APPRENDRE À COMMUNIQUER ET COMMUNIQUER POUR APPRENDRE EN MATHÉMATIQUES DANS LE PROGRAMME D'IMMERSION FRANÇAISE

Par Marie-Josée Morneau

Mémoire présenté à la Faculté des études supérieures de l'Université du Manitoba pour satisfaire partiellement aux exigences du grade de

Maîtrise EN ÉDUCATION

USB Éducation Université de Saint-Boniface Université du Manitoba Winnipeg

Copyright© 2019 par Marie-Josée Morneau

RÉSUMÉ

Les élèves en immersion française (IF) éprouvