dans son cahier.

Tarik	Ethan? Qu'est-ce que tu fais? *(Visiblement très agité, continuant à remuer le bout de l'efface de son crayon)*

Ethan	Je suis sur numéro 2 . . . (*continuant à écrire sans regarder Tarik)*
Tarik	Madame a dit de faire ensemble. You always do that. (*Visage tendu*)
Ethan	No . . . but . . . j'ai attend pour toi et . . . tu es allé sharpen ton crayon. Tu as resté là. *(Visage impatient)*
Tarik	NO?! (Avec colère). J'ai dit . . . J'ai dit de lire and then you started. Je attends. And then . . . my pencil broke. Ethan you do that all the time. (*Dans un ton de reproche)*
Ethan	Yeah . . . mais . . . Tu n'as pas fait! *(Un peu mécontent)*
Tarik	No . . . Je attends pour toi avant. Nous apprenons ensemble, madame dit . . . On doit lire ensemble qu'est-ce qu'il dit . . . then we start. (*dans un ton plaignant).*
Ethan	Ok . . . Yeah. Mais on va pas finir tout le travail. Tu peux lire . . . (*Indiquant le deuxième problème*)
Tarik	Je dois faire « 1 » avant. On lit « 1 » avant.
Ethan	Je suis fini numéro 1. We can do number 2 and then we back on number one.
Tarik	Non . . . Ethan.

La discussion a continué jusqu'à ce que Ethan ait décidé de revenir sur le premier problème. Ils l'ont lu ensemble mais Ethan était très impatient et voulait simplement communiquer sa réponse. Tarik avait vraiment insisté pour qu'ils reprennent tout au début pour lire ensemble le problème et décider s'ils allaient travailler individuellement et partager ensuite leur solution même quand Ethan avait déjà terminé. L'on peut comprendre que Tarik pouvait lui aussi travailler individuellement mais il voulait au moins lire le problème avec Ethan et décider comment procéder ensuite. Cet exemple d'interaction en groupe entre les élèves démontre, en effet, le désir des élèves de travailler ensemble. Cela, nonobstant l'atmosphère de dialogue, ne paraissait pas détendu quand on considère les expressions faciales, la voix, le ton et le comportement des élèves.

4.1.4.2. La verbalisation du savoir mathématique

La verbalisation du savoir mathématique est une catégorie centrale dans l'apport de la réponse à ma question de recherche. Elle avait deux dimensions essentielles reliées à la communication des processus cognitifs des élèves à travers (1) la résolution des problèmes qui met en évidence d'une part la lecture et l'interprétation du problème et d'autre part l'utilisation du lexique et des concepts mathématiques et (2) le discours argumentatif par l'utilisation des expressions d'opinions par les élèves et l'attitude de ces derniers face à l'argumentation.

4.1.4.2.1. La résolution des problèmes

Les élèves ont montré une préférence pour la résolution de problèmes car contrairement au cours traditionnel où ils ont à compléter une page d'exercices, ils avaient à résoudre deux problèmes pendant la période de mathématiques. Apparemment, ils croyaient qu'ils n'avaient pas beaucoup à accomplir. Pourtant, la complexité des problèmes exigeait beaucoup plus de temps qu'ils ne pensaient. Selon les directives, les élèves devaient lire, comprendre ensemble l'énoncé du problème et discuter leur stratégie et parvenir à un consensus afin de présenter leur travail à la classe (exemple de directives, Annexe E).

a) Interprétation du problème (lecture du texte mathématique). Pour interpréter le problème, les élèves devaient lire l'énoncé dans le but de le comprendre. Lorsque les élèves lisaient l'énoncé du problème, ils se rendaient compte de leurs lacunes au niveau du vocabulaire. Ils notaient les mots dans leur liste « étude de mots » pour s'exercer au cours de la période de litératie sans chercher à comprendre leur signification. Au lieu de discuter entre eux pour trouver les moyens de comprendre les mots, ils venaient encore vers moi pour que je les aide à comprendre ces mots inconnus ou à interpréter le problème et aller ensuite travailler de façon individuelle à l'intérieur même du groupe. Ils n'étaient pas autonomes, comme on vient de le constater. Malgré les leçons sur les règles de discussions, les caractéristiques d'une communauté d'apprentissage, le dialogue ne se faisait pas aux fins d'un discours mathématique; c'est-à-dire qu'il n'y avait pas une verbalisation de la compréhension des concepts dans les groupes. Une partie de leur conversation était constituée de décisions à prendre sur ce qu'ils devaient accomplir, c'est à dire des problèmes à compléter, le temps dont ils avaient besoin pour terminer, la manière de procéder, la lecture à haute voix du problème par un élève ou par tout le groupe et le partage des solutions du problème qu'ils résoudraient individuellement. Ils coopéraient[10] tout au moins sur la manière de s'y prendre sans véritablement collaborer. Ce procédé était très commun entre les groupes pendant tout le reste du cycle. L'extrait suivant l'illustre. Noah, Natalie et Jessica venaient de finir de partager leur solution d'un premier problème et étaient prêts à commencer leur deuxième problème.

[10] Une répartition des tâches entre les apprenants où chacun peut accomplir de manière autonome et responsable sa part de travail (Johnson & Johnson, 1989).

Noah	Est-ce que je peux lire maintenant?
Natalie	On peut lire ensemble.
Noah	Mais tu as déjà?
Jessica	Mais je n'ai pas encore
Natalie	Ok . . . On lit ensemble?
Noah	Ok. On lit ensemble . . . et puis . . . on fait le problème.

b) Les expressions et le lexique mathématiques. Bien qu'il n'y ait pas eu un vrai dialogue sur les stratégies à utiliser pour résoudre les problèmes et sur les concepts mathématiques, à la fin du cycle, les élèves étaient capables de verbaliser aisément le lexique et le registre mathématiques liés aux concepts. Par exemple, les expressions « est égal à », « est équivalent à », « est réciproque à », « plus grand que », « plus petit que », les concepts tels que « opérations réciproques », « tableau de valeur de position » « disposition en nombres égaux », etc. étaient dans leur conversation surtout quand ils partageaient leur solution ou pendant qu'ils lisaient.

4.1.4.2.2. Le discours argumentatif.

À la fin du cycle, dans certains groupes, les résultats ont montré qu'il y a eu un début d'interactions entre les élèves, mais peu d'argumentation puisqu'il n'y avait pas de confrontation d'idées.

a) **L'utilisation des expressions d'opinion**. En somme, les élèves utilisaient plus ou moins quelques-unes des expressions verbales suggérées pour mener la conversation. Souvent, un élève rappelait à un membre du groupe d'utiliser les expressions d'opinion pour expliquer sa réponse. Par exemple, des fois la discussion se portait sur l'utilisation des expressions même s'il ne s'agissait pas de justifications. Comme le moment où Noah a interrompu Natalie qui communiquait très vite une réponse avant même de finir de lire le problème.

Natalie	J'ai trouvé 26.
Noah	Tu n'as pas dit *je pense que*.
Natalie	Well, j'ai dit . . . j'ai dit j'ai trouvé.
Noah	Tu dois dire *je pense que* . . .
Natalie	(Ignore Noah et continue) twenty six is the answer. Qu'est-ce que c'est ta réponse?
Noah	Tu dois dire … tu parles en anglais Natalie . . . tu dois dire *je pense que.*
Jessica	Regarde pour *les* au tableau. *Je pense que* si tu veux dire ton opinion. Madame a écrit *les* au tableau.
Noah	Tu dois dire *je pense que* la solution est 26.
Natalie	Tu n'as pas dit your . . . tu n'as pas dit ta réponse.

Natalie est une élève très capable en mathématiques. Elle s'empressait de dire sa réponse comme elle le faisait d'habitude. À la vérité, Natalie n'était pas en train d'expliquer une démarche. L'expression « je pense que » suggérée par Noah n'était pas tellement nécessaire ici. Cependant l'insistance de Noah fait penser que les élèves étaient conscients de l'utilisation des expressions d'opinions et qu'ils devaient les utiliser pour expliquer et justifier une idée. Dans les cours suivants, je leur ai donné plus de temps afin qu'ils deviennent encore plus conscients de l'utilité des expressions et qu'ils soient en mesure de les utiliser davantage. Ils commençaient alors à utiliser plus souvent les expressions d'opinion. Toutefois, le but pour eux c'était de trouver leur réponse et de la partager.

b) L'attitude des élèves. L'attitude des élèves par rapport à l'argumentation, permet aussi d'examiner la dimension discours argumentatif. Encore, presqu'à la fin du premier cycle, l'on observait une intention d'interaction qui n'était pas pourtant dialogique, c'est-à-dire que les élèves montraient ce désir de partager leurs conclusions sans confrontation d'idées. Chez certains élèves, il y avait plutôt de l'arrogance, montrant qu'ils avaient la bonne réponse lorsqu'ils partageaient leur solution. En effet, au moment du « partage de solution » l'élève le plus capable en mathématiques paraissait assez intimidant au niveau du ton de la voix, comme Natalie le faisait, par exemple. Souvent, les autres qui n'avaient pas la même réponse (qui ne croyaient pas avoir une bonne réponse) hochaient la tête pour montrer leur consentement ou ils faisaient un haussement d'épaules pour exprimer un désaccord ou pour ne pas répondre simplement. Un élève vivace comme Noah, amorçait quelquefois une discussion qui, souvent, ne portait pas sur les concepts mais déclenchait plutôt de l'animosité. Les élèves fuyaient l'argumentation même quand ils voulaient partager leurs idées et ceci presque dans tous les groupes dans la classe. Un peu plus tard, au cours de ce cycle, j'ai constaté que quand ils n'étaient pas d'accord, ils ne discutaient pas, ils m'appelaient, tous ensemble, pour faire la médiation. C'était cet appel collectif (un appel du groupe) à mon intervention qui exprimait en quelque sorte une envie d'argumenter.

Dans le prochain extrait, par exemple, Jessica et Natalie expliquaient non seulement leur réponse, mais aussi pourquoi et comment elles avaient eu leur réponse. Pourtant Jessica qui avait trouvé une réponse différente (elle avait fait une estimation d'après la consigne et elle avait eu une bonne stratégie) a préféré effacer sa réponse pour se mettre d'accord avec les deux autres, Natalie et Noah, qui ont trouvé la réponse exacte (contraire à la consigne). À noter que Noah et Natalie sont généralement très rapides et pensent qu'ils ont toujours raison.

Jessica	J'ai trouvé 50 parce que . . . parce que il a allé à son frère maison et fait plus de . . . plus de km. 36 est 40 et je add 10. ..J'ai écrit : il a parcouru environ 50 km de route.
Natalie	Je pense que mon est bon, je sais . . . c'est une addition parce que il dit ici que il a fait 12 km de plus . . . c'est un plus. I think . . . I mean . . . a réponse est 48 km » (*avec un ton imposant*).
Noah	Oui . . . Je suis d'accord . . . J'ai 48 aussi. Il dit il a allé à son frère et fait 12 km de plus (*avec autorité*).
Jessica	What? . . . Yeah . . . Yeah . . . All right . . . I know . . . I guess. (*effaçant sa solution et se levant brusquement*).

Jessica savait très bien qu'elle faisait une estimation. Elle avait raison. Cependant, elle n'était pas capable de contredire les autres. Elle a fui la confrontation. Elle s'était levée en fait pour venir me voir et vérifier si elle avait bien compris la consigne puisque sa réponse était différente de celle des autres. En analysant l'attitude des élèves et leur interaction dans cet extrait, l'on peut dire qu'un discours mathématique émergeait timidement des groupes collaboratifs. Cependant il n'y avait donc pas eu un discours argumentatif qui aurait démontré le développement d'un raisonnement.

Vraisemblablement, ce raisonnement aurait porté les élèves à retourner à la consigne du problème et Jessica aurait pu justifier sa démarche et les deux autres élèves auraient fini par répondre à la question qui leur était posée. Le discours était plutôt cumulatif qu'exploratoire en ce sens que les élèvent partageaient (confirmaient) les mêmes idées et soutenaient les élèves à qui ils faisaient confiance sans être critiqués (Mercer, 1995; Wegerif & Mercer, 1997).

L'analyse des comportements des élèves, soit dans leur groupe ou en grand groupe lors du discours de la classe, m'a permis de comprendre qu'ils n'étaient pas prêts à confronter leurs idées par peur de se tromper, d'être incorrects et d'être jugés subséquemment. En outre, ils avaient besoin d'un accompagnement plus soutenu, leur donnant le moyen de se questionner eux-mêmes de manière interactive en vue du discours dialogique. *Leur demander* de se poser des questions eux-mêmes ne suffisait donc pas en soi. Il fallait leur montrer le type de questions à se poser entre eux et le moment de les poser pour qu'ils soient capables de s'approprier ensemble les concepts.

4.1.4.6. Réflexion (du cycle 1)

Deux concepts clés ont guidé l'analyse de ce premier cycle : l'atmosphère du dialogue et la verbalisation du savoir mathématique. L'analyse des indicateurs permettant de les saisir m'a conduit à formuler quelques constats initiaux : (a) le manque d'autonomie et (b) le manque d'appropriation du discours mathématique.

a) Le manque d'autonomie chez les élèves

Il manquait aux élèves de l'indépendance pour initier des conversations eux-mêmes et pour exprimer leurs idées afin de développer leur raisonnement mathématique. L'absence d'une interaction consistante et l'attitude des élèves face à l'argumentation au cours de ce cycle ont révélé des lacunes dans ma planification et ma façon d'établir et d'échafauder le dialogue dans les groupes. En fait, j'écrivais au tableau les expressions d'opinion et je m'attendais à ce que les élèves s'y réfèrent de façon autonome. Je circulais beaucoup entre les groupes pour inciter le dialogue. Cependant, je parlais beaucoup plus que les élèves en essayant à la fois de répondre à leurs questions et de les encourager à discuter ensemble. Sans ma présence, il n'y avait pas de collaboration. Au milieu du cycle, j'ai eu des courtes périodes d'enseignement pendant une activité mathématique pour rappeler aux élèves le but du dialogue dans leur groupe, les normes à suivre et surtout les caractéristiques d'une communauté d'apprenants. Malgré tout, le dialogue n'avançait pas beaucoup et les élèves montraient de l'impatience à chaque fois qu'ils étaient encouragés à prendre la parole.

b) **Le manque d'appropriation du discours mathématique**

La verbalisation des connaissances des mathématiques était quasi absente dans les activités collaboratives. Par exemple, quand les élèves ne comprenaient pas ce qu'ils devaient faire, ils m'appelaient. Ils semblaient lire les problèmes de mathématiques sans aucun but et ne cherchaient pas à les comprendre en trouvant les données ou en suivant les consignes comme cela avait été recommandé dans les directives. Il y a eu en réalité un début de conversation où les élèves coopéraient et s'entendaient sur des principes en ce qui a trait aux tâches qu'ils devaient accomplir; ce qui a quand même changé la façon traditionnelle de travailler en mathématiques. Tout compte fait, il n'y a pas eu de discours mathématique dans les groupes.

Conclusion du cycle 1

Tenant compte de ces constats, il s'est avéré pertinent de remettre en question ma démarche d'enseignement-apprentissage des mathématiques. La lecture et la quête de la compréhension du problème auraient pu être la première étape dans le raisonnement mathématique; per conséquent, une interaction entre les élèves. Cela n'a pas été autant efficace. Toutefois, il m'a semblé que cette démarche demeure le moyen le plus élémentaire d'initier la conversation dans les groupes, laquelle initierait le discours mathématique. En fait, le constat est que les élèves n'arrivaient pas à s'approprier le discours mathématique du fait qu'ils ne pouvaient pas avoir un débat argumentatif pour mettre en œuvre leur raisonnement. Pour y remédier, j'ai donc envisagé de réorganiser ma leçon de mathématiques en utilisant d'autres approches qui prévoiraient des moments précis pour des dialogues interactifs. J'ai donc prévu un échafaudage (échafaudage analytique et l'échafaudage analytique (Nathan & Knuth, 2003; Williams & Baxter, 1996) plus structuré, utilisant des stratégies qui, vraisemblablement, aideraient les élèves à s'approprier le discours mathématique sans trop dépendre de moi.

4.2. Cycle 2

4.2.1. Planification du cycle 2

À partir des résultats du cycle 1, il a été possible de procéder à des ajustements au niveau de l'utilisation de mes stratégies pédagogiques, incluant un regroupement des élèves afin de les amener à entretenir un dialogue pendant les activités collaboratives. La planification de ce cycle se faisait en même temps que ma réflexion où j'ai pris en considération les lacunes émergentes du cycle précédent. De ce fait, il n'y a eu aucune coupure entre les deux cycles. Cependant, j'ai eu un entretien avec toute la classe d'abord et avec quelques élèves ensuite, afin de me renseigner sur leurs perspectives sur ma nouvelle façon d'enseigner les mathématiques et leur implication dans leur apprentissage par rapport à mes approches (questions d'entrevue en annexe). La réponse des élèves a confirmé les lacunes de mon accompagnement dans l'établissement du discours dans les groupes. Une question guidait désormais mes nouvelles actions : comment rendre mes stratégies plus efficaces et quelles ressources/quels outils donner aux élèves pour qu'ils s'approprient le discours mathématique (verbalisation du discours mathématique) et pour qu'ils soient assez autonomes pour mener un dialogue exploratoire dans les groupes collaboratifs (l'atmosphère du dialogue)?

4.2.1.1. Ajustements des stratégies

En somme, bien que prometteuses aux fins d'un discours dialogique au premier cycle, il manquait plusieurs éléments à certaines de mes stratégies. Au cours de la planification du deuxième cycle, certaines de mes stratégies enseignées au cycle 1 ont été reprises et validées pendant que d'autres « stratégies réajustées » ainsi nommées, empêchaient le type de dialogue que je voulais établir dans les groupes collaboratifs. Les changements que j'ai effectués mettaient donc l'emphase sur des stratégies qui ont plutôt réorienté mon rôle dans la facilitation du dialogue, en utilisant simultanément l'échafaudage social et l'échafaudage mathématique (Williams & Baxter, 1996). Il s'agit de l'enseignement des stratégies socio-affectives et des stratégies (cognitives) soutenant les compétences mathématiques et linguistiques des groupes, créant ainsi, une véritable communauté d'apprenants en mathématiques. J'ai continué à utiliser l'approche intégrée des matières pour réviser les stratégies.

4.2.1.2. Regroupements des élèves

Tout au début du cycle 2, j'ai gardé les groupes tels qu'ils avaient été constitués et j'ai misé un peu sur les habitudes des élèves à travailler ensemble malgré le peu de résultats que cela donnait en termes de collaboration. Au milieu du cycle, j'ai dû regrouper les élèves en mettant ensemble les élèves qui avaient le même rendement en mathématiques en raison de certaines observations que je préciserai plus tard dans l'analyse des résultats. Dans la phase suivante, une description générale du cycle précédera la description de la mise en place et l'application des nouvelles stratégies mentionnées ci-dessus.

4.2.2. Intervention du cycle 2 (Actions)

4.2.2.1. Description générale

Ce cycle a été plus long et a duré 8 semaines. Il était plus intensif que le précédent. En fait, les élèves revenaient de la pause de printemps. Les routines reprenaient. C'était l'occasion de leur rappeler les règles de conduite par rapport à leur comportement et les raisons qui les justifiaient. L'enseignement des stratégies socio-affectives était alors bien à propos. Travailler en groupe était devenu une habitude et ne constituait plus un défi pour les élèves; ce qui a un peu contribué au renforcement d'un climat positif pour le dialogue. Comparativement au cycle précédent, les élèves étaient moins distraits par rapport aux enregistrements audio et vidéo durant les activités. Le cours de mathématiques était devenu la classe préférée des élèves car ils insistaient pour avoir un prolongement de certaines périodes. Mes activités d'enseignement continuaient de façon régulière.

La mise en œuvre des nouvelles stratégies allait donc réorienter mon rôle dans la facilitation du dialogue qui a effectivement pris une autre tournure par rapport au premier cycle. Le tableau (4.6) ci-dessous résume les stratégies utilisées au cours de mon enseignement (mes actions) au deuxième cycle, suivi des détails du déroulement de l'utilisation de ces stratégies.

Tableau 4.6.
Nouvelles stratégies au cycle 2

Nouvelles stratégies		
1. L'établissement d'une communauté d'apprenants (stratégies socio-affectives)-échafaudage social	2. Échafaudage analytique et étayage de la langue	3. Les outils/ressources de références
(Normes) Socio-affectives - Le respect d'autrui - La tolérance - L'écoute - L'autonomie - La confiance	L'approche pédagogique communicative du dialogue (interactif-dialogique-autoritatif) - L'atelier de mathématiques - La présentation orale des groupes - Les débats entre les groupes	Les fiches/cartes-éclairs - L'auto-questionnement (élèves) - Le questionnement (enseignant) - L'auto-évaluation (élève) - Évaluation (enseignant) - Les expressions

4.2.2.2. Enseignement des stratégies socio-affectives

a) Le développement des habiletés sociales

Pour développer les habiletés sociales chez les élèves, j'ai enseigné une leçon sur les normes sociales en insistant sur les valeurs telles que la tolérance, le respect d'autrui et l'écoute dans mes cours de santé. Au cours de certaines activités sur les techniques de débats dans un cours de français, les élèves ont donc appris à pratiquer l'écoute, à montrer du respect les uns envers les autres. Ces techniques participent de l'échafaudage social qui fournit un environnement favorable au discours et contribue ainsi à jeter les bases pour la construction de la compréhension mathématique.

Dans d'autres activités, les élèves ont appris également à admettre leur tort et à accepter les erreurs des autres. Au cours des activités en grand groupe en mathématiques, j'ai expressément donné plus de temps aux élèves qui ont eu des réponses incorrectes afin d'expliquer leur démarche sans être jugés. Inévitablement, cela a incité le débat en mettant les élèves au défi de justifier et de prouver leur réponse tout en respectant l'idée des autres.

b) Le développement de la confiance et l'autonomie chez les élèves

Le développement de la confiance chez les élèves dépendait de la façon dont je comptais les aider à gérer leurs émotions/ leur humeur pendant les discussions dans les groupes. Il est à rappeler que les élèves n'étaient pas toujours prêts à argumenter parce qu'ils se méfiaient du jugement des autres élèves. Alors, lorsque je circulais dans les groupes, j'ai réduit ma prise de parole, prenant plus de temps à écouter et je me suis effacée pour laisser les enfants discuter entre eux. J'ai insisté sur le fait qu'ils devaient se consulter entre eux, apprendre à compter sur chacun des membres de leur groupe et se fier les uns aux autres avant de recourir à mon aide. J'intervenais quand même, mais rarement pour faire le point sur les conventions mathématiques.

4.2.2.3. Stratégies (ajustées) soutenant la verbalisation des compétences mathématiques et linguistiques

a) L'approche pédagogique communicative

De fait, la plus grande adaptation au niveau de mes stratégies d'enseignement en mathématiques au cours de ce cycle a été l'incorporation des buts pédagogiques dans mes leçons, lesquels déterminaient le modèle et le déroulement du discours dans la classe en adaptant *l'approche pédagogique communicative du dialogue interactif* (Mortimer & Scott, 2003). Cela aidait à faire avancer le dialogue. Les buts pédagogiques dans mes plans de leçons correspondaient aux processus mathématiques du cadre conceptuel du programme de mathématique en Alberta mis en œuvre depuis 2007. Les processus mathématiques démontraient en même temps le ***savoir et les habiletés*** tels que : **communiquer** pour apprendre des concepts et pour exprimer leur compréhension, **établir** des liens entre les idées mathématiques, **développer** un raisonnement mathématique, **développer** des nouvelles connaissances et les **appliquer pour résoudre** un problème (Alberta Education, 2007). L'approche pédagogique communicative que Mortimer et Scott ont développée dans les cours de sciences présente des modèles de discours dans la classe qui se répètent dans un cycle : interactif/dialogique *(explore)* - interactif/autoritatif *(work on)* -non interactif/autoritatif *(review* ; Mortimer & Scott, 2003). La même régularité peut s'observer dans une seule activité. En fait, l'enseignant échafaude les modèles de façon à réguler à la fois le discours entre les élèves et entre l'enseignant et les élèves. Dans mes leçons de mathématiques, j'ai adapté cette approche à travers la mise en place d'un concept *atelier de mathématiques* que je décris dans ce qui suit (voir un exemple de plan de leçon utilisant le concept atelier, Annexe F)

b) L'atelier de mathématiques

En réalité, mes cours de mathématiques se déroulaient sous une forme *d'atelier de mathématiques* dans lequel j'utilisais l'approche pédagogique communicative du dialogue. L'atelier était constitué de trois étapes distinctes pendant une leçon. Chaque étape précisait le but pédagogique de ma leçon, l'organisation de la classe (en tenant compte de mon rôle et de celui des élèves dans les groupes collaboratifs) et l'approche communicative (la façon dont se déroulait le dialogue), c'est-à-dire le cycle interactif-dialogique-autoritatif. À noter qu'un seul atelier peut avoir un ou deux buts pédagogiques selon le rythme de l'apprentissage et la complexité du concept mathématique. Bien que le cycle interactif/dialogique/autoritatif puisse se répéter dans chaque activité, (comme initialement élaboré par Mortimer & Scott, 2003) dans mon cas, à chaque étape de mon atelier, je concentrais mes observations sur un modèle à la fois. Les étapes de l'atelier sont décrites ci-dessous tout en montrant le modèle de discours que j'ai priorisé pour chacune des étapes.

Étape 1

La première étape était un court temps d'enseignement d'une mini-leçon pour introduire ou continuer l'apprentissage d'un nouveau concept. On **explorait** ensemble le concept en grand groupe. Mes interrogations (exemples de questionnement, Annexe G) incitaient les élèves à verbaliser leurs connaissances antérieures, expliquant et justifiant leur savoir antérieur. À ce stade, je priorisais le modèle *interactif/dialogique* entre moi et les élèves et entre les élèves eux-mêmes car un élève avait besoin d'ajouter ou de contredire un autre pendant la discussion. Par exemple, pour introduire le concept (la symétrie axiale où les élèves apprenaient à trier les figures selon le nombre d'axes de symétrie), onze (11) figures géométriques étaient proposées aux élèves. Ils devaient décider si le carré et le rectangle devraient se trouver dans la même partie du diagramme de Venn. Mon questionnement leur a permis de faire le lien avec ce qu'ils savaient déjà tel que : la propriété d'un parallélogramme montrant qu'un carré est aussi un rectangle et les figures symétriques et que l'axe de symétrie divisant une figure en deux parties congruentes. Bien que cette partie présente le déroulement de mon enseignement, cet extrait illustre très bien mon questionnement et la verbalisation des élèves et j'ai choisi de le rapporter ici :

Enseignant	Alors les amis pour le carré et le rectangle? Que décidez-vous? (*La majorité de la classe a la main levée. Je choisis un élève).*
Jules	Il est dans la même boîte.
Enseignant	Est-ce qu'on est d'accord avec Jules que les deux vont dans la même boite?
Monique	Oui . . . Parce que ils sont le même.
Enseignant	Peux-tu expliquer ton raisonnement Monique? Comment est-ce qu'ils sont les mêmes?
Monique	Le rectangle a 4 côtés, le carré a 4 côtés et ils sont et ils sont . . .
Jules	Les angles a 90 partout pour les deux oui? Et puis . . . et puis . . . ils sont le mêmes parce que ils ont les diagonales.
Monique	Les lignes . . . Hmmm . . . les diagonales cross . . . (elle fait le geste avec ses bras. (*J'ai tracé au tableau pour représenter son explication pour le carré et pour le rectangle tout en répétant les diagonales se coupent en leur milieu).*
Jack	(Secourant vigoureusement la tête). Non non . . . Je ne suis pas d'accord. Il va pas. (*Toute la classe parle en même temps. Les avis divergent).*
Enseignant	Très bien, les amis. On a besoin de comprendre les deux choix n'est-ce pas? Il faut qu'on s'entende là-dessus. Et si Jack nous explique pourquoi les deux figurent ne vont pas dans la même boîte? (La moitié de la classe veut donner une explication. J'ai donc laissé Jack continuer).

Jack	Dans le carré, toutes les côtés sont le même partout. Dans le rectangle toutes les côtés ne sont pas les mêmes partout. Deux côtés qui sont les mêmes seulement.
Enseignant	Dans un rectangle, les côtés parallèles sont égaux (*montrant les cotés parallèles égaux*). Oui . . . Mais comment est-ce que cela montre que le carré et le rectangle n'ont pas le même nombre d'axes de symétrie?
Monique	Mais on peut couper le rectangle dans les côtés aussi oui? Il y a 4 lignes. Il y a 4 lignes de symétrie.
Avery	Oui . . . mais les diagonales dans le rectangle n'est pas les symétries parce que il ne tombe pas ensemble. On a fait ça déjà. On a fait avec le papier et avec le mira dans l'aut' jour.
Enseignant	Ah . . . Les amis? Ecoutez ça. Est-ce que on a entendu Avery? C'est très bien cette explication. Les parties ne correspondent pas avec les diagonales. Mais pourquoi elles ne correspondent pas?
Avery	Avec les carrés, les côtés sont le même, la ligne qui passe dans les points et le milieu de chaque côté va faire la partie congruente chaque fois.
Jack	(Continue) avec le rectangle c'est pas possible à cause de les autres côtés qui n'est pas égale . . . qui sont différents.

Cette discussion a pris fin avec cet apprentissage : quand la figure est pliée le long de son axe de symétrie, les parties correspondent exactement et, dans les polygones réguliers, il y a autant d'axes de symétrie que de côtés. Les élèves avaient les directives d'aller continuer dans leur groupe et de continuer à travailler en collaboration. Bien que c'était interactif/dialogique, je tenais à ce que les élèves utilisent bien le lexique et les conventions mathématiques déjà acquis pour être capables d'avoir un discours mathématique (dialogique autoritatif et échafaudage analytique). Il faut noter que c'est au cours de cette mini-leçon que je faisais l'étayage de la langue seconde (Cammarata & Tedick, 2012; Lyster, 2007). Je travaillais le vocabulaire et la compréhension de l'énoncé du problème avec les élèves. J'ai posé des questions spécifiques telles que : *quelles sont les informations dans le problème? Qu'est-ce qu'on me demande de faire*? (Voir en annexe le tableau de questionnement comme outil pour les élèves) lesquelles aidaient les élèves à comprendre l'énoncé du problème. De cette façon, je modelais le questionnement pour les élèves. Avec le questionnement, les élèves devaient ainsi s'approprier le texte, les mots et les données du problème. Du coup on révisait les mots de vocabulaire et les expressions relatives au concept de façon plus concrète, contrairement au premier cycle. Les élèves étaient sollicités de verbaliser (communiquer) leurs connaissances antérieures, d'établir les liens avec les concepts qu'ils avaient déjà appris.

Étape 2

La deuxième étape commençait avec le travail collaboratif. Elle était plus longue car il s'agissait du travail collaboratif qui demandait beaucoup plus de temps. Je me décentrais davantage, encourageant plutôt les élèves à élaborer eux-mêmes les concepts. En fait, après la mini-leçon, les élèves recevaient les directives et les tâches qui incluaient leur responsabilité en termes de collaboration durant, pendant et après l'activité. Ils s'**engageaient** à élaborer ou appliquer les nouvelles idées (nouveaux concepts) afin de s'approprier ensemble la nouvelle connaissance enseignée et de développer leur raisonnement mathématique. C'était aussi un engagement à verbaliser et à co-construire leur savoir mathématique. Ils continuaient à travailler soit sur une activité commencée pendant la mini-leçon ou sur de nouveaux problèmes par rapport au nouveau concept. Par exemple, après la discussion sur le classement des polygones suivant le nombre d'axes de symétries, les élèves ont travaillé en groupe sur 3 problèmes où ils se sont engagés à élaborer le concept. Ils devaient, à ce moment-là, utiliser les ressources (décrites plus tard dans le texte) qui les aidaient à verbaliser leur compréhension dans le groupe. Ici le dialogue prend la forme ***interactive/dialogique*** entre les élèves. Mon rôle (échafaudage social et analytique) était (1) de circuler dans les groupes pour encourager les discussions, les échanges d'arguments, l'utilisation des expressions et pour poser des questions aux fins de dialogue entre les élèves (Auriat-Peyronnet, 2003); (2) d'intervenir pour aider les élèves à expliciter leurs stratégies, (3) d'évaluer et de vérifier la compréhension des élèves au cours des discussions et (4) d'aider les élèves à gérer leurs humeurs et leurs émotions afin qu'il y ait une ambiance positive dans les groupes (échafaudage social). Mon rôle s'inscrivait dans un modèle interactif/dialogique (quand je passais dans les groupes, je vérifiais leur compréhension en leur demandant de justifier leur raisonnement) et en même temps interactif/autoritatif (échafaudage analytique, reprenant les concepts utilisant le vocabulaire approprié et les conventions. Exemple : *polygone régulier, parties congruentes, côtés parallèles* ou vérifier les concepts en posant quelques questions fermées)

Étape 3

La dernière étape consistait en une discussion collective. Chaque groupe devait élaborer/partager ses stratégies, sa solution avec toute la classe. Quelquefois cet échange se passait entre deux groupes. De mon côté, je faisais le point pour clarifier et valider leur compréhension du concept, les conventions mathématiques ou les aider à faire la généralisation des notions (Nathan & Knuth, 2003; Williams & Baxter, 1996) et conclure ma leçon. Toutefois, j'écoutais les discussions et laissais les groupes interagir même si les réponses n'étaient pas correctes. Le modèle du discours prenait, ici, la forme *interactive/dialogique/autoritative.* Le tableau (4.7) résume la manière dont j'ai adapté l'approche pédagogique communicative dans ma classe de mathématiques pour réguler le dialogue.

Tableau 4.7.
L'approche communicative adaptée vers la verbalisation du savoir mathématique

Buts pédagogiques (Alberta Education, 2007)	**Étape de l'atelier**	**Regroupement et gestion**	**Processus mathématiques (Alberta Education, 2007)**	**Approche pédagogique communicative basée sur Mortimer et Scott, 2003**
Explorer un nouveau concept avec les élèves	Étape 1	- Groupe collectif (enseignant/élèves)	- **Communiquer** le savoir - **Établir** les **liens** entre les concepts - **Développer** un raisonnement	Interactif dialogique/ autoritatif
Engager les élèves à développer leur raisonnement mathématique	Étape 2	- Groupe collaboratif (élèves)	- **Développer** un raisonnement - Appliquer des nouvelles connaissances pour **résoudre** un problème - **Communiquer** le savoir	Interactif/ dialogique
Elaborer les idées en vue d'un raisonnement	Étape 2 Étape 3	- Groupe collaboratif/ groupe collectif - Enseignant/ - élèves	- **Appliquer** les connaissances pour résoudre un problème - **Communiquer** le savoir	Interactif dialogique/ autoritatif
Résumer les notions mathématiques	Étape 2 Étape 3	- Groupe collaboratif/ - groupe collectif - Enseignant/ - élèves	- **Appliquer** les connaissances pour résoudre un problème - **Communiquer** le savoir	Non interactif/ autoritatif

c) Outils/Ressources pour les élèves

Pendant les activités collaboratives (étape 2 dans l'atelier), les élèves avaient reçu les fiches d'outils/ressources, incluant les expressions d'opinions enseignées au premier cycle et je les encourageais à les utiliser.

Les cartes de questionnement. Chaque élève a reçu des cartes-éclairs contenant les mots et les expressions interrogatifs suivants : *Quelles sont les informations dans le problème? Qu'est-ce qu'on nous demande de faire? Quelle est notre tâche? De quel concept s'agit-il? Quelles stratégies utiliser, etc.* (voir plus d'exemples de questionnement pour les élèves, Annexe H). Ils pouvaient utiliser ces cartes-éclairs pour se poser des questions afin de mieux comprendre l'énoncé d'un problème et faire le choix des stratégies pour le résoudre.

Outil d'auto-évaluation (élèves) Comme le précisent Lafortune, Jacob, et Hébert (2000) l'auto-évaluation constitue un moyen de contrôler ses actions et d'effectuer la régulation nécessaire en posant des questions sur sa démarche. J'ai donc fourni aux élèves cet outil (Voir les outils auto-évaluation, Annexe I) afin qu'ils s'évaluent par rapport à l'usage du français, leur participation et leur engagement au dialogue. Chaque élève a reçu une fiche d'auto-évaluation dans son « duotang » de mathématiques (une sorte de cartable en carton avec des attaches). J'ai modelé la façon d'utiliser l'évaluation. La fiche était conçue pour quatre (4) leçons de mathématiques. Il la remplissait pendant ou bien après chaque leçon. Je l'ai ramassée après les leçons et en ai discuté avec les élèves afin de leur montrer l'intérêt que je portais à la façon dont eux-mêmes valorisaient leur engagement dans le dialogue. En outre cela m'a permis de voir l'impact des nouvelles stratégies que j'avais mises en place dans mon enseignement.

Outil d'évaluation (enseignant). Je suivais mes leçons telles qu'elles étaient planifiées. Cependant, en plus d'un objectif de langue lié au contenu pour étayer la langue (Lyster, 2007), j'ai donc introduit un objectif de dialogue qui m'a permis de mieux évaluer les interactions dans les groupes. De ce fait, j'ai créé un outil d'évaluation qui mesurait à la fois le niveau de français utilisé dans les groupes et celui de l'engagement au dialogue des élèves (exemple d'outil d'évaluation enseignant, Annexe J).

4.2.2. La collecte des données

J'ai commencé à enseigner en utilisant l'approche atelier après la pause de printemps et les observations ont commencé exactement une semaine après. Comme pour le premier cycle, toute trace du comportement des élèves était observée en grande partie à partir des enregistrements numériques. Les enregistrements numériques (Karsenti & Savoie-Zajc, 2011) comme outil de documentations numériques (Pellerin, 2011, 2012) représentent une source fiable des discussions entre les élèves et contribuent de façon primordiale à l'interprétation (Pellerin, 2012). Les réflexions et les commentaires inscrits dans le journal de bord sont joints à ces enregistrements afin d'avoir un portrait plus global de la situation. Comme pour le premier cycle, certaines de mes observations et des dialogues dans la classe étaient notés dans un cahier que j'utilisais pour mes notes immédiates, souvent issues de l'observation participative qui découlait de l'entrevue avec les élèves pendant les cours et même après les cours (exemple des entrées dans le journal et des notes prises pendant que les élèves travaillent, Annexe K).

4.2.4. L'analyse des données et présentations des résultats du cycle 2.

Dans le souci de mieux saisir les concepts en étude et vérifier leur opérationnalité, tel qu'indiqué dans le tableau 4.8 ci-dessous, les mêmes catégories ont été retenues. Cependant, je les ai décortiquées davantage à l'aide des indicateurs supplémentaires. Aussi, puisqu'il s'agissait d'une acquisition des concepts dans une langue seconde, j'ai alors, dans ce deuxième cycle, introduit une troisième catégorie, la langue seconde (voir le tableau).

Tableau 4.8.
Catégories et indicateurs (sous-catégories) du cycle 2

Catégories		Indicateurs
Atmosphère du dialogue	• L'indépendance • La confiance	• Le temps de parole • L'écoute/le silence • L'interdépendance entre les groupes
Verbalisation du savoir mathématique	• L'appropriation du discours mathématique • Le discours argumentatif	• L'effet de l'atelier mathématique • L'effet des ressources • Le discours automatique des concepts • L'interaction enseignant/élève • L'interaction élèves/élèves • L'interaction dans les groupes homogènes
Utilisation de la langue seconde	• La production orale • L'autocorrection	• La communication en français • Les expressions d'opinion • Les fiches d'auto-évaluation

Comme au cycle 1, les mêmes démarches sont considérées pour présenter les résultats. La catégorisation, comme mentionnée au premier cycle, s'inscrit dans la théorie ancrée, laquelle permet d'interpréter les résultats tout en mettant en évidence les défis observés à travers une réflexion qui s'inspire de mes stratégies réajustées au cours du cycle 2.

4.2.4.1. L'atmosphère propice au dialogue

J'ai analysé l'atmosphère du dialogue en fonction du progrès que les élèves ont réalisé au niveau de *l'indépendance* et de la *confiance* lors des échanges dans les groupes. L'analyse de leur comportement donne des indices qui ont aidé à saisir le fait/l'existence d'un climat propice à un débat argumentatif dans la classe. Comme pour le cycle précédent, certains indicateurs m'ont aidée à évaluer cette catégorie. Aux indicateurs (le langage non verbal des élèves et le niveau d'autonomie du groupe) précédemment examinés au cours du cycle précédent se sont ajoutés des nouveaux éléments comme : le temps de parole, l'écoute/le silence et l'interdépendance. Cela a permis à la fois de saisir une certaine évolution au niveau de la dimension personnelle et interpersonnelle des élèves et d'installer un climat favorable à un discours argumentatif dans la classe. En effet, cette évolution s'observe dans l'acquisition de l'autonomie chez eux. Celle-ci se manifestait sous deux aspects : l'interdépendance des groupes dans la collaboration, le temps et la liberté qu'ils prenaient pour discuter.

4.2.4.1.1. L'indépendance

L'interdépendance des groupes dans la collaboration. En fait, quand un groupe n'arrivait pas à comprendre les consignes dans un problème et à s'entendre sur une question, il sollicitait l'aide d'un autre groupe. Il y avait donc une collaboration, une sorte d'entraide entre les élèves et une collaboration entre les groupes. Cette discussion ci-dessous illustre à la fois l'entente qui se faisait entre les élèves sur une question et la validation de leur compréhension avec un autre groupe.

Les élèves travaillaient sur les objets à trois dimensions : les prismes. Il fallait trier des prismes (dessins) en utilisant les propriétés (formes de leur base, forme des faces). Les élèves avaient déjà lu le problème et ils cherchaient à comprendre les consignes du problème. La discussion avait commencé depuis déjà 5 minutes :

Don. Quelle propriété hein? Est-ce que propriété c'est comme . . . c'est comme . . .

Devon Propriété c'est comme 6 faces, 12 arêtes et . . . et 8 sommets . . . Je crois.

Don Comme carac . . . carac-terisique?

Mason Ca-rac-té-ris-tique.

Don Ok, . . . Je peux pas dire.

Mason (Parle très vite) OK . . . Mais c'est carré, c'est la face . . . C'est la propriété.

Don Le carré c'est . . .

Devon Attends . . . Attends . . . propriété c'est tout la même . . . C'est quand la même base . . .

Don Non . . . Devon ça a un face et un base rectangle . . .

Devon Carré . . . base et face carré. Même base, même face . . . je crois?

Don Un carré est un rectangle . . . on a vu . . . c'est la même chose . . . (Voulant élaborer son idée à propos des bases carrés et des bases rectangulaire).

Mason Oui . . . non . . . mais dès fois oui, dès fois non. On sait oui?

Devon Non carré, base carré . . . Ils sont tous les primes, . . . les prismes . . . c'est la propriété! (Avec assurance)

Mason Non ce n'est pas . . . Je ne suis pas d'accord. (Pause et relecture du texte en silence).

Mason	Why? Je m'excuse . . . Pourquoi? Qu'est-ce que la question demande? Je pense que la question demande la propriété.
Devon	C'est tous les primes oui?
Don	(Finit de lire une autre fois le problème) : Ohhhhhhh . . . On doit trouver les propriétés de chaque un . . . de tous ensemble!
Devon	Chacun oui . . .
Don	Ça doit être tous ensemble. Les propriétés de ce qui va ensemble.
Mason	On sait que c'est tous les prismes. La question dit quelle propriété tous ces prismes a . . . et mettre ensemble ce qui sont la même.
Don	Oui . . . mais non . . . Tu dois dire qu'est-ce que les prismes qui sont pareils . . .
Devon	Ils sont tous les prismes . . . Ils sont tous les bases carrés c'est la propriété.
Don	Je suis confuse . . . c'est juste les bases et juste les faces qui ont la même. Ce prisme n'est pas un. Il a un triangle . . .
Devon	Attends . . . est-ce Avery a trouvé? Attends . . . Je vais demander à Avery.
Don	Base et face sont la même ici.

Le groupe d'Avery, bien entendu, discutait également les consignes. Les élèves avaient fini par trouver ce qu'ils cherchaient. Cet exemple a montré qu'il n'y avait pas de doute que les élèves se sentaient à l'aise de partager leurs idées même quand ils étaient incertains. En outre, ils ont eu un dépassement au niveau personnel; ce qui a facilité une collaboration entre eux et entre les groupes. Par exemple, ils n'hésitaient pas à solliciter l'aide d'un autre élève ou d'un autre groupe. Les interactions intergroupes étaient devenues un moyen très courant car les élèves avaient peut-être compris que je m'effaçais davantage et que je ne voulais pas être toujours à leur rescousse. Il a fallu que je résiste à leur souffler de temps en temps une piste de sortie, les laissant se débrouiller seuls, acceptant d'être observatrice-enseignante. Ils comptaient plutôt sur d'autres élèves dans un autre groupe. Dans la séquence suivante, il faut surtout noter la nature de l'aide. Ils ne demandaient pas la réponse du problème. Ils voulaient s'enquérir de la stratégie que l'autre groupe avait utilisée.

Don Je pense que on . . . on besoin d'aide avec ça.

Mason Pourquoi? . . . We did it . . . On a fait . . . non?

Don Hem... Avery a trouvé c'est pas congruent. Nous a trouvé que c'est congruent…

Devon Nous a trouvé que c'est différent… nous? C'est congruent…nous a trouvé que c'est congruent. C'est la bonne réponse.

Mason Est-ce que on va pour leur dire? Peut-être qu'ils ont fait (comment dit-on) une mistake . . .

Don Peut-être nous a fait une erreur aussi.

Mason oui . . . une erreur . . .je veux dire. Quelle stratégie il . . . elle a fait?

Devon Je va demander . . .

Don Moi aussi (Mason a suivi les autres . . .).

Le temps de parole aux élèves. Les élèves prenaient tout leur temps pour discuter une question. Ils ne se souciaient plus de la longueur et de la durée de la tâche; ce qui toutefois se révélait un grand défi dans la gestion du temps par rapport à l'horaire du cours de mathématiques. Souvent, une question se débattait dans un long débat qui ne finissait pas jusqu'à mon intervention pour les aider à trouver un consensus. Ainsi, il était parfois difficile de revenir aux tâches car la discussion s'animait à un point que les élèves voulaient à tout prix défendre leur point de vue. Cela engendrait quelquefois un débat collectif en grand groupe quand il fallait que j'intervienne pour faire le point sur un concept pour toute la classe. Par exemple, dans ce même cours de mathématiques, j'ai dû rappeler toute la classe pour réviser la propriété des prismes. Du moins, cela a témoigné de la liberté qu'ils se donnaient de collaborer entre eux, du climat de confiance qui régnait dans les groupes.

4.2.4.1.2. La confiance

En ce qui a trait à la *confiance*, certains signes l'indiquaient. D'abord, les élèves ne se préoccupaient plus de savoir avec qui ils devaient travailler dans un groupe. Au premier cycle par contre, c'était pour moi un défi de mettre certains élèves ensemble; et beaucoup d'entre eux se sentaient forcés à travailler dans un groupe et y restaient malgré eux. Au cours de ce deuxième cycle, il y avait plus d'inclusion car ils avaient finalement compris que c'était leur démarche vers la résolution de leur problème qui comptait au lieu de leur solution. En outre, les élèves construisaient leur raisonnement le plus naturellement possible car ils prenaient le temps de réfléchir sans se laisser bousculer par le temps. On pouvait noter que les élèves étaient engagés même dans le silence. En effet, certains de leurs gestes exprimaient la confiance qu'ils dégageaient. **L'écoute/le silence** est un des éléments observés durant les discussions et dans la documentation numérique. Par exemple, les élèves s'écoutaient avec beaucoup de patience. Quelquefois, il n'y avait que du silence, mais un silence réflexif lorsque, ne disant rien pendant plus d'une minute, les élèves avaient soit leurs mains au-dessus de la tête, un regard fixe/interpellatif ou simplement étaient-ils en train de hocher la tête.

L'atmosphère dans les groupes était devenue plus détendue. Comme espéré, la classe était devenue une communauté d'apprenants en mathématiques. Ce qui a eu des retombées positives pour les autres matières. (Les retombées de cette étude vont être élaborées davantage dans la discussion des résultats).

4.2.4.2.La verbalisation du savoir mathématique

La verbalisation du savoir mathématique est une catégorie centrale dans l'apport de la réponse à ma question de recherche. Deux sous-catégories ressortent et sont reliées à la communication des processus cognitifs mathématiques des élèves : l'appropriation du discours mathématique et le discours argumentatif.

4.2.4.2.1. L'appropriation du discours mathématique

L'appropriation du discours mathématique s'est faite lentement. Je l'ai analysée en me basant sur certains indicateurs qui ont révélé d'une part, l'effet de *l'approche atelier mathématique* et *les outils/ressources* que les élèves ont reçus au début du cycle et d'autre part, un automatisme dans l'énoncé de leur discours sur les concepts mathématiques.

L'effet de l'atelier de mathématiques. L'atelier de mathématiques, comme prévu, a permis de mieux réguler le type d'interaction basée sur l'approche communicative du dialogue. Il établissait une sorte de structure à laquelle les élèves s'étaient bien appliqués graduellement. L'atelier a aussi créé un dynamisme dans les groupes et dans la classe en général. En effet, l'étape 2 de l'atelier a facilité l'interaction entre les élèves. Les élèves répondaient mieux aux attentes en termes de leur engagement (participation au dialogue, communication en français) au cours des activités collaboratives. Ils savaient que c'était leur tour de parler entre eux et ils s'employaient à le faire. Le modèle interactif/dialogique élève/élève était priorisé. Les élèves étaient en fait engagés dans les discussions. À noter également qu'à mesure que le temps passait, ils travaillaient plus volontairement ensemble. L'atmosphère dans les groupes était devenue plus détendue.

L'effet des outils/ressources. Pendant les trois premières semaines de ce cycle, les élèves utilisaient souvent les cartes-éclairs (l'auto-questionnement et les expressions d'opinion, voir annexe) qu'ils avaient reçues tout au début. Cependant, j'ai noté qu'ils utilisaient le questionnement de façon dramatique quand ils posaient des questions pour comprendre l'énoncé d'un problème ou quand ils devaient s'entendre sur une stratégie à utiliser pour résoudre le problème. L'interaction n'était pas spontanée. Elle était, pour ainsi dire, très méthodique parce que les élèves lisaient les questions et les répétaient mot à mot. Par exemple, après la lecture d'un problème, ils posaient les questions l'une après l'autre et y répondaient comme s'ils lisaient les instructions pour jouer un jeu ou comme s'ils faisaient la compréhension écrite d'un texte. Ils lisaient, en fait, à tour de rôle les questions suivantes : *Quelles sont les données dans le problème*? *Qu'est-ce qu'on demande de faire?* Ils rédigeaient les réponses à chaque question dans leur cahier. La plupart du temps, cet exercice n'aidait pas à comprendre l'énoncé du problème. Après avoir résolu le problème, habituellement chaque élève dans le groupe essayait d'expliquer sa solution, correcte ou non, mais il n'y avait pas une argumentation sur les différences dans les solutions et sur la stratégie qui était utilisée.

Le changement observé, par rapport au premier cycle, était le fait qu'ils pouvaient se référer à des outils qui leur étaient plus accessibles, ceci les aidant à formuler des questions appropriées pour essayer de comprendre l'énoncé d'un problème.

Au cours de la quatrième semaine de mon observation, j'ai noté que les élèves posaient plus naturellement des questions et qu'ils commençaient à utiliser les cartes de moins en moins. Mais la question « *Quelle stratégie utiliser ou qu'est-ce qu'on fait?* » a été déterminante dans le début de leur engagement au dialogue. En effet, ils ne pouvaient pas commencer la rédaction de leur solution sans essayer de répondre à cette question. Tout au début du cycle, j'avais noté qu'ils répondaient chacun en haussant les épaules, marmonnant quelque chose d'inaudible qu'on pouvait deviner comme *« I don't know ».* Pendant que je circulais dans les groupes, je leur rappelais mes attentes qui exigeaient une réponse à cette question avant de commencer la rédaction de leur solution. Cela les a amenés à relire l'énoncé du problème et à essayer de le comprendre. Ils avaient commencé à être véritablement engagés. À ce moment-là, le questionnement automatique émergeait. C'était le début de la construction d'un raisonnement. Dans ce dialogue ci-dessous, les élèves étaient revenus à l'énoncé du problème et posaient des questions pour comprendre le problème sans chercher à regarder les cartes.

Sebastian	Ah . . . on doit comprendre qu'est-ce qu'il dit non?
Don	Oh oui ! . . . Qu'est-ce que il dit? Je ne pas comprends . . .
Sebastian	Est-ce que quelqu'un pense . . . Est-ce que quelqu'un peut expliquer ce que congruent veut-dire?
Don	congruent . . . congruent veut dire la même . . .
Jacques	Je pense qu'il faut trouver les informations first oui? Attends attends, attends . . . Comme . . . les mots dans le problème, les . . . (Sebastian cherchait dans son duotang les cartes de questionnement).
Sebastian	J'ai déjà dit ça . . . on doit comprendre . . . Il y a des graphiques . . .
Jacques	Non, il y a des formes . . .

Don	Les formes sont des carrés, des rectangles. Les prismes sont des objets . . . des objets dans le monde. Comme la boîte de recyclage . . .
Sebastien	Maintenant qu'est-ce que on fait?

Le discours automatique des concepts mathématiques. Le discours automatique était visible au cours des activités collaboratives pendant l'étape 2 de l'atelier de mathématiques. On peut dire qu'il y avait entre eux des interactions qui mettaient en évidence leur raisonnement mathématique. Il expliquait leur compréhension en utilisant les concepts. Dans le problème suivant, 5 représente le quart d'un ensemble. Combien d'éléments y-a-t-il dans cet ensemble? Don n'avait pas compris. Comme d'habitude, il disait qu'il n'avait pas compris et me cherchait. Dans cette séquence,

Devon	Cinq représente le quart d'un ensemble.
Mason	Cinq représente un quart . . .
Don	Qu'est-ce que ça veut dire?
Devon	. . . oh. Un quart, alors la tout est 20.
Don	Attends . . . attends. Qu'est-ce que ça veut dire?
Devon Mason	La tout . . . la tout est 20 parce que . . .
Devon	Cinq représente le quart d'un ensemble. Un ensemble c'est comme la tout . . . cinq représente le quart de le alors trois autres quart c'est 5, 5, 5, c'est 20, la tout est 20. Est-ce que tu comprends?
Don	Oui mais tu vas trop vite . . . cinq représente . . . c'est ça oui? Un quart, un autre quart est 5 c'est deux quart et

Devon Yes . . . Un autre cinq c'est trois quart et un autre 5 c'est 4 quart ça fait 4 fois 5.

Don le tout c'est 4 quart c'est un tout.

Devon C'est un ensemble comme la classe . . . Regarde c'est 20 élèves un quart c'est 5. 20 est le tout c'est 20 sur 20 comme 4 sur 4 c'est 1. Ce n'est pas comme la barre de chocolat. C'est fraction d'un ensemble.

Don Ohhhhhhh . . . Je comprends? Qu'est-ce qu'on va écrire alors?

Presqu'à la fin du cycle, certains indicateurs tels que (1) **l'auto-questionnement spontané des élèves comme** « *Qu'est-ce qu'on fait avec ça? », « Qu'est-ce que il dit? », « Non . . . regarde la question »* et **(2) la verbalisation des concepts mathématiques et des thèmes mathématiques comme** *« c'est pas une multiplication ci . . . », « . . . Oh on fait une division avec reste non? », « C'est le réciproque »*, permettent de saisir la communication de leur raisonnement mathématique, laquelle révèle cette appropriation du discours mathématique que je tenais à développer chez eux. Par exemple ici, les élèves étaient seuls et essayaient de trouver la stratégie à utiliser pour trouver combien de cartons il fallait utiliser si un carton peut contenir 6 bouteilles alors qu'il y a 32 bouteilles.

Don On a 32 bouteilles . . . oui ? (Le questionnement : qu'est-ce que c'est? Les données du problème.)

Mason Qu'est-ce que on fait avec ça? (Le questionnement : comment faire? Quelle stratégie?)

Don	Tu dois trouver combien de bouteilles il y a…(confirmation des consignes).
Sebastian	OK . . . non regarde la question . . . combien de cartons il dit? (Relecture pour s’assurer si la consigne est claire).
Don	Je pense que c’est . . ...6 fois quoi qui est plus . . . 6 fois quoi qui est plus proche à 32 . . . est vraiment plus proche à 32? Plus proche à 32 on doit trouver? (La stratégie à utiliser).
Mason	Tu dois trouver . . . faire la table de 6 et trouver (se mettre d’accord sur la stratégie à utiliser).
Sebastian	Je pense que c’est 6 fois 6 . . .
Mason	Non. Je ne suis pas d’accord avec 6 fois 6 . . . c’est 6 fois 5. Parce que…Mais il faut qu’il reste 2 . . .
Sebastian	What?
Don	C’est pas plus proche . . .
Mason	Oh . . . regarde on fait la division avec reste . . . c’est pas une multiplication c’est une division (précisions des concepts sur lesquels on travaille).
Sebastian	But . . . on peut faire le réciproque. Parce que . . . Look. C’est à l’envers. (les liens entre les concepts).
Mason	Mais on va additionner si c’est une multiplication: 6 fois 5 . . . and then tu additionnes 2. Ce n’est pas un reste . . . (pause) . . . Yes . . . C’est le réciproque . . . Je suis d’accord.

Don — C’est ça . . . j’ai déjà dit ça. 6 fois quoi qui est vraiment plus proche à 32? C’est la réciproque . . .

Mason — 6 fois 6 est plus haut . . . ça c’est pas bon. C’est 6 fois 5 cartons . . . parce que c’est 30 et il reste 2 . . . Il reste 2 attends . . . sil reste 2 oui?

Un autre groupe discutait le même problème. On peut observer en même temps un questionnement automatique et la verbalisation des concepts à travers une argumentation. En effet, dans le même énoncé du problème, une autre question demandait aux élèves de dire si le nombre de cartons peut être différent s’il y a 32 bouteilles ou 35 bouteilles.

Avery — Comment on peut faire ça? (Au lieu de dire quelle stratégie utiliser?)

Monique — 6 bouteilles dans un carton . . . Chaque bouteille doit être placée dans . . .

Avery — Ohhhhhhhhhhh . . . Yes . . . I see (couche sur le dos, très détendu) . . . Attends . . . 6 bouteilles dans chaque boîte?? Attends attends attends . . . Alors, 32 divisé par 6 bouteilles est 5 oui…et puis 36 : 6 est 6 oui?

Haley — Non . . . pas 6. On veut pas 6.

Monique — Ça ne dit pas que tu ne peux pas avoir plus de cartons ça dit le nombre de carton peut être différent . . . dans cette question . . . 6 cartons non?

Haley — What do you mean?

Monique — Le carton PEUT être différent . . . (Accent sur le mot peut).

Haley — But . . . non je ne suis pas d’accord Monique . . . tu dois avoir 6 bouteilles. S’il y a 30 il y a 2 qui reste, 6 fois 4 c’est trop petit . . . C’est 6 fois 5 . . . Je pense. Je sais je sais . . . 30 est le plus proche . . . Si on prend 6 fois 6? 6 fois 6 . . . Il dit . . .

Monique	Il dit PEUT contenir . . . Chaque boite PEUT contenir . . . PEUT . . . 6 bouteilles . . . C'est le maximum. It's MAY . . .
Haley	Il ne dit pas 36 là . . . look (retournant dans l'énoncé du problème). Il dit 32 bouteilles ou 35 bouteilles . . . C'est le boîte . . . pardon . . . c'est le même numéro de cartons . . . Je sais ça.
Monique	What? Est-ce que tu peux expliquer? I don't get it.
Avery	Je sais . . . maintenant. Il reste 2 et il reste 3 . . . Comme Haley a dit c'est le plus proche . . . c'est 6 fois 5 . . .
Monique	Non . . . (Silence). OHHHHHHHHH . . . I see now . . . the same number.. It's five pas différent. 32 et 35 . . . Le maximum is five cartons . . . Je comprends maintenant . . . pas deux différents numéros. J'étais confuse . . . c'est la division avec RESTE.

4.2.4.2.2. Discours argumentatif

Le discours argumentatif est une dimension de la verbalisation du savoir mathématique. Il est indiqué à travers les contestations, les explications et les justifications des idées retracées dans les interactions des élèves particulièrement durant les activités collaboratives de l'étape 2 de mon atelier mathématique.

L'interaction enseignant/élèves. Au cours de l'atelier mathématique, dans quelle que soit l'étape, je jouais le rôle de régulateur de l'interaction entre les élèves. Par exemple, durant la première étape (discours de la classe : élèves/enseignant), le fait qu'il s'agissait presque souvent d'explorer un nouveau concept ou de faire le point sur un concept, les élèves faisaient beaucoup de liens avec leurs connaissances antérieures. Mon questionnement facilitait la verbalisation car je cherchais intentionnellement des explications ou des justifications. Il n'y avait pas toujours une situation d'argumentation. Les élèves contestaient très rarement mais essayaient plutôt d'expliquer leur stratégie. C'est le même résultat pendant mon passage dans les groupes et pendant les discussions collectives. La séquence suivante illustrait mon échafaudage du raisonnement mathématique des élèves quand je circulais dans les groupes. On peut observer l'appropriation du discours mathématique par la façon dont ils répondaient aux questions. Les élèves révisaient le concept : comparaison de deux nombres.

Enseignant D'accord les amis quels sont les nombres que vous comparez ici?

Tous les 4 élèves 1701 et 1721 (en chœur).

Enseignant Comment . . . quelle . . . quelle quelle ressemblance ou quelle différence . . . Erm . . . Y-a-t-il entre ces deux nombres?

Mason Nous a trouvé que 1701 n'a pas . . .

Don N'a pas de dizaine et 1721 a deux.

Enseignant Qu'est-ce que tu veux dire? Je ne comprends pas pourquoi 1701 n'a pas de dizaine? Peux-tu expliquer mieux ton raisonnement? (Long silence . . . plus de 10 secondes).

Enseignant : Est-ce que tu veux dire que . . . 1701? (Je n'ai pas continué).

Avery 1701 a 0 dizaine and Hm . . . I mean . . . Non . . . ce numéro (son crayon sur le nombre 1721) a plus de dizaine. Je sais . . . parce que la façon qu'on a trouvé on a utilisé le tableau des valeurs de position . . .

Enseignant : Tu as utilisé le tableau de valeur de position? Pourquoi?

Monique Pour trouver quel nombre plus petit et plus grand.

Enseignant	Pour trouver le nombre qui est plus petit et le nombre qui est plus grand . . . einhen . . . Je vois . . . Mais le tableau t'aide à faire quoi?
Avery	Pour trouver pour trouver la valeur . . .
Enseignant	Pour trouver la valeur de quoi?
Monique	Les dizaines, les centaines, les milles et les unités.
Enseignant	Que veux-tu dire Monique? . . . Tu as utilisé le tableau? Cela t'a aidé à faire quoi?
Avery	À comparer le nombre . . . je sais que 0 est plus petit que 2 . . . zéro est rien et 2 est 20
Enseignant	Ah . . . 0 ne vaut rien? Rien . . . Comment . . . Qu'est-ce que tu veux dire par rien?
Monique	La place.
Enseignant	La place. Quelle place? . . . (silence et attente) . . . Que vaut 2 ici?
Monique	2 vaut 20.
Enseignant	2 vaut 20? Comment ça?
Monique	Tu sais . . . parce que tu as 2 dizaines . . . Oh je sais maintenant c'est un 10 . . . dizaine . . . Tu sais . . . (Commençant à écrire dans son cahier) c'est 10 c'est 2 dix . . . ça fait 20 . . . c'est la place . . . comme 7 c'est 700 . . . (Montrant son tableau). Ça c'est facile.
Avery	Tu dois dire ça fait 20 unités . . . c'est 20 pour unité mais dans 1701. Zéro dix.
Enseignant	Zéro dix? Comment zéro dix. Tu veux dire?
Monique et Avery	Zéro fois 10.

Enseignant Vraiment? Wow . . . C’est une bonne explication!

Dans ce dialogue, il n’y a pas eu d’argumentation mais les élèves utilisaient les concepts et verbalisaient leur compréhension à partir de mon questionnement. C’est évident que c’était facile pour ce groupe d’élèves. Mais expliquer et clarifier sa stratégie ne l’étaient pas. Apparemment, Monique a bien compris les consignes et elle savait que 1701 était plus petit que 1721. Cependant, elle ne pouvait pas bien expliquer sa stratégie. C’était au moment de mon interaction qu’elle l’a élaborée et a pu communiquer sa compréhension claire du concept.

L’interaction élèves/élèves. Au bout du cycle, soit l’avant dernière semaine, j’ai alors choisi d’examiner de plus près le discours argumentatif dans l’étape 2 de mon atelier mathématique, là où il y a seulement la collaboration des élèves (discours élèves/élèves). Je n’étais pas intervenue comme je le faisais d’habitude. Je choisis de présenter les résultats du discours des élèves à partir de quelques expressions courantes (trouvées dans les cartes ou expressions ressorties automatiquement) que j’ai notées indiquant (1) une explication : *je pense que, je sais que, parce que, j’ai une idée, etc.,* (2) une justification : *je suis d’accord . . . parce que, je ne suis pas d’accord, c’est ça . . . et* enfin une contestation : *ce n’est pas bon, je ne pense pas . . . que . . .* J’ai limité mes observations à deux (2) ateliers mathématiques et j’ai repris toutes les expressions des élèves pendant qu’ils construisaient leur raisonnement dans un tableau. Ci-dessous, j’ai rapporté textuellement un des 2 dialogues entre les élèves et j’ai indiqué dans le tableau 4.9 la quantité de fois qu’ils ont utilisé une expression dans les 2 dialogues. À noter que ce tableau ne représente pas une comparaison de deux moments (comme pour un pré-test et un post-test). Il affiche simplement la progression dans le discours des élèves, la verbalisation d'un discours argumentatif par rapport à un échafaudage plus structuré au deuxième cycle. Dans cet extrait, les élèves devaient disposer 50 pots de pétunias en rangées égales dans des plateaux de 6, de 7, de 8 et de 9. Ils devaient décider de la grandeur des plateaux pouvant contenir le maximum de pots en rangées égales. Comme stratégies, ils ont décidé ensemble de tracer les matrices de la division ou de la multiplication pour résoudre. Ils commençaient à discuter depuis un peu de temps et se rappellent que la division avec reste est le concept sur lequel ils travaillent. Ils ont déjà essayé de diviser 50 par 7 et par 9 aussi mais sont à 6 et à 8.

Mason je pense que c'est le plateau avec 8 . . . 8 va marcher.

Don Oui . . . But explique ta réponse parce que moi j'ai trouvé 6 rangées. Il y a le plateau la qui peut contain 6 (*montrant son dessin*)

Mason C'est bon je pense. Mais . . . mais il y a un plateau avec 8 rangés .J'ai aussi deux qui reste. Alors . . . il . . . Alors il . . . it can . . . il peut . . . Je m'excuse . . . (*Mason montre sa matrice à Don*). Il y a 8 façons de disposer alors. Et il y a 2 qui reste dans le 6ème façon.

Don Mais c'est la même chose . . . mon est bon aussi parce que j'ai deux qui reste.

Mason Non Don . . . oui. Je veux dire deux qui reste . . . oui . . . je sais ça parce que 50 divisé par 8 c'est égal 6 et il y a deux qui restent. Regarde. J'ai fait la matrice avec 8 rangées de 6 aussi. Mais ça ne fonctionne pas.

Don Mais pourquoi ça ne fonctionne pas ? . . . On peut arranger avec les deux façons ? Non ? Je pense que . . . Je pense que . . . C'est comme ça . . .

Non ? Parce que ce n’est pas une seule façon et c’est des rangées égales . . .

Mason	Il dit pas de trouver les façons et les divisions. Parce que . . . *(Les deux élèves sont allés relire le problème)* . . . il peut contenir 7 pétunias ou 8 pétunias ou 9 pétunias.
Don	OHHHH . . . Il dit le maximum. Comment est-ce que tu fais le maximum ?
Mason	Mais c’est le plus petit reste . . . ??
Don	J’ai 2 aussi qui reste ça ne fonctionne pas…(pause) mais avec 6 . . .
Mason	Oh . . . Oui tu as raison . . . mais . . . C’est le maximum de pétunias dans le plateau . . . c’est le plus petit reste et le plus grand quotient avec 50. Je pense qu’on a trouvé . . .
Don	Je sais . . . ça c’est facile.

Tableau 4.9.
Fréquence (nombre de fois) des expressions courantes entendues dans le discours élèves/élèves montrant un discours argumentatif dans deux ateliers

Explication	Contestation	Justification
- Je sais . . . parce que (6) - j'ai une idée (3) - C'est comme (3) - Alors . . . il doit être (4) - Ça dit au moins . . . (1 fois). - Alors tu dois (3) - On peut faire ça . . . parce que - Je pense que (20)	- Ce n'est pas bon (2) - Ce n'est pas ça . . . (5) - Non . . . je ne pense pas (2) - On doit pas . . . parce que (3) - C'est pas comme ça ? (3) - Je ne suis pas d'accord (10 fois) - C'est ce que j'ai dit . . . (3 fois) - Non ce n'est pas . . . (7 fois) - il ne dit pas ça (3)	- C'est vrai parce que j'ai utilisé - C'est ça . . . parce j'ai fait une matrice - Ce n'est pas une seule façon . . . parce qu'il y a 48 (1) - Mon est bon . . . parce que (2 fois) - Tu sais. On doit faire ça et comme ça . . . parce que - C'est ça parce que c'est un nombre égal

Il est tout à fait évident que les élèves utilisaient les expressions plus facilement qu'au cycle précédent. Le fait d'avoir des cartes-éclairs contenant les expressions augmentait la fluidité de leur argumentation. Comme pour la verbalisation des concepts mathématiques, les élèves, en argumentant, utilisaient leurs propres expressions pour expliquer leur raisonnement et pour justifier leurs idées.

Le discours dans les groupes homogènes. Une autre dimension observée dans l'analyse de la verbalisation du savoir mathématique est la nature du discours dans les groupes homogènes, c'est-à-dire que les élèves avaient plus ou moins le même rendement en mathématiques. Cela n'était pas prévu auparavant. En fait, les élèves qui avaient un rendement plus faible en mathématiques parlaient peu dans les discussions. J'entends par un rendement faible, les élèves qui arrivaient dans ma classe avec une note plus basse que

50 pour cent et qui, au début de l'année, avaient toujours besoin d'aide supplémentaire pour comprendre un concept mathématique. Ces élèves, pourtant, participaient dans les dialogues au cours de ce cycle d'eux-mêmes quand c'était avec l'effort des autres plus compétents en mathématiques ou souvent avec mon questionnement quand je circulais dans les groupes. Il n'y avait pas d'inconfort chez eux et ils n'étaient pas intimidés sauf qu'ils écoutaient plus et parlaient moins. J'ai donc essayé d'organiser des groupes homogènes pendant deux ateliers, mettant ensemble les élèves qui avaient les mêmes rendements en mathématiques. J'ai alors noté que le taux de participation chez les groupes de même rendement était égal. Même les élèves avec un faible rendement en mathématiques discutaient l'énoncé du problème et il y avait beaucoup d'argumentations et on notait plus un consensus dans leur débat. Quelquefois, ils sont allés vérifier leurs stratégies et leurs réponses auprès d'autres groupes ou ils sont venus me voir. Cet extrait démontre la discussion avec des élèves qui sont capables d'utiliser les stratégies enseignées. Les élèves étaient en pleine révision des concepts de multiplication et de division. Ce groupe travaillait sur un problème leur demandant de trouver toutes les opérations de multiplications et de divisions avec le nombre 72.

Mason J'ai trouvé 6 multiplications et 12 divisions avec 72. Parce que chaque a deux réciproques.

Sébastien Je peux trouver plus que ça. J'ai trouvé deux multiplications parce que il y a 2 facteurs. Regarde. (*Il écrivait en même temps qu'il parlait. Comme les deux autres, Sébastien maîtrisait bien la table des multiplications*) Il y a deux quotients aussi. 8 fois 9 est égal à 72. 72 divisé par 9 est égal à 8; 9

fois 8 est égal à 72, 72 divisé par 8 est égal à 9. Double et moitié maintenant . . . 4 fois 18 est égal à 72 et . . .

Phoenix Attends . . . attends Sébastien. Tu ne peux pas trouver deux multiplications. Je ne suis pas d'accord avec deux multiplications et deux divisions pour 8 fois 9. On a 8 fois 9 et puis et puis..72 divisé par 9.

Sébastien Oh . . . est-ce que? no.72 divisé par 9 et 72 divisé par 8 est différent. Ce n'est pas la même réponse. (*Phoenix parlait en même temps pour montrer son désaccord. Sébastien continue*). Est-ce que c'est la même réponse? Est-ce que c'est la-même-réponse*? (avec un ton suppliant et de reproche)* Est-ce que 8 et 9 est la même?

Mason Actuellement Sébastien a raison : (*Mason traçait des matrices de la multiplication de la division avec, 8, 9 et 72*). Partager avec 8 et partager avec 9 c'est deux choses différents. 8 et 9 sont des quotients différents. Je suis d'accord avec Sébastien.

Phoenix C'est comme tu trouves deux réciproques pour 8 fois 9.

Mason Oui… parce que tu peux avoir 8 rangées de 9 et 9 rangées de 8.

Phoenix C'est commutative *(en élevant la voix).* 8 fois 9 est égal à 9 fois 8. Ce n'est pas deux multiplications.

Sébastien Oui mais si tu fais les rangées c'est différent. Aussi tu partages avec 8 ou tu partages avec 9 pour la division oui?

Phoenix Je suis d'accord que 8 et 9 c'est différent dans la division mais 8 fois 9 c'est 9 fois 8 non? C'est 72. C'est le produit de 8 et 9. C'est commutativité. On ne peut pas trouver 4 opérations.

Mason Mais c’est deux matrices différents pour 8 fois 9 et 9 fois 8.

Phoenix Mais c’est la même réponse . . . c’est 72 . . . c’est . . . 8 peut-être à la place de 9 dans la multiplication (*avec un ton convaincant*).

Sébastien Ok . . . Qu’est-ce que on écrit?

4.2.4.3. L’utilisation de la langue seconde

L’utilisation de la langue seconde, qui représente le moyen de verbalisation du savoir mathématique, regroupe deux dimensions : (1) la production orale des élèves et (2) l’autocorrection.

4.2.4.3.1. La production orale

La production orale comprenait la communication des concepts en français pendant les 3 étapes de l’atelier. Il faut rappeler ici que les expressions : « explique ta stratégie », « reformule la question », « je ne pense pas », « je suis d’accord, je ne suis pas d’accord », etc. étaient devenues automatiques dans la conversation des élèves. Ils avaient appris à les utiliser depuis le premier cycle de l’étude. Ils s’assuraient de les utiliser quand ils exprimaient leurs opinions. Mais au cours de ce cycle, les résultats ont montré qu’il était plus facile pour les élèves d’utiliser le registre de représentation lié aux concepts (faire une matrice, rangées égales, opération réciproque pour les concepts de multiplication et de division, par exemple) que certaines expressions dans le langage quotidien. Par exemple, les phrases courantes « je ne sais pas », « qu’est-ce que tu veux dire », « faisons ça comme ça » et des mots comme « mais », « quoi », « pourquoi », « oui » n’étaient pas automatiques en français. Les élèves ont plutôt pris le temps de chercher la signification des mots inconnus même quand ils n’étaient pas liés au concept.

À noter que la difficulté propre à certains de ces mots à ce niveau est liée aux connaissances lexicales restreintes en français du langage de tous les jours, qui est la langue seconde des élèves. De plus, ils utilisaient les cartes-éclairs qui contenaient des questions sur le vocabulaire de l'énoncé du problème. Mais encore les expressions courantes étaient exprimées en anglais. Comme dans ce problème de multiplication, les élèves devraient trouver plusieurs dispositions de 48 membres d'une fanfare en rangées égales. Ils n'avaient pas saisi tout de suite les mots *dispositions* et *fanfare*.

Don	Est-ce que quelqu'un sait qu'est-ce que disposition veut dire?
Jake	Je ne comprends pas ce qu'il dit là . . . Qu'est-ce que c'est une fanfare?
Don	Yes . . . on doit . . . disposition et fanfare . . . on doit trouver. Je ne sais pas fanfare.
Monique	I don't know fanfare either.
Jake	Ça regarde comme des rangées égales dans le dessin.
Don	Oh . . . I see . . . c'est une parade (prononciation de parade en anglais). Ils sont des rangées égales.
Monique	But . . . Ça ne dit pas disposition. Oh je sais je sais je sais . . . (excitation) c'est les groupes . . . c'est les groupes c'est les rangées . . . Il montre toutes les dispositions . . .

En fin de compte, les élèves trouvaient le sens de ces mots. Au cours de cette activité, les élèves avaient fini par trouver que la fanfare est comme « un orchestra », « une band » disaient-ils en faisant référence à l'image dans le problème.

4.2.4.3.2. L'autocorrection

Vers la moitié de ce cycle, les élèves ont montré beaucoup de progrès à communiquer en français. Ils essayaient de se corriger ou se faire corriger par un autre élève. L'outil auto-évaluation a été un moyen de persuasion pour la communication en français chez les élèves. Ils devaient en effet remplir et me remettre la fiche d'auto-évaluation qui montrait leur communication et leur engagement au dialogue.

Monique	Est-ce que on dit **le** carte ou **la** carte?
Avery	What? I mean quoi tu dis . . . (rire)
Monique	C'est la carte? ou le carte?
Avery	Je pense le . . . ? Non, excuse-moi. C'est la. Comme dans les études sociales. C'est la carte.
Monique	Si tu n'avais pas la fiche est-ce que tu peux faire sans la carte?
Avery	J'ai dit non parce que . . . parce que . . . tu ne vas pas savoir ça.
Monique	Je pense pas qu'il veut probablement dire . . . Alors il veut probablement dire combien jours ensoleillés . . . oui?

Réflexion du cycle 2.

Comme pour le cycle précédent, les mêmes concepts tels que l'atmosphère positive pour le dialogue et la verbalisation du savoir mathématique ont aussi guidé l'analyse du deuxième cycle. La notion de la langue seconde a été aussi examinée et est entrée en ligne de compte dans l'analyse du cycle 2 du fait que la verbalisation du savoir mathématique devait se faire en français, la langue seconde des élèves.

Initialement, les actions menées au premier cycle de la recherche devaient outiller les élèves de façon à leur permettre de verbaliser leur savoir mathématique dans leur langue seconde en construisant ensemble leur raisonnement dans un débat argumentatif. Néanmoins, ils n'étaient pas en mesure de le faire convenablement et avaient besoin d'un soutien plus structuré, l'échafaudage socio-mathématique, compte tenu de l'exigence de l'argumentation en mathématiques. Etant donné la nature de la recherche action qui est une recherche réflexive, j'ai été contrainte de réexaminer ma planification et mes actions en des termes plus rigoureux; ce qui a été très pertinent dans ce processus puisqu'il s'agissait d'améliorer l'apprentissage des élèves par mes actions pédagogiques et de répondre en même temps aux exigences du curriculum de mathématiques en Alberta. Cette rigueur dans ma planification et dans mes actions au cours du deuxième cycle ont conduit à des résultats plus évidents au niveau de l'apprentissage du dialogue dialogique et conséquemment, au niveau de la verbalisation du savoir mathématique en français chez les élèves.

CHAPITRE 5 : Discussion-conclusion

L'objet de ce chapitre est de présenter une discussion des résultats de cette recherche-action. Ensuite, les contributions pratiques pour les éducateurs, spécialement ceux qui évoluent en immersion seront abordées. Enfin, quelques défis de la recherche permettront de proposer en concluant quelques pistes pour les recherches ultérieures.

5.1. Discussion des résultats

5.1.1. Une vue d'ensemble des résultats de cette recherche-action

Les données de la recherche ont révélé que, pour que les élèves de ma classe en immersion verbalisent leur processus cognitif en mathématiques dans leur langue seconde, il fallait qu'ils s'approprient le discours mathématique de manière indépendante à travers le dialogue.

En fait, s'approprier du discours mathématique revenait d'abord à saisir la portée de l'énoncé du texte mathématique. Ce qui revient à dire que les élèves devaient d'une part, être en mesure d'identifier les concepts dans le problème, d'identifier les données du problème et de faire le lien avec les concepts, d'identifier et de comprendre les consignes dans le problème, et enfin d'être capable de considérer les stratégies à mettre en œuvre pour résoudre le problème et, d'autre part, communiquer cette compréhension à travers une interaction dialogique, en l'occurrence, le discours dialogique. En effet, les résultats ont montré que quand les élèves lisaient à haute voix l'énoncé du problème, quand ils se questionnaient entre eux sur les consignes, ils étaient en mesure de faire des liens avec leurs connaissances antérieures, lesquelles les outillaient pour résoudre le problème. Comme le soulignent Mercier et al. (2009), pour la question dans les consignes, implicite ou non, partielle ou non, les élèves ont besoin de faire une justification. Pourtant, précisent-ils, la maîtrise imparfaite de la langue française, la complexité de l'énoncé mathématique et les limites des élèves au niveau du champ lexical mathématique influent sur la compréhension des mathématiques. De ce fait, ainsi que confirmé dans cette étude, la lecture entre pairs donne l'avantage de co-construire la compréhension. La lecture initie alors la verbalisation car elle suscite le besoin de communiquer ce qu'on comprend de ce qui est écrit. Ce qui suscite instinctivement une négociation du vocabulaire, du lexique mathématique car dans ce processus les élèves font le va-et-vient entre le langage mathématique et leur répertoire linguistique dans la langue cible pour justifier et expliquer leur compréhension. De plus, leur auto-questionnement et l'échafaudage de l'enseignant (incluant le questionnement et l'outil d'évaluation) ont favorisé la verbalisation. Ce processus a été efficace pour les élèves dont le français est la langue cible dans le contexte d'immersion. Ils ont donc eu la chance de négocier dans leur langue seconde et d'améliorer ainsi leur répertoire dans la langue cible. Comme l'ajoute Simard (2001), les mathématiques ne tiennent pas seulement de la pratique, mais aussi elles tiennent de la verbalisation car elles constituent un genre de texte qui implique le transcodage, c'est- à-dire la traduction du langage naturel dans le langage formalisé des mathématiques et vice-versa. Pour les élèves en immersion, les stratégies et les outils examinés dans cette étude ont aidé les élèves à co-construire leur raisonnement mathématique dans la langue cible.

5.1.2. L'interprétation des résultats

Plus spécifiquement, au cours de l'étude, cette appropriation/verbalisation des savoirs mathématiques résultait de trois facteurs fondamentaux liés à la problématique qui avait suscité un intérêt pour cette recherche (voir chapitre 1) et des notions clés développées dans le cadre théorique qui l'ont charpentée. Ces facteurs sont les suivants : (1) le rôle de l'enseignant dans la régulation du discours dans la classe, (2) les stratégies et les outils efficaces d'enseignement qui outilleraient les élèves en vue de soutenir un discours dialogique de manière autonome et (3) l'usage du langage à l'oral dans l'apprentissage des mathématiques en contexte de l'immersion.

5.1.2.1. La nature du rôle de l'enseignant dans l'établissement du discours de la classe

Les résultats de cette recherche ont démontré que le rôle de l'enseignant dans la facilitation de la communication des processus mathématiques entre les élèves n'est pas laissé au hasard. Il est très structuré et spécifique. En premier lieu, il est essentiel que l'enseignant fournisse un échafaudage social et analytique orienté vers l'établissement du dialogue dialogique en mathématiques. Comme Stein (2007) le soutient, pour établir le dialogue dans la classe de mathématiques, l'enseignant doit réguler les discussions des élèves en créant un environnement qui favorise la confiance et la prise des risques pour l'argumentation, en encourageant un discours motivationnel et un discours cognitif qui met l'accent sur la compréhension conceptuelle des élèves plutôt que de les inviter à se concentrer sur la bonne réponse. Ceci justifie l'enseignement aux élèves des stratégies relatives à un climat favorable au dialogue, au débat argumentatif et aux compétences linguistiques. En deuxième lieu, pour consolider l'apprentissage du dialogue, l'enseignant doit l'entretenir, le modéliser, le réguler tout en permettant aux élèves d'être autonomes ; d'où la nécessité de fournir aux élèves des outils qui leur permettent de dialoguer.

5.1.2.2. Importance et justification des stratégies

Être capable de faire communiquer le savoir mathématique par les élèves comme articulé dans le paragraphe ci-dessus, requiert un échafaudage très soutenu de la part de l'enseignant. Sans l'échafaudage analytique, comme observé au cours du premier cycle de l'étude, les enfants ne verbalisaient presque pas leur raisonnement mathématique malgré l'enseignement des stratégies qui ont été identifiées aux fins de dialogue. On a vu que la seule communication qui existait au bout du cycle était la communication des solutions qui était loin d'un raisonnement, et plus loin encore d'une argumentation entre les élèves. Alors que communiquer en mathématiques, comme l'affirme Bouculat (2003), suppose que l'on donne des preuves et justifie un raisonnement dans un discours argumentatif. Au cours du deuxième cycle, le progrès dans le discours des élèves était évident si l'on considère leur autonomie dans le questionnement et leur désaccord exprimés tout au long de leur raisonnement au cours du travail collaboratif. Ce progrès est dû aux stratégies identifiées et utilisées de la part de l'enseignante, lesquelles sont d'une importance capitale pour soutenir la verbalisation chez les élèves.

5.1.2.2.1. L'importance des stratégies liées à l'établissement d'un climat positif

L'échafaudage des normes sociales. Ceci a réellement permis de jeter les bases de la verbalisation des concepts mathématiques dans les groupes collaboratifs. Il n'importe pas seulement d'organiser des groupes et de demander aux élèves de collaborer ou simplement de passer dans les groupes et d'encourager les élèves à parler. Les élèves avaient besoin de savoir *comment parler, de quoi parler* dans les classes de mathématiques et ce que requiert le *comment parler*. En effet, se sentir assez à l'aise pour accepter de faire des erreurs quand ils communiquaient leurs stratégies, leurs solutions ou leur compréhension des concepts (Lafortune, Jacob, & Hébert, 2000) était crucial. Il leur fallait des compétences sociales les habilitant à prendre en ligne de compte les *arguments mathématiques* des autres et en même temps à accepter les critiques des autres (Yackel &

Cobb, 1996). Seul un climat qui inspire confiance a pu leur permettre de s'engager dans une interaction dialogique en mathématiques sans avoir peur d'être jugés par leurs pairs et d'accepter la critique. Conséquemment, ils étaient devenus plus en mesure d'initier la conversation en mathématique, et d'y prendre part sans devoir compter sur mon intervention. Les stratégies socio-affectives (Tardif, 1997) qui tenaient compte de la dimension émotionnelle et sociale des élèves dans ma planification de mes leçons a renforcé cette atmosphère. Ces stratégies, bien que non explicitées, visaient d'une part à développer chez les élèves des *habiletés sociales* (le respect d'autrui, la tolérance, l'écoute) qui étaient utiles dans le travail collaboratif dans les classes de mathématiques et d'autre part, à créer un climat psychologique favorable au développement de *la confiance* et de *l'autonomie* chez eux.

Ces normes qui permettent une meilleure collaboration dans les classes de mathématiques se traduisent en des normes socio-mathématiques comme le désignent Yackel et Cobb (1996). En effet, au deuxième cycle, les élèves se sont sentis très à l'aise de justifier une stratégie, d'expliquer une solution, de défendre leurs idées mathématiques et se sont référés aux concepts mathématiques en utilisant souvent des preuves mathématiques. Comme on l'a vu avec Monique : « *Tu sais ? . . . Parce que tu as 2 dizaines . . . Oh je sais maintenant c'est un 10 . . . dizaine . . . Tu sais ? C'est 10. C'est 2 dix . . . ça fait 20 . . . c'est la place . . . comme 7 c'est 700 . . . (Montrant son tableau). Ça c'est facile* ». De plus, les élèves n'étaient plus inquiets de leurs solutions incorrectes, ils s'en servaient plutôt pour réviser un concept mathématique. Comme on peut l'observer dans ces extraits : « *Non . . . (Silence). OHH . . . je vois maintenant . . . Le même nombre.*

C'est 5. C'est pas différent . . . 32 et 35 . . . Le maximum is 5 cartons . . . Je comprends maintenant . . . pas deux différents nombres. C'est la division avec reste ».

5.1.2.2.2. L'importance des stratégies liées aux compétences mathématiques.

Tout au cours du premier cycle, j'essayais de démontrer aux élèves la nécessité et l'importance de la collaboration dans leur apprentissage mathématique. J'avais aussi insisté sur la manière de collaborer; c'est-à-dire expliquer et justifier leurs idées tout en argumentant dans le respect. Pourtant il s'était avéré difficile pour eux d'interagir avec autonomie, notamment lorsqu'il s'agissait d'initier la conversation mathématique. Le réajustement des stratégies au cours du cycle 2 ont aidé à développer le savoir-faire que j'attendais d'eux.

L*'approche pédagogique communicative* du dialogue (Mortimer & Scott, 2003) a aidé à réguler les types de discours entre les élèves et également entre eux et moi pour arriver à construire ensemble leur savoir mathématique. En fait, cette approche m'a permis, à travers un *questionnement efficace,* en tant qu'enseignante, de soutirer chez les élèves la verbalisation des concepts, démontrant ainsi un discours mathématique. La conversation *interactive-dialogique-autoritative* entre moi et les élèves va chercher chez ces derniers ce discours qui n'est pas, très souvent, évident chez eux. Par exemple, dans le tableau des valeurs de position, pour comparer 1701 et 1721, l'élève a exprimé la valeur de zéro (0) comme *rien* et deux (2) comme « *deux dix »* ou 20 unités. L'élève a compris pour elle-même ce qu'elle voulait démontrer. Il n'y a pas de confusion dans ce qu'elle dit car le mot *rien* a son sens dans le concept en construction. Mais ce discours est loin d'être mathématique sans pour autant causer une confusion, parce que, cette même élève dans un autre cas, a compris que zéro (0) dans 1021 qui est le chiffre des centaines n'a pas la même valeur que zéro (0), le chiffre des dizaines, dans 1201. Ainsi, en l'aidant à verbaliser ses idées, l'élève construit mieux les concepts parce qu'il cherche à faire les liens avec les concepts pour expliquer et justifier; ce qui lui permet d'atteindre un niveau de généralisation, et un niveau supérieur dans sa compréhension. Les exemples ci-dessus indiquent que l'élève a compris, mais que mon questionnement l'a amené à clarifier et lui a permis de généraliser, c'est-à-dire, savoir « *représenter et décrire un numéral donné à l'aide d'une table de valeur de position ou de diagrammes* » ou comprendre la notion d'une *suite de nombres sur une droite numérique,* correspondant alors aux résultats d'apprentissages spécifiques recommandés par le programme d'études en Alberta.

Mon rôle est d'assurer que l'élève se réfère aux concepts mathématiques pour verbaliser conventionnellement ses idées mathématiques; d'où l'importance de l'échafaudage analytique qui peut s'inscrire dans l'approche communicative du dialogue développé par Mortimer et Scott (2003).

5.1.2.2.3. L'importance des ressources/outils fournis aux élèves

Les outils (le tableau de questionnement et la fiche d'auto-évaluation voir annexe) ont aidé les élèves à devenir plus autonomes et capables de soutenir une conversation plus substantielle, en utilisant à la fois le langage et les concepts mathématiques.

L'outil *questionnement.* Ceci a aidé les élèves à formuler leurs questions pour comprendre l'énoncé du problème et pour faire leur raisonnement mathématique (Atkins, 1999; Martino & Maher, 1994; Piccolo et al., 2008). En incitant les élèves à se poser des questions appropriées pour argumenter en mathématiques ils acquièrent une double compétence : une compétence mathématique et une compétence linguistique dans la langue cible en ce sens qu'ils verbalisent leur pensée cognitive en français; d'où une appropriation du discours mathématique en français.

L'outil *auto-évaluation*. Cet outil a incité les élèves à s'engager dans le dialogue et à faire l'effort de communiquer en français. Cet outil aidait les élèves à prendre conscience du niveau de leur participation dans la conversation dans les groupes et le niveau de français qu'ils utilisaient afin de progresser de façon autonome dans l'appropriation du discours. D'ailleurs, une section dans la fiche d'auto-évaluation (voir exemple, Annexe B) leur demandait d'expliquer comment ils comptaient s'améliorer. En plus de l'évaluation, cet outil servait de motivation pour les encourager à participer et à communiquer. En effet, au cycle précédent, j'avais présumé qu'ils avaient appris les expressions d'opinion, les mots nouveaux dans les textes de problèmes mathématiques et pouvaient les utiliser automatiquement. Ce n'était pas le cas. Au cours du deuxième cycle, l'outil *auto-évaluation* les poussait à faire l'effort de parler en français et de se référer aux expressions d'opinion; en conséquence, cela les a amenés à verbaliser leur raisonnement en français, la langue cible. Après avoir ramassé la fiche d'auto-évaluation pour chaque élève, je m'asseyais avec le groupe pendant quelques minutes pour en discuter. Je donnais beaucoup d'importance à ces rencontres et les élèves les prenaient très au sérieux. En plus des outils qu'ils avaient reçus, les expressions d'opinion et les règles de base pour discuter étaient affichées au mur de la classe; ce qui permettait le dialogue entre moi et les élèves.

5.1.2.3. L'usage de la langue (oral) dans le discours des élèves

Le processus d'appropriation du discours en mathématiques des élèves dans la langue cible tient compte, en effet, du pôle langagier des élèves même s'il s'agissait de travailler sur les éléments du débat en mathématiques (compétences sociales et compétences linguistiques relatives au débats) où les élèves devaient tenir compte des arguments de leurs pairs. En effet, on pouvait observer dans le discours des élèves l'usage de la langue sous deux aspects : la manière dont ils utilisaient les mots et les expressions mathématiques et la manière dont ils utilisaient les mots et les expressions courants en français.

5.1.2.3.1. L'usage de la langue et le discours mathématique

D'abord, les mots et les expressions mathématiques liés aux concepts sont exprimés oralement, pour la plupart du temps, selon le bon usage de la langue française, particulièrement sur le plan syntaxique (phrases longues et complètes, l'ordre des mots). Ceci est observé notamment quand le concept est approfondi par les élèves. L'on pouvait observer que les élèves étaient à un stade d'application, d'analyse et de synthèse au niveau cognitif (niveau supérieur de la taxonomie de Bloom). Ils pouvaient généraliser et aussi réorganiser leurs connaissances antérieures des concepts en y intégrant celles qu'ils avaient nouvellement acquises. Par exemple, les phrases suivantes « *pour comparer les deux nombres madame, j'ai utilisé le tableau de valeur de positio*n . . . » ou encore « *2701 est plus petit que 2721 parce que 2 dizaines* ***vaut*** *20 unités et 0 dizaine vaut zéro unité* » ou « *Je pense que il faut* ***représenter*** *toutes <u>les matrices de la multiplication</u> avec 48 avant de savoir combien de dispositions* . . . » ou « *Cinq représente le quart d'un ensemble. Un ensemble c'est comme la tout . . . cinq représente le quart de le alors trois autres quart c'est 5, 5, 5, c'est 20, la tout est 20. Est-ce que tu comprends* ? » démontrent ces niveaux cognitifs, et un assez bon emploi de la langue. Non seulement les phrases, bien que complexes, sont quasiment bien construites au niveau syntaxique mais elles contiennent des mots tels que *matrice*, *tableau de valeur* et des verbes *valoir, représenter* qui sont assez complexes pour les élèves de la 4ème année d'immersion française. Ainsi, ces énoncés assez bien articulés de la part des élèves, démontrent une bonne compréhension conceptuelle mathématique. Ceci explique que les mots mathématiques n'ont eu véritablement de sens que lorsque le concept mathématique s'apprend (est en construction) car les élèves les utilisent à bon escient. Bien que dans l'enseignement des stratégies liées au langage, l'enseignante ait mis en évidence certaines expressions mathématiques à apprendre, elles n'ont eu de sens pour les élèves que pendant l'apprentissage des concepts. L'on peut être tenté de dire que l'apprentissage du lexique mathématique, même si c'est dans une langue seconde, ne devrait pas être un but préalable au niveau langagier pendant les cours de mathématiques. C'est-à-dire qu'au cours du dialogue argumentatif, les élèves développeraient forcément un discours mathématique parce qu'ils doivent nécessairement justifier leurs idées en utilisant ces *mots* et ces *expressions*; conséquemment, ils utilisent un langage mathématique. Ce nonobstant, l'on peut admettre avec Kotsopoulos (2007) que les interférences entre les mots courants et les mots mathématiques peuvent être source de confusion pour les élèves en langue seconde aussi bien qu'en langue maternelle. Mais un enseignement efficace des concepts mathématiques permettrait de traiter de façon ponctuelle les différences dans le sens de certains mots pour les élèves quelle que soit la langue dans laquelle ils apprennent; leur langue maternelle ou leur langue seconde. C'est dans ce sens que l'approche *discours dialogique* dans la classe de mathématiques, bien échafaudée par l'enseignant, est donc une approche propice au bon usage des mots et des expressions mathématiques, donnant lieu à la verbalisation de la compréhension mathématique même dans la langue seconde des élèves.

5.1.2.3.2. L'usage de la langue et le discours quotidien

D'un autre coté, il faut quand même noter un usage limité au niveau morphologique (le genre, le temps des verbes, etc.) et syntaxique dans le discours quotidien des élèves en français. Ceci est observé notamment quand les élèves explorent un concept. Leur discours dans leur langage quotidien (la langue cible dans la classe) prenait souvent le dessus et ils cherchaient leurs mots pour communiquer. Cette lacune est inhérente chez les élèves en immersion. Cependant il est évident que dans les résultats, ce problème syntaxique et morphologique n'a pas fait obstacle à l'objectif principal qui est celui de construire un raisonnement mathématique. En fait, pendant les échanges, les élèves se questionnent, s'expliquent et se justifient : « *Je pense que mon est bon . . . Mon est bon . . . je sais . . . c'est une addition parce que il dit ici que il a fait 12 km de plus . . . c'est un plus oui?* ». Ils reformulent, ils se répètent et ils se corrigent pour vérifier leur compréhension: « ***Mason :*** *On sait que c'est tous les prismes. La question dit quelle propriété tous ces prismes a… et mettre ensemble ceux qui sont la même*. **Don** *: Oui . . . mais non . . . oui . . . je veux dire tu dois dire qu'est ce que les prismes qui sont le* <u>*même*</u> *. . .* <u>*pareils*</u> *. . .* ***Devon*** *:* ils sont tous les prismes . . . *Ils sont tous les bases carrées c'est la propriété* »; « *Est-ce que propriété c'est comme . . . c'est comme . . . caractéristique*? ».

Ces exemples montrent clairement ici que les fautes dans les échanges verbaux n'ont pas défavorisé le raisonnement mathématique et il n'y a pas eu de perte de sens que ce soit dans le contenu ou dans leur raisonnement. L'approche *discours dialogique* en mathématiques en langue seconde permet aux élèves d'expliciter, de reformuler leurs idées. Implicitement cela leur est bénéfique en enrichissant leur lexique en français du fait qu'ils sont forcés de recourir à un vocabulaire varié au cours des moments de reformulation et d'explication même s'ils ont pris le temps d'aller vérifier le sens d'un mot auprès de l'enseignant, de leurs pairs ou directement dans un dictionnaire.

5.1.2.3.3. L'usage de la langue et l'alternance codique

Un autre fait de l'usage de la langue réside dans l'utilisation de l'alternance avec l'anglais par les élèves, bien que peu et rare, au cours des discussions mathématiques. Avant tout, il faut préciser d'emblée que les élèves de la classe étaient très conscients de l'importance de l'usage du français dans la classe pour verbaliser les concepts. Bien qu'ils aient été encouragés par l'enseignante, ils avaient eux-mêmes des attentes élevées du français dans la classe, sachant que le but était toujours de parler en français tout le temps. Ils valorisaient le français et ils étaient fiers de le parler. Ils cherchaient toujours à comprendre les mots les plus difficiles quand ils voulaient expliquer leurs idées mathématiques, utilisant toutes les ressources qui étaient à leur disposition. Cependant, il y a eu quelques alternances avec l'anglais. Il n'était pas toujours utilisé par manque de vocabulaire en français. Au cours de leur dialogue, il révélait souvent que les élèves savaient exactement quel mot français utiliser dans bien des cas. Cependant, ils choisissaient délibérément de l'exprimer en anglais. Très souvent il s'agissait d'un mot familier qui se trouvait dans leur répertoire. Par exemple, dans une seule phrase durant la même discussion, ils exprimaient le même mot dans les deux langues. Par exemple, *« il ne dit pas 36 là Look . . . Hey . . . Regarde . . . ça dit . . .* » Des fois, ils se corrigeaient sans trop de difficultés quand un de leurs pairs signalait leur usage d'un mot en anglais. Ceci confirme une fois de plus le fait du bilinguisme chez les élèves et l'usage riche qu'ils font de leur répertoire linguistique. Ceci explique aussi qu'ils ont la capacité de verbaliser leur processus cognitif en français s'ils ont des outils efficaces. Il faut surtout mettre en place les outils qui les aident et les encouragent à valoriser la langue et à la parler.

Toutefois, il faut rappeler qu'il s'est avéré nécessaire de faire l'étayage du vocabulaire lié aux concepts et des expressions d'opinion même si les élèves ne maitrisaient pas toutes les structures et les tournures de la langue qui est leur langue seconde. Il est à rappeler que le but a été de permettre aux élèves de verbaliser leur savoir mathématique dans la langue seconde. Ce processus, comme indiqué auparavant, a pris inévitablement un ton argumentatif, cheminant vers la construction d'un raisonnement puisqu'il s'agissait de validation des preuves (Bouculat, 2003). Ce qui nécessitait l'utilisation des expressions d'opinion, et des moyens pour communiquer. Leur interaction a donné l'occasion d'évaluer leur oral et a permis de faire un meilleur enseignement intégré du français du fait que je pouvais faire un étayage de la langue tel que suggéré par Lyster (1998, 2007) et Cammarata et Tedick (2012), en travaillant le vocabulaire et les structures des phrases dans la litératie en français pour les réinvestir par la suite en mathématiques.

5.2. Les contributions de cette recherche-action (concernant les recommandations du NTCM et du programme d'études de mathématiques en Alberta)

Cette recherche-action a été riche d'enseignements et de réflexions dont certains ne resteraient pas sans effet sur ma pratique professionnelle et sur celle de mes collègues. Plus spécifiquement, la contextualisation de ma problématique m'a permis d'explorer l'étendue de la nouvelle pédagogie selon les recommandations du NTCM de l'enseignement des mathématiques et des pratiques pédagogiques en immersion. Elle m'a aussi permis de me pencher sur des notions théoriques très pertinentes par rapport à l'établissement du discours dans la classe et aussi d'examiner ou d'essayer des stratégies révélées efficientes qui soutiennent la communication dans la construction du savoir que prônent la réforme et les nouveaux programmes des mathématiques en Alberta.

En effet, au-delà des réformes mathématiques et des exigences du programme demandant aux élèves de communiquer ou de verbaliser leur savoir mathématique, plusieurs voies ont surgi sur la manière de construire ce savoir mathématique dans le dialogue, que ce soit dans la langue maternelle ou dans la langue cible. Il s'agit, d'une part, de créer un contexte pour l'interaction argumentative afin de permettre cette verbalisation. Ce contexte doit en même temps tenir compte de la façon dont les élèves devraient collaborer, laquelle véhicule la communication du savoir mathématique. Cette étude a en fait montré que la collaboration dans le groupe au cours des activités mathématiques n'est pas un simple regroupement d'élèves jouant des rôles ou partageant des tâches. Il faut que les enseignants sachent comment outiller les élèves, *leur apprendre à apprendre* à collaborer. L'approche *discours dialogique* offre à cet égard une avenue prometteuse dans l'enseignement-apprentissage des mathématiques conformément aux exigences de la réforme de la pédagogie des mathématiques dans la langue maternelle et dans la langue seconde. Les travaux de Vygotski qui sont à la base des théories socio-constructives et socio-culturelles de l'éducation soutiennent le rôle actif de l'apprenant et l'interaction sociale dans la construction des connaissances. Ces théories, une fois de plus, sont réaffirmées à travers cette pratique pédagogique, *le discours dialogique*. Cette étude atteste donc la nécessité d'avancer sur cette lancée et s'est proposé d'adhérer au champ théorique de l'apprentissage des mathématiques dans la langue seconde qui exige une juxtaposition de l'utilisation de l'oral en termes de discours dialogique et de la compréhension conceptuelle des mathématiques. À cet égard, les apports de cette recherche-action peuvent se révéler considérables pour les différents acteurs du système éducatif albertain œuvrant dans la formation continue des enseignants qui évoluent en immersion française mais aussi en contexte minoritaire francophone et en milieu anglophone .

5.2.1. La contribution de cette recherche-action pour les acteurs du système éducatif en Alberta

Avant tout, les retombées de cette recherche visent les acteurs du système éducatif albertain incluant les décideurs qui entreprennent la redéfinition du curriculum et l'élaboration des programmes d'études—notamment le programme d'études des mathématiques (Government of Alberta, 2010). Elles concernent autant les facultés d'éducation qui élaborent les programmes de formation et des stages pour les futurs enseignants et même les administrateurs de concert avec les conseils scolaires. En effet, cette recherche a confirmé, d'une part, que les directives des programmes d'études mathématique et l'actuelle redéfinition du curriculum de l'Alberta à l'égard de l'importance de la communication et de la collaboration dans la construction du savoir mathématique s'avèrent nécessaires dans les pratiques pédagogiques des enseignants. D'autre part, cette recherche confirme que les enseignants ne peuvent pas répondre à ces nouvelles exigences qui ne prévoient pas de stratégies explicites afin de les réaliser dans la classe. Les résultats de cette étude aideraient à faciliter l'intégration de ces changements. Plus précisément, cette recherche contribue à apporter de nouvelles stratégies basées sur des concepts qui servent de plate-forme pour l'établissement du discours dialogique dans les classes de mathématiques. Ces concepts incluent *la communauté d'apprenants en mathématiques,* un *échafaudage structuré de l'interaction dialogique utilisant l'approche communicative du dialogue, incluant un étayage de la langue cible* lorsqu'il s'agit d'une classe de langue seconde. Les acteurs du système éducatif albertain pourraient envisager un soutien aux enseignants afin que ces derniers renouvellent leurs approches pédagogiques en incluant ces stratégies explicites développées à travers cette étude. Par exemple, dans le cadre d'un plan de croissance professionnelle ou des ateliers de développement professionnel, les enseignants pourraient se former sur ces stratégies qui peuvent être effectivement mises en œuvre pour favoriser la communication mathématique dans une langue seconde. Pour les futurs enseignants, leur formation doit tenir compte des exigences du curriculum des mathématiques en intégrant l'aspect *oral* de la communication*,* le discours dialogique, dans leur approche d'enseignement.

5.2.2. La contribution de cette recherche-action pour les enseignants en immersion.

Tout compte fait, il reste impératif que le rôle du discours dialogique soit pertinent à la co-construction du savoir mathématique dans n'importe quel contexte d'enseignement. Cependant cette étude a révélé que le discours dialogique dans l'apprentissage des mathématiques en immersion (immersion française) est loin de se produire sans l'aide des stratégies explicites d'enseignement qui favorisent l'engagement des enseignants et l'engagement des apprenants. Les enseignants des mathématiques en immersion française ont besoin d'investir davantage dans le discours de la classe, *le discours dialogique*, incluant l'étayage de la langue cible dans leur approche d'enseignement des mathématiques. De ce fait, il faut des formations adaptées pour outiller les enseignants en immersion française, en ce qui a trait aux nouvelles exigences des réformes au niveau de l'enseignement des mathématiques qui mettent l'accent sur la communication. Ainsi, cette étude offre des pistes pour soutenir tout renouvellement des stratégies qui favorisent la verbalisation en français du processus cognitif mathématique des élèves d'immersion. C'est un besoin pressant déjà exposé dans des colloques des professeurs d'immersion, comme au congrès de l'ACPI 2013 (l'Association des professeurs d'immersion au Canada) et en particulier à l'ATA (Alberta Teacher's Association) par exemple, lors des présentations du rôle de l'oral dans la co-construction du savoir et du rôle de la numératie au service de la litératie (l'oral). La présentation au congrès de l'ACPI 2013de certaines stratégies pour favoriser le discours dialogique dans la classe de mathématiques en langue seconde et l'efficacité de ces stratégies visualisées à travers des activités collaboratives en classe de mathématiques dans une classe d'immersion ont persuadé des conseils scolaires et des enseignants. Ces derniers m'ont par la suite contactée pour offrir des ateliers à l'intention des enseignants de mathématiques en immersion. En somme, cette étude contribue à répondre au besoin de comprendre le rôle de la communication dans les classes mathématiques et en particulier du rôle du dialogue dans la co-construction du savoir mathématique dans le contexte de l'immersion française.

5.3. Les défis de cette recherche-action

Malgré les résultats probants de l'approche-discours dialogique, certaines difficultés inhérentes à son établissement dans la classe ont surgi et peuvent constituer des défis majeurs dans d'autres contextes. Par exemple, le temps de planification, le choix des stratégies et le temps pour arriver à créer les conditions favorables à l'approche dialogique sont assez ambitieux et ne sont pas proportionnels au résultat espéré. Ensuite, une fois un climat propice établi pour le dialogue, les élèves sont devenus habitués à cette approche de travail et ne se soucient plus du temps qui leur est accordé pour discuter. Ils n'arrivaient pas à conclure leur discussion à temps afin de retourner en grand groupe, par exemple. Par conséquent, leurs cours de mathématiques empiétaient parfois sur d'autres cours et dérangeaient un peu l'horaire. Par ailleurs, dans le travail collaboratif où le travail final est construit ensemble, il n'y a pas une répartition de tâches claires et concrètes à chaque élève et l'enseignant n'intervient pas pour structurer et chronométrer le tour de parole dans les discussions; par conséquent, il est parfois difficile pour les élèves d'accomplir une tâche par rapport au temps prévu. Ils apprenaient tant bien que mal à s'écouter, ou à initier la conversation, à participer quand c'était nécessaire et à s'entendre pour construire conjointement leur connaissance mathématique. On doit donc enseigner aux élèves à être autonomes dans la réalisation d'une tâche par rapport à un temps donné.

5.3. Des pistes pour des recherches ultérieures

Cette recherche-action est organisée autour d'une question principale : dans quelle mesure l'approche *discours dialogique,* permet-elle aux élèves en salle de classe d'immersion française de verbaliser leurs processus cognitifs mathématiques dans leur langue seconde? À travers des échafaudages et des ajustements progressifs, ce travail a pu montrer qu'il est possible d'aider les élèves à verbaliser leur savoir mathématique, en utilisant leur langue seconde dans le contexte d'une communauté construite selon des normes *'socio-mathématiques'*. Il conviendrait, toutefois, d'élargir le contexte de l'étude en impliquant d'autres classes ou d'autres écoles. Ce faisant, on pourrait ainsi se questionner sur la faisabilité de cette étude avec différents groupes d'élèves. Par exemple, comment interviendrait-on auprès des élèves plus jeunes ou plus vieux? Serait-il possible d'établir les groupes collaboratifs avec des élèves à besoins spéciaux dans la classe? Un enseignant spécialiste (qui enseigne seulement les mathématiques) serait-il capable d'établir un contexte de dialogue sans avoir accès à l'enseignement intégré d'autres cours comme les cours de santé et de français, par exemple? Comme on le voit, plusieurs questions subsistent même si des éléments de réponses ont été apportés dans cette étude. Ces questions méritent d'être approfondies. Ceci indique que le chantier est encore tout ouvert; et, c'est la tâche à laquelle les études ultérieures pourront s'attarder.

Bibliographie

Alberta Education. (2003). *Santé et préparation pour la vie – Maternelle à la 9e année.* Repéré à https://education.alberta.ca/francais/teachers/progres/core/sante.aspx

Alberta Education. (2007). *Mathématiques M-9*. Repéré à https://education.alberta.ca/media/611823/indicateurs.pdf

Atkins, S. L. (1999). Listening to students: The power of mathematical conversations. *Teaching Children Mathematics, 5*, 289–295.

Auriac-Peyronnet, E. (2003). Comment étudier ce qu'ils disent ? Perspective psycholinguistique. Dans E. Auriac-Peyronnet, N. Bouculat, M. F. Daniel, A. Gombert, & M. C. Toczek-Capelle (Éds.), *Je parle, tu parles, nous apprenons : coopération et argumentation au service des apprentissages* (pp. 67–82). Bruxelles, Belgique: De Boeck.

Bajard, T. (2004). *L'immersion en français au Canada. Guide pratique d'enseignement.* Nepean, ON: Association des professeurs d'immersion.

Bakhtin, M. (1970). *La poétique de Dostoievski*. Paris, France : Points Seuil.

Baxter, J. A., & Williams, S. (2010). Social and analytic scaffolding in middle school mathematics: Managing the dilemma of telling. *Journal of Mathematics Teacher Education, 13,* 7–26.

Blais, M., & Martineau, S. (2006). L'analyse inductive générale : description d'une démarche visant à donner un sens à des données brutes. *Recherches qualitatives, 26*(2), 1–18.

Bennett, C. A. (2010). *Teachers' perceptions of whole-class mathematical discourse: A qualitative multi-phased case study of middle level public school mathematics* *teachers* (Doctoral dissertation). Available from ProQuest Dissertations and Theses database.

Behan, L., Turnbull, M., & Spek, S. (1997). The proficiency gap in Late Immersion: Language use in collaborative tasks. *Le Journal de l'immersion, 20*, 41–43.

Bostic J., & Jacobbe, T. (2010). Promote problem-solving discourse. *Teaching Children Mathematics, 17*, 32–37.

Bouculat, N. (2003). Argumenter en mathématique. Dans E. Auriac-Peyronnet, N. Bouculat, M. F. Daniel, A. Gombert, & M. C. Toczek-Capelle (Éds.), *Je parle, tu parles, nous apprenons : coopération et argumentation au service des apprentissages* (pp. 251–261). Bruxelles, Belgique: De Boeck.

Boushey, G., & Moser, J. (2009). Les cinq au quotidien : favoriser le développement de l'autonomie en littératie au primaire. Montréal, QC : Éditions Duval.

Cammarata, L., & Tedick, D. J. (2012). Balancing content and language in instruction: The experience of immersion teachers. *Modern Language Journal, 96*, 251–269.

Carrasquillo, A. L., & Rodriguez, V. (1996). *Language minority students in the mainstream classroom.* Philadelphia, PA: Multilingual Matters.

Carrasquillo, A. L., & Rodriguez, V. (2002). *Language minority students in the mainstream classroom* (2nd ed.). Clevedon, England: Multilingual Matters.

Cormier, M., & Turnbull, M. (2007). Une approche littératiée pour apprendre la langue et les sciences en immersion française. Dans N. Spanghero-Gaillard & M. Billières (Éds.), *Actes du deuxième colloque international de didactique cognitive des langues, 19 au 21 septembre 2007* (pp. 55–59). Toulouse, France : Université de Toulouse-Le Mirail.

Cormier, M., & Turnbull, M. (2009). Une approche littératiée : apprendre les sciences et la langue en immersion tardive. *Canadian Modern Language Review/La Revue canadienne des langues vivantes, 65,* 817–840.

Cormier, M., & Turnbull, M. (2012): Une approche littératiée : apprendre les sciences et la langue en immersion tardive (avec fonctionnement supplémentaire). *Canadian Modern Language Review/La Revue canadienne des langues vivantes, 66*(Suppl. 1), S817–S840. Repéré à http://utpjournals.metapress.com/content/K533745520W82J0K

Creswell, J. W. (2008). *Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research.* Upper Saddle River, NJ: Pearson Education.

Cummins, J. (1979). Linguistic interdependence and the educational development of bilingual children. *Review of Educational Research, 49*, 222–251.

Cummins, J. (2000). Immersion education for the millennium: What we have learned from 30 years of research on second language immersion. In M. Childs & R. M. Bostwick (Eds.), *Learning through two languages: Research and practice*. Numazu, Japan: Katoh Gakuen.

Demers, S., & Radford, L. (2004). *Communication et apprentissage. Repères conceptuels et pratiques pour la salle de classe de mathématique.* Toronto, ON : Imprimeur de la Reine pour L'Ontario.

Denzin, N. K., & Lincoln, Y. S. (2008). *Collecting and interpreting qualitative materials* (3rd ed.). London, England: Sage.

Dolbec, A., & Clément, J. (2000). La recherche-action. Dans T. Karsenti & L. Savoie-Zajc (Éds.), *Introduction à la recherche en éducation.* Sherbrooke, QC : Éditions du CRP.

d'Entremont, Y. (1995). Communiquer en mathématiques? Pourquoi pas? *Vie pédagogique,*95, 12-14.

Elbers E., & de Haan, M. (2005). The construction of word meaning in a multicultural classroom: Mediational tools in peer collaboration during mathematics lessons. *European Journal of Psychology of Education, 20*, 45–59.

Fosnot, C. T. (2005). Constructivism: A psychological theory of learning. In C. T. Fosnot (Ed.), *Constructivism: Theory, perspectives, and practice* (2nd ed., pp. 8–33). New York, NY: Teachers College Press.

Gay, L. R., Mills, G. E., & Airasian, P. (2009). *Educational research: Competencies for analysis and applications* (9th ed.). Upper Saddle River, NJ: Pearson.

Genesee, F. (1987). *Learning through two languages: Studies of immersion and bilingual education*. Boston, MA: Heinle & Heinle.

Genesee, F. (1995). *Integrating language and content: Lessons from immersion*. ERIC Clearinghouse on Language & Linguistics. (ED 390284)

Government of Alberta. (2010). *Inspirer l'action dans l'éducation.* Repéré à https://ideas.education.alberta.ca/media/2908/inspiringaction%20fr.pdf

Guay, M. H., & Prud'homme, L. (2011). La recherche-action. Dans T. Karsenti & L. Savoie-Zajc (Éds.), *La recherche en éducation : étapes et approches* (3e éd., pp. 184–228). Saint-Laurent, QC : Édition du renouveau pédagogique.

Hiebert, J., Carpenter, T. P., Fennema, E., Fuson, K., H. Murray, H., Olivier, A., & Wearne, D. (1996). Problem solving as a basis for reform in curriculum and instruction: The case of mathematics. *Educational researcher, 25,* 12–21.

Hiebert, J., Carpenter, T. P., Fennema, E., Fuson, K., Wearne, D., H. Murray, H., . . . Human, P. (1997). *Making sense: Teaching and learning mathematics with understanding.* Portsmouth, NH: Heinemann.

Hiebert J., & Wearne, D. (1993). Instructional tasks, classroom discourse, and students' learning in second-grade arithmetic. *American Educational Research Journal, 30,* 393–425.

Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (1989). Cooperative learning: What special education teachers need to know. *Pointer, 33*(2), 5–10.

Karsenti, T., & Savoie-Zajc, L. (2011). *La recherche en éducation : Etapes et approches* (2e éd.). Saint-Laurent, QC : Édition du renouveau pédagogique.

Koechlin, C., & S. Zwaan. (2010). *Des questions pour apprendre : enseigner aux élèves à se poser des questions et à utiliser adéquatement les réponses*. Montréal, QC : Chenelière.

Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development.* Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.

Kotsopoulos, D. (2007). Mathematics discourse: "It sounds like hearing a foreign language." *Mathematics Teacher, 101,* 301–305.

Laferrière, T. (2005). Les communautés d'apprenants en réseau au bénéfice de l'éducation. *Encounters on Education, 6,* pp. 5–21.

Lafortune, L., Jacob, S., & Hébert, D. (2000). *Pour guider la métacognition*. Sainte-Foy, QC : Presses de l'Université du Québec.

Lantolf, J. P. (1994). Sociocultural theory and second language learning: Introduction to the special issue. *Modern Language Journal, 78,* 418–420.

Lantolf, J. P. (2003). Intrapersonal communication and internalization in the second language classroom. In A. Kozulin, V. S. Ageev, S. Miller, & B. Gindis (Eds.), *Vygotsky's educational theory in cultural context* (pp. 349–370). Cambridge, England: Cambridge University Press.

Lantolf, J. P., & Pavlenko, A. (1995). Sociocultural theory and second language acquisition. *Annual Review of Applied Linguistics, 15,* 38–53.

Lantolf, J. P., & Pavlenko, A. (2001). (S)econd (L)anguage (A)ctivity: Understanding learners as people. In M. Breen (Ed.), *Learner contributions to language learning: New directions in research* (pp. 141–158). London, England: Pearson.

Laplante, B. (2000). Apprendre en sciences, c'est apprendre à « parler sciences » : des élèves de l'immersion nous parlent des réactions chimiques. *Revue canadienne des langues vivantes / Canadian Journal of Modern Languages, 57,* 245–271.

Laplante, B. (2001). Introduction: French education in Canada. *Language, Culture and Curriculum, 14,* 91–97.

Laplante, B. (2007). Enseigner les sciences en montrant aux élèves à « parler sciences ». Dans P. Potvin, M. Riopel, & S. Masson (Éds.), *Regards multiples sur l'enseignement des sciences* (pp. 254–265). Québec, QC : Éditions MultiMondes.

Legendre, R. (2005). *Dictionnaire actuel de l'éducation* (3e ed.). Montréal, QC : Guérin.

L'art de questionner de façon efficace. (2011). *Série d'apprentissage professional, 21,* 1. Repéré à http://www.edu.gov.on.ca/fre/literacynumeracy/inspire/research/CBS_AskingEffectiveQuestionsFr.pdf

Lessard-Hébert, M., Goyette, G., & Boutin, G. (1995). *Recherche qualitative : fondements et pratiques.* Montréal, QC : Éditions Nouvelles.

Lyster, R. (1998). Negotiation of form, recasts, and explicit correction in relation to error types and learner repair in immersion classrooms. *Language Learning, 48*(2), 183–218.

Lyster, R. (2007). Learning and teaching languages through content: A counterbalanced approach. Amsterdam, The Netherlands: John Benjamins.

Martino A. M., & Maher, C. A. (1994, April). *Teacher questioning to stimulate justification and generalization in mathematics.* Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association, New Orleans, LA.

Martino, A. M., & Maher, C. A. (1999). Teacher questioning to promote justification and generalization in mathematics: What research practice has taught us. *Journal of Mathematical Behavior, 18*, 53–78.

Mason J., Burton, L., & Stancey, K. (1994). *L'esprit mathématique.* Montréal, QC : Modulo.

Mehan, H. (1979). *Learning lessons: Social organization in the classroom.* Cambridge, MA: Harvard University Press.

Mercer, N. (1995). *The guided construction of knowledge*. Clevedon, England: Cromwell Press.

Mercer, N. (2000). *Words and minds: How we use language to think together.* London, England: Routledge.

Mercer, N. (2002). Developing dialogues. In G. Wells & G. Claxton (Eds.), *Learning for life in the 21st century* (pp. 141–153). Oxford, England: Blackwell.

Mercer, N. (2008). The seeds of time: Why classroom dialogue needs a temporal analysis. *Journal of the Learning Sciences, 17,* 33–59. doi:10.1080/10508400701793182

Mercer, N. (2009). The analysis of classroom talk: Method and methodology. *British Journal of Educational Psychology, 80,* 1–14.

Mercer, N., & Howe, C. (2012). Explaining the dialogic processes of teaching and learning: The value of sociocultural theory. *Learning, Culture and Social Interaction, 1,* 12–21.

Mercer, N., Wegerif, R., & Dawes, L. (1999). Children's talk and the development of reasoning in the classroom. *British Educational Journal, 25*(1), 95–111.

Mercier, D.-J., Chélamie, L., Hoareau, D., Rolland, R., & Rombaldi, J.-E. (2009). *Lectures sur les mathématiques, l'enseignement et les concours : Vol. 1.* Paris, France : Publibook.

Met, M. (1998). Curriculum decision-making in content-based language teaching. In J. Cenoz & F. Genesee (Eds.), *Beyond bilingualism: Multilingualism and multilingual education* (pp. 35–63). Clevedon, Egland: Multilingual Matters.

Mortimer, E. F., & Scott, P. H. (2003). *Meaning making in secondary science classrooms.* Maidenhead, England: Open University Press.

Nathan, M. J., & Knuth, E. J. (2003). A study of whole classroom mathematical discourse and teacher change. *Cognition and Instruction, 21,* 175–207.

National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and standards for school mathematics.* Reston, VA: NCTM.

Pellerin, M. (2005). *Paradigm shift in the use of the new technologies of communication in the language classroom: A video ethnography study* (Unpublished doctoral dissertation). University of Calgary, Calgary, AB.

Pellerin, M. (2008). Dialogic inquiry-based learning approach for SLA. In S. Roy & A. C. Berlinguette (Eds.), *Emerging social and language issues in Canada* (pp. 107–140). Calgary, AB: Blitzprint.

Pellerin, M. (2011). University–school collaborative action research as an alternative model for professional development through AISI. *AISI Journal, 1*(1). Retrieved from http://www.uleth.ca/education/sites/education/files/AISI%20V1%201%201%20Fall%202011.pdf

Pellerin, M. (2012). L'oral comme outil cognitive et l'utilisation des technologies émergentes au service de l'enseignement et l'apprentissage en immersion française pour le 21e siècle. *Journal de l'Immersion / Immersion Journal, 34*(1), 17–21.

Pellerin, M. (2013). E-inclusion in Early French Immersion classrooms: Using technologies to support inclusive practices that meet the needs of all learners. *Canadian Journal of Education/Revue Canadienne de l'éducation, 36*(1), 44–70.

Piccolo, D. L., Harbaugh, A. P., Carter, T. A., Capraro, M. M., & Capraro, R. M. (2008). Quality of instruction: Examining discourse in middle school mathematics instruction. *Journal of Advanced Academics, 19,* 376–410.

Pink, S. (2007). *Doing visual ethnography: Images, media and representation in research* (2nd ed.). London, England: Sage.

Radford, L., & Demers, S. (2004). *Communication et apprentissage. Repères conceptuels et pratiques pour la salle de classe de mathématiques.* Ottawa : Centre franco-ontarien de ressources pédagogiques.

Roy, S., & Albert, G. (2011). Discourses on bilingualism in Canadian French Immersion programs. *Canadian Modern Language Review/La Revue canadienne des langues vivantes, 67,* 351–376.

Sabo, J. E. (2001). *The nature of teacher communication during mathematics instruction in two elementary French immersion classrooms* (Master's thesis, University of Regina). Retrieved from http://www.collectionscanada.ca/obj/s4/f2/dsk3/ftp04/MQ60248.pdf

Simard, C. (2001). Les compétences langagières dans les disciplines scolaires. *Québec Français, 123,* 32–35.

Sinclair, J. M., & Coulthard, M. (1975). *Towards an analysis of discourse: The English used by teachers and pupils.* London, England: Oxford University Press.

Snow, M. A. (1987). *Immersion teacher handbook*. Los Angeles, CA: University of California, Center for Language Education and Research.

Snow, M. A., Met, M., & Genesee, F. (1989). A conceptual framework for the integration of language and content in second/foreign language instruction. *TESOL Quarterly, 23,* 201–217.

Stein, C. C. (2007). Let's talk: Promoting mathematical discourse in the classroom. *Mathematics Teacher, 101,* 285–289.

Swain, M. (2000). The output hypothesis and beyond: Mediating acquisition through collaborative dialogue. In J. P. Lantolf (Ed.), *Sociocultural theory and second language learning* (pp. 99–114). Oxford, England: Oxford University Press.

Swain, M. (2001). Integrating language and content teaching through collaborative tasks. *Canadian Modern Language Review, 58,* 44–63.

Swain, M., & Johnson, R. K. (1997). Immersion education: A category within bilingual education. In R. K. Johnson & M. Swain, *Immersion education: International perspectives* (pp. 1–16). New York, NY: Cambridge University Press.

Swain, M., & Lapkin, S. (2000). Task-based second language learning: The uses of the first language. *Language Teaching Research, 4,* 251–274.

Swain, M., & Lapkin, S. (2001). Focus on form through collaborative dialogue: Exploring task effects. In M. Bygate, P. Skehan, & M. Swain (Eds.), *Researching pedagogic tasks* (pp. 99–118). New York, NY: Pearson Education.

Swain, M., & Lapkin, S. (2005). The evolving sociopolitical context of immersion education in Canada: Some implications for program development. *International Journal of Applied Linguistics, 15,* 170–186.

Swain, M., & Lapkin, S. (2013). A Vygotskian sociocultural perspective on immersion education: The L1/L2 debate. *Journal of Immersion and Content-Based Language Education, 1*(1), 101–130.

Tang, M. (2008). *Student use of language in French Immersion mathematics* (Unpublished master's thesis). Simon Fraser University, Vancouver, BC.

Tardif, J. (1997). *Pour un enseignement stratégique : l'apport de la psychologie cognitive.* Montréal, QC : Éditions Logiques.

Truxaw, M. P., Gorgievski, N., & DeFranco, T. C. (2008). Measuring K-8 teachers' perception of discourse use in their mathematics classes. *School Science and Mathematics, 108,* 58–70.

Turnbull, M., & Cormier, M. (2009). Les sciences et la littératie en immersion tardive—une unitésur les volcans et séismes. *Journal de l'immersion / Immersion Journal, 31*(2), 18–21.

Turnbull, M., & Dailey-O'Cain, J. (2009). *First language use in second and foreign language learning.* Toronto, ON: Multilingual Matters.

Van de Walle, J. A., & Lovin, L. H. (2008). *L'enseignement des mathématiques : l'élève au centre de son apprentissage: Tome 2*. Saint-Laurent, QC : Édition du renouveau pédagogique.

Wells, G. (1999). *Dialogic inquiry: Toward a sociocultural practice and theory of education*. Cambridge, England: Cambridge University Press.

Wells, G. (2001). *Action, talk, and text: Learning & teaching through inquiry.* New York, NY: Teachers College Press.

Wells, G. (2004). *Action, talk, and text: The case for dialogic inquiry.* Retrieved from http://people.ucsc.edu/~gwells/Files/Papers_Folder/ATT.theory.pdf

Wells G., & Chang-Wells, G. L. (1992). *Constructing knowledge together: Classrooms as centers of inquiry and literacy.* Portsmouth, NH: Heinemann.

Wenger, E. (2008). *Communities of practice: Learning, meaning, and identity.* New York, NY: Cambridge University Press.

Wertsch, J. V. (1985). *Vygotsky and the social formation of the mind.* Cambridge, Ma: Harvard University Press.

Wertsch, J. V. (1991). *Voices of the mind: A sociocultural approach to mediated action.* Cambridge, MA: Harvard University Press.

Whitin, P., & Whitin, D. J. (2000). *Math is language too: Talking and writing in the mathematics classroom.* Urbana, IL: National Council of Teachers of English.

Wiggins, G., & McTighe, J. (2011). *The Understanding by Design guide to creating high quality units.* Alexandria, VA: ASCD.

Williams, S. R., & Baxter, J. A. (1996). Dilemmas of discourse-oriented teaching in one middle school mathematics classroom. *Elementary School Journal, 97,* 21–38.

Wood, T. (1999). Creating a context for argument in mathematics class. *Journal for Research in Mathematics Education, 30,* 171–191.

Yackel, E., & Cobb, P. (1996). Sociomathematical norms, argumentation, and autonomy in mathematics. *Journal for Research in Mathematics Education, 27,* 458–477.

Annexe A
Exemples de questions posées aux élèves pour avoir leur rétroaction concernant mon enseignement

1. Aimes-tu travailler dans un groupe ?
2. Comment te sens-tu quand tu travailles avec les autres élèves dans le groupe ?
3. Que fais-tu quand tu ne comprends pas le problème
4. Discutes-tu avec tes amis ?
5. Penses-tu que tu travailles/ tu comprends mieux quand tu es seul ?
6. Préfères-tu travailler et résoudre le problème avec madame ou avec tes amis ?

   Pourquoi ?
7. Pourquoi penses-tu que tu es confiant dans ton groupe ?
8. Que fais-tu quand tu ne comprends pas ?

Annexe B. Exemples d'auto-évaluation d'élèves

22

Grille d'autoévaluation des élèves

Communication et engagement au dialogue dans les ateliers de mathématiques

Nom : [illegible] Semaine		Toujours ☺				Pas toujours				Jamais ☹			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Communication	Je pose des questions pour comprendre l'énoncé et les consignes du problème.		✓		✓	✓		✓					
	Je parle en français quand je pose des questions.	✓	✓	✓	✓								
	J'utilise la terminologie et les symboles de façon exacte.	✓		✓	✓		✓						
	Je fais des phrases complètes.		✓	✓	✓	✓							
Engagement au dialogue	J'explique mes stratégies	✓		✓			✓		✓				
	J'explique mon raisonnement	✓	✓	✓	✓								
	Je justifie mon argument.	✓	✓	✓	✓								
Attitude face aux arguments des autres.	Je partage les idées des autres	✓	✓	✓					✓				
	J'exprime mon désaccord et je dis pourquoi	✓	✓	✓	✓								
	J'écoute les idées des autres	✓	✓	✓	✓								

Pour m'améliorer, je
Doit parler plus francais
Explique plus mon stratagie
Ne pas facher toujours a l'autre

22

Grille d'autoévaluation des élèves

Communication et engagement au dialogue dans les ateliers de mathématiques

Nom : [redacted] Semaine ______		Toujours ☺ 1	2	3	4	Pas toujours 1	2	3	4	Jamais ☹ 1	2	3	4
Communication	Je pose des questions pour comprendre l'énoncé et les consignes du problème.	✓	✓	✓	✓								
	Je parle en français quand je pose des questions.	✓	✓		✓			✓					
	J'utilise la terminologie et les symboles de façon exacte.	✓				✓	✓	✓					
	Je fais des phrases complètes.	✓	✓	✓	✓								
Engagement au dialogue	J'explique mes stratégies					✓	✓	✓	✓				
	J'explique mon raisonnement	✓					✓	✓	✓				
	Je justifie mon argument.	✓	✓	✓	✓								
Attitude face aux arguments des autres.	Je partage les idées des autres	✓	✓	✓	✓								
	J'exprime mon désaccord et je dis pourquoi	✓	✓	✓	✓								
	J'écoute les idées des autres	✓	✓	✓	✓								

Pour m'améliorer, je

explice mon opinon mais justafis avec l'autre opinon.

Grille d'autoévaluation des élèves

Communication et engagement au dialogue dans les ateliers de mathématiques

Nom : [redacted] Semaine		Toujours ☺				Pas toujours				Jamais ☹			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Communication	Je pose des questions pour comprendre l'énoncé et les consignes du problème.	✓		✓	✓		✓						
	Je parle en français quand je pose des questions.	✓	✓	✓	✓								
	J'utilise la terminologie et les symboles de façon exacte.	✓	✓	✓	✓								
	Je fais des phrases complètes.	✓	✓	✓					✓				
Engagement au dialogue	J'explique mes stratégies	✓		✓			✓		✓				
	J'explique mon raisonnement	✓	✓	✓	✓								
	Je justifie mon argument.	✓		✓			✓		✓				
Attitude face aux arguments des autres.	Je partage les idées des autres	✓	✓	✓	✓								
	J'exprime mon désaccord et je dis pourquoi	✓		✓			✓		✓				
	J'écoute les idées des autres	✓	✓	✓	✓								

Pour m'améliorer, je

- demande comment le dit des choses.
- parler français.
- cherche dans un dicotionare.
- écouter a des personnes

22

Grille d'autoévaluation des élèves

Communication et engagement au dialogue dans les ateliers de mathématiques

Nom [redacted] Semaine [redacted]		Toujours ☺				Pas toujours				Jamais ☹			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Communication	Je pose des questions pour comprendre l'énoncé et les consignes du problème.	✓		✓	✓		✓						
	Je parle en français quand je pose des questions.					✓	✓	✓	✓				
	J'utilise la terminologie et les symboles de façon exacte.	✓	✓	✓					✓				
	Je fais des phrases complètes.	✓	✓					✓	✓				
Engagement au dialogue	J'explique mes stratégies	✓	✓		✓			✓					
	J'explique mon raisonnement		✓	✓		✓			✓				
	Je justifie mon argument.	✓			✓		✓	✓					
Attitude face aux arguments des autres.	Je partage les idées des autres	✓		✓			✓		✓				
	J'exprime mon désaccord et je dis pourquoi	✓	✓	✓	✓								
	J'écoute les idées des autres		✓			✓		✓	✓				

Pour m'améliorer, je
peux donner mon propre opinion et entendre plus d'opinions des autres et parle plus de français aussi

Grille d'autoévaluation des élèves

Communication et engagement au dialogue dans les ateliers de mathématiques

Nom : [illegible] Semaine Mai 2013		Toujours ☺				Pas toujours				Jamais ☹			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Communication	Je pose des questions pour comprendre l'énoncé et les consignes du problème.	✓	✓										
	Je parle en français quand je pose des questions.					✓	✓						
	J'utilise la terminologie et les symboles de façon exacte.					✓	✓						
	Je fais des phrases complètes.					✓	✓						
Engagement au dialogue	J'explique mes stratégies	✓	✓										
	J'explique mon raisonnement	✓	✓										
	Je justifie mon argument.	✓	✓										
	J'explique mon raisonnement	✓	✓										
Attitude face aux arguments des autres.	Je partage les idées des autres					✓	✓						
	J'exprime mon désaccord et je dis pourquoi	✓					✓						
	J'écoute les idées des autres					✓	✓						

Pour m'améliorer, je utiles une dictioner, et lire mure.

1

Annexe C. Lettre de consentement des parents

Letter of Consent for Parents
Research project
Using the exploratory talk to promote the construction of knowledge in math in the second language.
Name of the researcher, Faculty, Supervisor, Telephone and e-mail.
I am ***Alice A. Prophète***, a graduate student in the Faculty of Education at the University of Alberta, Campus St Jean. I am doing a research study entitled **Using the exploratory talk to promote the construction of knowledge in math in the second language**. As a graduate student, I am conducting this research as part of the requirements for a Master's degree in education. It is being conducted under the supervision of Dr. Martine Pellerin, Assistant Professor at Campus Saint-Jean, University of Alberta. You may contact me via:

Researcher Alice A. Prophète
Phone: (780) 962-0212 E-mail:
aprophete@psd70.ab.ca or prophete@ualberta.ca
Or
My Supervisor
Dr. Martine Pellerin
Assistant Professor
Faculty of Education (Campus Saint-Jean)
University of Alberta
Phone: (780) 465-8601
Email: Pellerin@ualberta.ca.

This consent form, a copy of which has been given to you, is only part of the process of informed consent. It should give you the basic idea of what the research is about and what your child's participation will involve. If you would like more details about something mentioned here, or information not included here, you should feel free to contact my supervisor or me. Please take the time to read carefully and understand any accompanying information.
The University of Alberta, Faculties Research Ethics Board, as well as the Parkland Division has approved this research study.

Purpose of the Study
The intent of this study is to explore the use of *exploratory talk* as instructional strategy to promote the construction of knowledge in math of students in a French immersion classroom. More specifically, the study will investigate how the instructional strategy, such as *exploratory talk* enable students in a French Immersive classroom to think aloud and verbalize their cognitive process in mathematics in their second language.
What will my child be asked to do?

Your child is a student in my grade 4 classroom in École Broxton Park School where I am conducting my study. Participation in this research will require your child to participate as he/she naturally would in his/her regular classroom. It will be the teaching of the math curriculum of

Alberta Education, using an instructional strategy that will help him/her improve his/her learning. The participation of your child can be only beneficial. The project will take place during regular classroom time. No child will be taken outside of their regular classroom assignments.

What type information will be collected and when the information will be collected?

It is an Action Research, which enables me to gather information in my own classroom about my pedagogical practice. The results will subsequently not only improve my ways of teaching but also my students' learning; which will be also analyzed for the purpose of my thesis. The data will be collected during a period of three months. Twice a week, during the mathematic classes, I will either video record or audio record while students are working together, with me and/or during the whole classroom discourse.

I am using the audio/video in this research in order to have all different angles of their dialogues in their math discussion as part of digital documentation for the purpose of my thesis.
Since your child is a student in my classroom, he/she will be incorporated into the audio and video recording of students working together or with me, the teacher-researcher. There is no harm associated with the participation of your child in this study. I might also want to incorporate a sample of your child's work as an illustrative example to support new understanding gained by the implementation of new teaching strategies. Field notes (observational notes) will also be taken. The data analysis will not impact students' notes. We will only analyze the new strategies on students learning.

Your child's participation in this research is voluntary. Should you grant your child permission to participate in the audio/video recording, for the purpose of my thesis? I ask of your cooperation in taking the time to explain to your child the information in this letter about the research and why he/she will be a part of the video or audio recording during mathematic classes. Your child is asked to sign along with you this letter of consent once you discuss the information with him/her. It is a mutual agreement. As parents, you are free to decline this invitation to have your child participate in this research and can always change your mind once you have agreed. As parents you have the right to withdraw from the study. There will be no penalty or prejudice for that choice. If you wish to withdraw your child from the study, your child's image and voice in the audio/video recording will be removed/obscured to prevent identification. If your child's work is collected as a sample of learning activities, it will be removed from the data collection. As parents, you will be asked if the existing recorded data can or cannot be used in the study.

I will review the data collection (Audio/video recording, sample of students' work; field notes) for the purpose of my thesis, and will seek new understanding concerning the potential and the use of the instructional strategies that enable students in a French Immersive classroom to think aloud and verbalize their cognitive process in mathematics in their second language.

In order to protect the privacy of students under the Freedom of Information and Protection of Private Act, parental consent is necessary for student involvement in this

study. Please put a check mark on the corresponding box that grants the researcher the permission to appear in segments of digital/audio/video tape recording for the purpose of the analysis of the data.

	Yes	No
1. I hereby give consent for my child *to appear in segments of digital/audio/video tape* recording for the purpose of the analysis of the data by the classroom teacher I for her thesis project.		

Dissemination of knowledge gained from the research study
As part of sharing the findings of this research, it is anticipated that the results of this study will be shared with my school and the school division, Alberta Education, and any interested school boards and institutions. As parent, you are invited to come and observe the impact of the teaching of the strategies on the students learning.
Are there benefits if my child participates in this Research Study?
The potential benefits of participation include a greater achievement for your child. In fact, this work will surely contribute to improve my pedagogical strategies in math and subsequently impact your child's learning. The purpose of the study itself is to improve the students' learning; it is evident that your child is the first to benefit from it.

What happens to the data collection during the study?

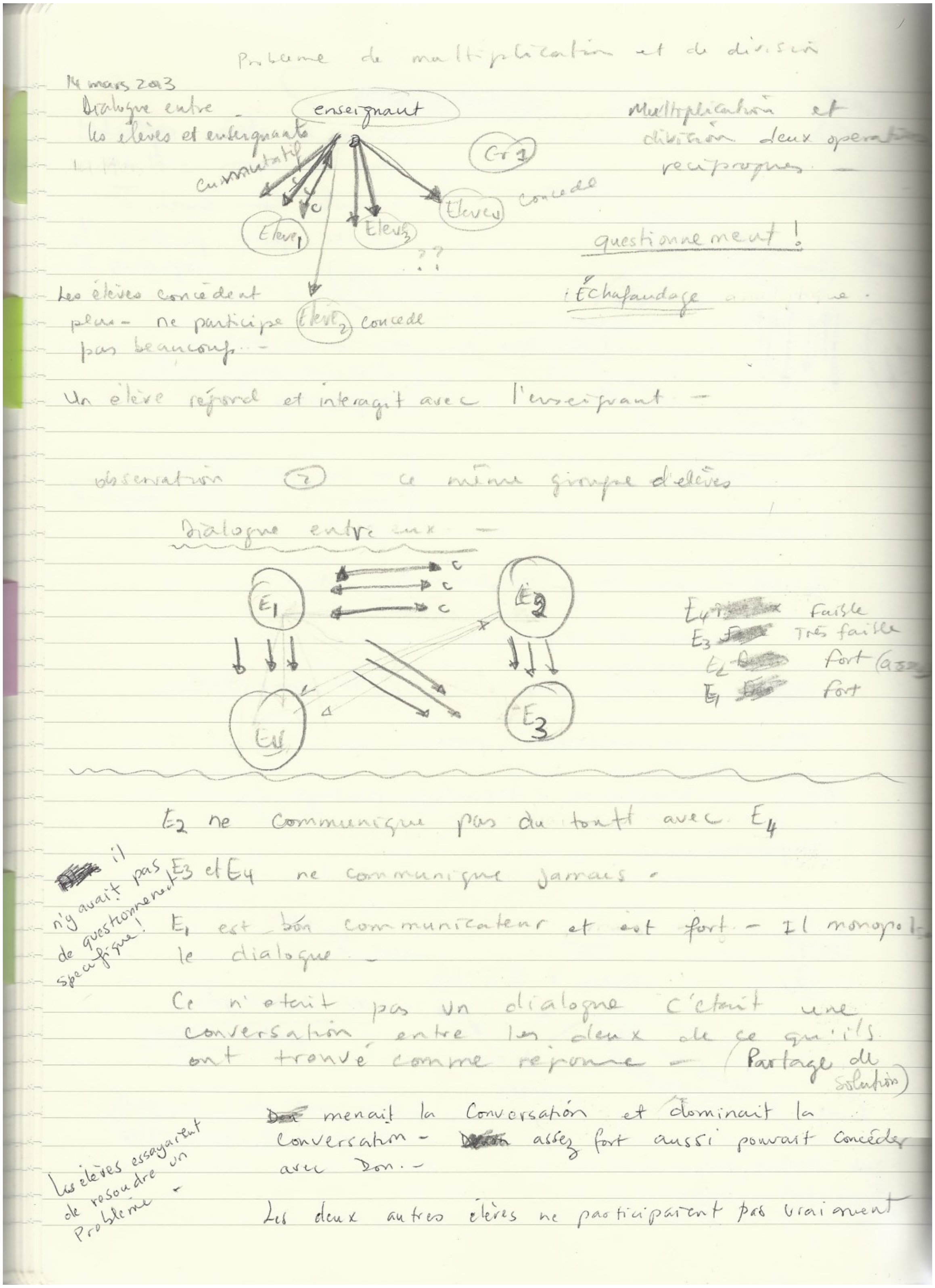
The video recordings will be stored in my laptop with password protected and encrypted. It will be available only to the researcher. Written reports will be provided but, they will make no reference to students' names and/ or the school attended. At the end of the study, the digital documentation will be destroyed by deleting everything.

Parents who have accepted the invitation for their child to participate in the study will be invited at the end of the project to an open session in which the findings of the study will be presented. Completed forms allowing student participation will be collected by École Broxton Park School and kept secure in the Principal's office. Parents may choose to withdraw their student's participation at any timePublished reviews, conference papers and academic and educational presentations/workshops resulting from this research study will be publicly available. Reference to students' names or school attended will not be made.
Signature (written consent)
Your signature on this form indicates that you understand to your satisfaction the information provided to you about your child's participation in this project. In no way does this waive your legal rights nor release the investigator or involved institutions from their legal and professional responsibilities. You are free to withdraw your child's participation from this research study at any time. You should feel free to ask clarification or new information throughout your participation.
Questions/concerns: If you have further questions concerning matters related to this research study, please contact:
Alice A. Prophete (the teacher-researcher)
Phone: (780)-962-0212
E-mail: aprophete@psd70.ab.ca or prophete@ualberta.ca

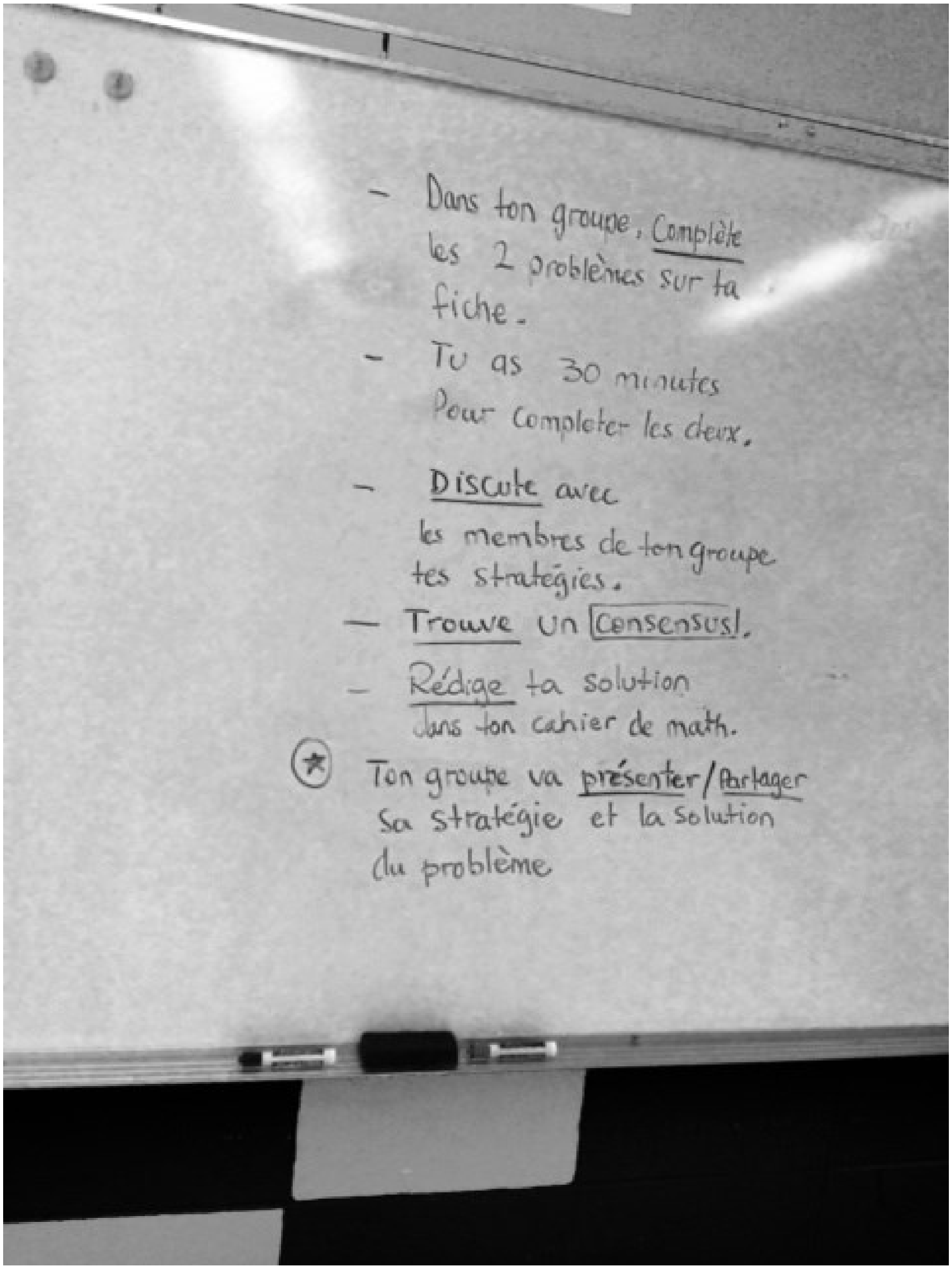
Or the school's principal:
Randy Hetherington
Phone: (780)-962-0212
E-mail: rhetherington@psd70.ab.ca
If you have any questions or concerns about your rights as a participant, or how this study is being conducted, you may contact the University of Alberta's Research Ethics Office at 780-492-2615.

Principal's name: (please print) ____
Childs' name: (please print) ____
Childs' signature: ____
Parent/Legal Guardian (please print) ____
Parent/Legal Guardian's signature:
____
A copy of this consent form has been given to you to keep for your records and reference.
Before the research study takes place in the classroom, I will explain the study to all students. The explanation of what will happen in the study and what is required in terms of the child's involvement will be provided in a language that your child will understand.

Annexe D. Exemple de diagramme montrant l'interaction timide entre les élèves



Annexe E. Exemple de directives écrites au tableau



Annexe F. Exemple de plan de leçon conçu pour les ateliers de mathématiques

Domaine : les nombres

Résultat d'apprentissage général
Développer le sens des nombres

Durée
3 périodes de 60 minutes.

Description :
Cette leçon fait partie d'une série de leçons planifiée dans l'unité sur les fractions et se fait dans deux ateliers de mathématiques.

Concepts clés pour cette leçon :
Au cours de cette leçon, les élèves doivent savoir:

- Les fractions inférieures ou égales à 1.
- Les fractions sont des parties d'un tout.
- Le plus qu'un tout est fractionné le plus que les fractions sont petites
- Deux fractions identiques peuvent ne pas représenter le même tout (la même quantité).
- Un tout (une barre de chocolat) est différent du tout (l'ensemble des élèves de la classe).
- Une fraction peut être représentée par un dessin ou par un symbole.

Connaissances antérieures
Les élèves doivent savoir déjà ce qu'est un polygone, un polygone régulier, incluant les triangles, les carrés et les rectangles. (Les élèves de cette classe ont déjà divisé des deux gateaux en deux parties égales et ils ont utilisé une recette pour faire une tarte. Ils ont déjà fait le lien avec la réalité avant qu'on introduise les symboles, ils sont supposés de savoir déjà que les fractions d'un même tout ont un dénominateur commun.

Objectif contenu (RAS standard)

- Nommer et noter des fractions pour les parties d'un tout ou d'un ensemble.

Objectif langagier : (Lexique et expressions mathématiques)

> Construire des phrases utilisant des verbes dans les expressions telles que « Je colorie un demi, un tiers, un quart, un sixième », la partie coloriée représente un demi, un tiers, un quart, …un dixième
> Utiliser des expressions comme : une partie d'un tout, une fraction …

Objectif langagier : Dialogue

Utiliser des expressions d'opinion : Je ne suis pas d'accord… parce que. Je suis d'accord parce que…Est-ce que tu penses que…? Moi, je pense que… Explique ta stratégie…

Questions essentielles:

- Qu'est-ce qu'une fraction?
- Quand et comment utilise-t-on les fractions dans notre vie?
- Quelle différence y-a-il entre la partie d'un tout ou la partie d'un ensemble.
- Quelles expressions de mathématiques et quel vocabulaire utiliser pour communiquer la compréhension et mon savoir sur les fractions?
- Comment lit-on les fractions ?
- Puis-je représenter les fractions de différentes façons ?

Attentes pour cette leçon (contenu):

- Identifier une fraction à partir de sa représentation concrète donnée.
- Représenter une fraction donnée à l'aide de régions, d'objets ou d'ensembles.
- Nommer et noter les parties ombrées et non ombrées d'un ensemble donné, de régions, d'objets ou d'ensembles.

Attentes pour cette leçon: (**Communication/dialogue)**

- Les élèves doivent communiquer verbalement en français leur compréhension, utilisant le vocabulaire, la terminologie, les symboles et les images concrètes qui représentent les concepts fractions.
- Les élèves doivent s'engager dans un dialogue interactif avec les membres du groupe pour justifier leurs stratégies et leur raisonnement en utilisant les expressions d'opinions qui sont dans leur duotang

Processus mathématique:
- Communication
- Liens
- Calcul mental
- Estimation
- Résolution de problèmes
- Raisonnement
- Technologie
- Visualisation

Déroulement de l'atelier 1 pour la leçon.

Atelier 1.

Buts pédagogiques :

- Engager les élèves en activant les connaissances intérieures.
- Explorer le concept en posant des questions ouvertes permettant aux élèves de donner leurs idées

Approches communicatives : interactive-dialogique et interactive-autoritative. Dialogue entre enseignant et élèves et élèves/élèves. (Beaucoup de questions ouvertes)

- Incite les élèves à partager et à utiliser ce qu'ils savent déjà.
- Confirme leurs réponses ou clarifie leur confusion, reformule leurs idées.
- Vérifie l'utilisation des expressions mathématiques.
- Permets aux élèves d'expliquer leurs stratégies et justifier leur raisonnement

Etape 1.- 10 minutes (échafaudage social et analytique- présenter le concept, engager les élèves.

Partage tes attentes pour cet atelier :

- Sur le projecteur ou au tableau, montre ton attente pour cette atelier : les élèves doivent pouvoir *Identifier une fraction à partir de sa représentation concrète donnée.*

Projette le problème suivant aux élèves. Demande aux élèves de lire ensemble l'énoncé du problème ou choisis un élève pour lire le problème. Aide-les à repérer les informations et les consignes dans le problème (réfère-toi au tableau de questionnement pour chercher les informations et pour comprendre les consignes)

Le problème
Mme Prophète apporte une (1) tarte aux pommes à l'école pour le dessert. Elle ne peut pas la manger toute seule. Elle décide de la partager avec quatre (4) autres collègues d'enseignants. (Informations sur le problème)
Comment penses-tu qu'elle peut partager sa tarte pour qu'elle soit juste envers tout le monde ? (Consigne)

- Donne aux élèves une minute pour réfléchir à la question. Ton questionnement doit les amener à trouver que <u>le tout</u> de la tarte est 5/5 et qu'elle est partagée en 5 <u>parties égales</u>. Continue avec le questionnement et amène les élèves à comprendre que chaque partie de la tarte est <u>une fraction</u> de toute la tarte. Exemple : 1/5 (un cinquième) pour chaque enseignant, incluant madame Prophète. Ils doivent eux-mêmes verbaliser.

Etape 2.- 30 minutes. (Choix d'un ou deux problèmes pour les groupes collaboratifs)

- Dis aux élèves qu'ils vont travailler dans leur groupe et vont identifier ensemble des fractions. Explique-leur tes attentes. Comme par exemple pour cet atelier, tu veux que :

- Les élèves travaillent en collaboration en groupe de deux ou trois pour résoudre le problème.
- Chaque élève du groupe rédige sa solution dans son journal de mathématique, utilisant des phrases complètes.
- Le groupe partage avec la classe et justifie ses stratégies de résolution du problème dans une discussion collective.

- **Etayage de la langue.**

- Lire avec les élèves l'énoncé du problème affiché sur le projecteur ou au tableau. Aider-les à comprendre la tache : l'énoncé et les consignes. Ce moment est propice pour intervenir aussi sur la syntaxe, le vocabulaire mathématique, sur la compréhension de l'énoncé et sur certains mots inconnus. Rappelle aux élèves d'utiliser le tableau de questionnement, le tableau des expressions et exige qu'ils les utilisent dans leur réponse.
- Des questions spécifiques (Voir le tableau de questionnement) aident l'élève à repérer les données du problème et à comprendre l'énoncé et à analyser le vocabulaire du problème. L'élève s'habitue avec le texte, les mots et les données du problème. Du coup l'élève révise les mots de vocabulaire important dans le concept et construis en même temps un discours mathématique. *Dialogue interactif entre élèves et enseignant/élèves.*
- Ils peuvent lire eux-mêmes l'énoncé du problème et chercher à comprendre les consignes et chercher les stratégies de résolution ensemble.

La tâche des élèves (en groupe de deux, trois ou 4 au maximum)

- Les élèves travaillent en partenaire ou en petit groupe en **collaboration**. Ils continuent avec la compréhension et les étapes pour résoudre le problème. Dans cette étape, les élèves reçoivent une copie du problème à résoudre. *Dialogue interactif entre élèves/élèves*

- Les élèves reçoivent une copie ou des cartes contenant des questionnements et des directives pour argumenter en français. Les types de questions et les expressions d'opinions leur sont enseignés dans le contexte de la résolution de problème mathématique, utilisant le dialogue. Chaque élève a le document avec les directives et les questions comme référence au cas où ils en ont besoin.

- Les élèves reçoivent un outil d'évaluation <u>notre communication</u> quand il travaillent en groupe pour s'évaluer et pour évaluer leur intervention dans la discussion.

Le rôle de l'enseignant (échafaudage social et analytique)

- L'enseignant circule dans les groupes pour encourager les discussions et l'utilisation des expressions et pour poser des questions aux fins de dialogue entre les élèves.
- L'enseignant intervient pour aider les élèves à expliciter leurs stratégies, à généraliser les notions mathématiques en français.
- L'enseignant en profite pour évaluer et vérifier la compréhension des élèves au cours des discussions et note les observations.

Phase 3.- (10 à 15 minutes)

Discussions collectives – *dialogue entre élèves et enseignants et entre les élèves.*

Chaque groupe partage ses solution et ses stratégies en grand groupe pour la discussion collective (échange entre les groupes par rapport aux stratégies utilisées) alors que l'enseignant essaie de faire le point pour clarifier et valider leur compréhension du concept ou aider les élèves à faire la généralisation des notions. Au cours de cette étape, il y a évaluation. L'enseignant comprend très bien si le concept est appris. C'est toutefois plus formative que sommative et va savoir comment continuer ou planifier sa prochaine leçon.

Suivi –Selon le besoin (utiliser la phase 2- prochaine leçon) ou coin mathématique où les élèves continuent à travailler en groupe ou individuelle suivant le besoin.)
L'enseignant peut trouver d'autres problèmes pour aider à élaborer, maitriser les concepts mathématiques étudiés. Dans ce cas, les élèves peuvent pratiquer d'autres exercices dans leur manuel de mathématique ou des fiches préparées à cet effet, toujours dans le dialogue. De plus l'enseignant peut faire une entrevue directe ave certains élèves pour avoir une meilleure idée comment aider ces derniers. L'entrevue doit se faire dans une période assez proche de l'enseignement du concept.

Annexe G. Exemples des questions utilisées pour l'auto questionnement des élèves et pour le questionnement de l'enseignante.

Le questionnement et les réponses envisagées dans le cadre de la résolution des problèmes de mathématiques dans la langue seconde.

Questions (mots interrogatifs)	Réponses	Objectifs : pour être capable de : (compétences mathématiques)	Compétences linguistiques
Quoi ? De quoi parle le problème, qu'est-ce que je sais à propos du problème? Quels sont les faits? De quel concept s'agit-il? Qu'est-ce que ce mot veut-dire? Quelles sont les informations dans ce problème…etc.? Qu'est-ce c'est que la consigne? La tache? qu'est-ce que cela signifie?	Les informations du problème. Les données du problème. Les concepts qu'on étudie…	- S'approprier le texte, les mots, le langage dans le problème. - Comprendre le texte de l'énoncé. - Repérer les données pertinentes. - Identifier les concepts. - Interpréter le problème. - Traiter les données et mettre en œuvres ses raisonnements.	- Lecture - Utilisation du vocabulaire - Lexique mathématique. - Expressions de la syntaxe mathématiques. - Habiletés à communiquer à l'oral (prise de la parole).
Comment? Quoi faire? Comment faire? Qu'est-ce que je cherche à faire? De quoi ai-je besoin pour résoudre ce problème? Quel moyen?	Une méthode, des directives, une démarche. les stratégies à utiliser (les opérations à faire), les questions dans l'énoncé du problème.	- Faire le lien entre l'énoncé (les données du problème et la tâche/consignes du problème. - Reformuler l'énoncé ou la question. - Dire autrement. - Opérationnaliser : élaborer des stratégies pour solutionner.	- Compréhension écrite - Engagement dans le dialogue. - Utilisation du discours quotidien implicitement et du discours scientifique explicitement.
(Pourquoi?) Est-ce vrai que… Est-ce important ?	Les raisons, les causes, les effets la pertinence des questions	- Discuter la vraisemblance ou la pertinence de son raisonnement, ou de l'énoncé. - Reconnaître les idées	

	du problème. La vraisemblance de la question ou de l'énoncé. La pertinence des stratégies à utiliser. Ce qui se produirait.	mathématiques pertinentes à une consigne ou une question. - Justifier une idée, un raisonnement?	
Quel? (lequel?) Est-ce la même chose que? Quel serait le résultat? De quelle autre manière? Quelle autre stratégie?	(Une décision, une solution, une priorité) Une stratégie, un concept, une règle.	- Pour trier ou sélectionner les stratégies qui fonctionnent en vue de procéder à la résolution du problème. - Pour justifier une règle, un concept.	-

Annexe H : Cartes éclairs pour élèves (Questionnement et expressions d'opinions)

Quoi ? Qu'est-ce que ? Quel ?

Pour comprendre l'énoncé du problème. Pour identifier les concepts clés.

- Quelles sont les informations (les données dans ce problème ?
- Qu'est ce qu'on demande de faire ? (Les consignes/la tache)
- Quelle est ma tache? Quelle consigne?

Comment ?

Pour faire le lien. Pour élaborer les stratégies de solution.

- Quoi faire ?
- Comment faire ?
- Qu'est-ce que je cherche à faire ?
- Quelle opération ?

Les expressions pour s'engager dans le dialogue

Expliquer

- Voici ma solution/ma stratégie.
- Je pense que ________dit que…

Appuyer

- Je suis d'accord. Parce que …

Compléter

- J'aimerais ajouter quelque chose…

Contester

- Je ne suis pas d'accord parce que…

Enrichir

- Ça me fait penser que…
- On pourrait aussi dire que…

Réfléchir

- Je réfléchis à ce que tu

Pourquoi ?

Pour justifier son raisonnement.

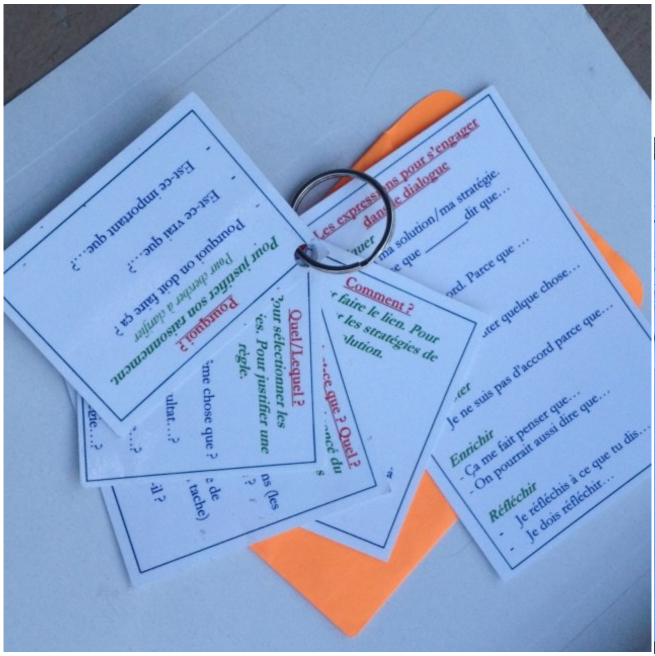
Pour chercher à clarifier

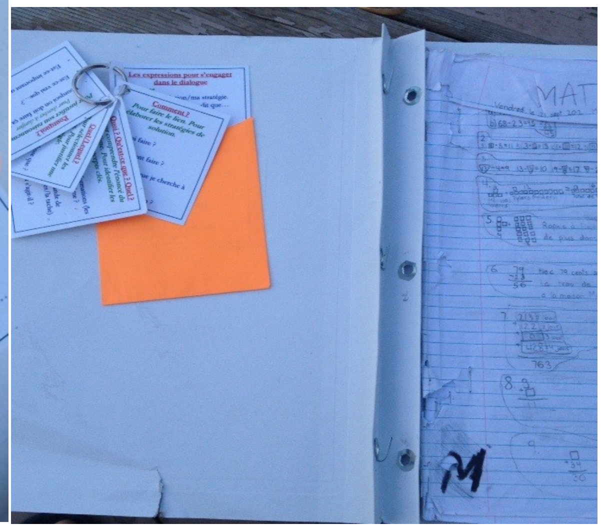
- Pourquoi on doit faire ça ?
- Est-ce vrai que…?
- Est-ce important que…?

Quel/Lequel ?

Pour sélectionner les stratégies. Pour justifier une règle.

- Est-ce la même chose que ?
- Quel serait le résultat…?
- De quel autre manière…?
- Quelle autre stratégie…?


Comment ?
Enrichir
- Ça me fait penser que…
- On pourrait aussi dire que…
Réfléchir
- Je réfléchis à ce que tu dis…
- Je dois réfléchir…
Je ne suis pas d'accord parce que…
Pourquoi ?
Pour justifier son raisonnement.
Pourquoi on doit faire ça ?
Est-ce vrai que…?
Est-ce important que…?
Quel/Lequel ?



Annexe I. Exemple de grille d’auto-évaluation pour les élèves

Grille d’auto évaluation des élèves
Communication et engagement au dialogue dans les ateliers de mathématiques

Nom : ______________________ Semaine ____________________		Toujours ☺				Pas toujours				Jamais ☹			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Communica-tion	Je pose des questions pour comprendre l’énoncé et les consignes du problème.												
	Je parle en français quand je pose des questions.												
	J’utilise la terminologie et les symboles de façon exacte.												
	Je fais des phrases complètes.												
Engagement au dialogue	J’explique mes stratégies.												
	J’explique mon raisonnement.												
	Je justifie mon argument.												
Attitude face aux arguments des autres.	Je partage les idées des autres.												
	J’exprime mon désaccord et je dis pourquoi.												
	J’écoute les idées des autres.												

Pour m’améliorer, je

____

____

____

Annexe J. Exemple de grille d'évaluation pour l'enseignant
Grille d'évaluation-enseignant

Nom_________________________________ Date____________________________

Communication en mathématiques dans la langue seconde[11]

Compétences/ Critères	EXM	PRF	APR	BGN	U
Concepts Symboles, conventions et terminologie.	Communiquent avec **beaucoup de clarté et d'exactitude** les symboles, les conventions et la terminologie mathématiques.	Communiquent avec **assez de clarté et d'exactitude** les symboles**,** les conventions et la terminologie mathématiques.	Communiquent avec **peu de clarté et d'exactitude** les symboles, les conventions et la terminologie mathématiques.	Ne communiquent pas très clairement et pas exactement les symboles, les conventions et la terminologie mathématiques	Ne commu-nique pas.
Qualité du langage utilisé Phrases complètes. Vocabulaire en français.	**Utilisent du vocabulaire français et des phrases complètes** pour expliquer leurs stratégies.	Utilise **assez de vocabulaire français et assez des phrases complètes** pour expliquer sa compréhension.	Utilise **peu du vocabulaire français et peu de phrases complètes** pour expliquer sa compréhension.	Utilise **à peine du vocabulaire français et à peine des phrases complètes** pour expliquer sa compréhension.	N'utilise pas de phrases.
Engagement au dialogue et argumentation Justifier et valider son raisonnement en français.	Présentent **des arguments en français qui sont très logiques et très pertinents** pour justifier et pour valider leur raisonnement.	Présentent **des arguments en français qui sont assez logiques et assez pertinents** pour justifier et pour valider leur raisonnement.	Présentent **des arguments en français qui sont peu logiques et peu pertinents** pour justifier et pour valider leur raisonnement.	Présentent **des arguments en français qui ne sont pas logiques et pertinents** pour justifier et pour valider leur raisonnement.	Ne présente pas d'argu-ments.

[11] Cette grille d'évaluation est inspirée de la grille d'évaluation de Louis Radford et Serge Demers (2004) mais adaptée et élaborée suivant la recherche : Le discours dialogique pour faire parler les élèves en mathématique dans leur langue seconde.

Annexe K. Exemples d'entrées et de notes de réflexions inscrites dans le journal

observations de la leçon utiliser des stratégies de multiplication . 5e.m
[redacted]

1. Au niveau des groupes.
[redacted]

Les élèves qui sont forts parlent plus et ne sont pas patients avec les autres qui ne sont pas forts. Ceux-là sont intimidés et parlent peu. Ils se contentent d'écrire les réponses ; mais ne participent pas au raisonnement. -

2. Le discours. – Le langage et la conversation dans le groupe.
[redacted]

Le langage n'est pas fluent et les élèves n'utilisent pas les expressions pour exprimer leur désaccord.– Ils semble que les attentes pour les discussions ne sont pas claires – Il n'y a pas vraiment un débat, une conversation. Les élèves forts travaillent individuellement ensuite communiquent leur réponse aux autres qui acceptent. De plus, ils n'utilisent pas les questions qui sont dans la fiche pour pouvoir mener une conversation. –
Ils communiquent leur réponse mais pas les stratégies. Ils n'écrivent pas leur stratégie. Ils font les problème en tatonnant et en faisant l'opération qu'ils croient important. –
Ils perdent beaucoup de temps. -

3. Le concept appris
[redacted]

Il semble que les élèves ont compris ce qu'ils devaient faire, mais ils ont de la difficulté à mener le dialogue.

Double Compétences

Compétence mathématique : Capable de résoudre un problème

Mercredi ~~[illegible]~~ Suite..

Les élèves continuent à travailler en groupe. Mes certains d'entre eux communiquent plus. Certaines sont d'accord avec les réponses. - (un peu frustrant)

– ~~[illegible]~~ - (Date)

La multiplication et la division opérations réciproques. -

En enseignant j'ai commencé à utiliser les expressions que je leur ai enseigné - je modelise un peu. - je me suis assise dans les groupes (comme élève et participant pour voir comment ils se posaient les questions ! -

Une fois de plus les élèves parlaient mais il ne discutaient pas toujours en français et un seul élève dominait la conversation malgré l'insistance de l'enseignant pour qu'ils disent qqchose.

Presque tous les groupes qui ont un fort, on observe les mêmes choses. Ceux qui comprennent ont plus de confiance et dominent la conversation. Pendant 3 classes de math -

15 mars 2013 : observation des mini groupes !

Questionnement pour comprendre le problème et les phrases en français / expression pour

→ Revision des concepts (-reciproque) - facteur, quotient, produit division

Comment se passe le dialogue ?

quel changement ~~j'observe~~ aujourd'hui

Dans les groupes certains élèves font l'effort de regarder les questions au tableau et se les poser de façon mechanique - ils ont essayé de repondre. - C'est comme il jouait du theatre.

J'ai accepté cela car au moins ils interrogeaient les questions ?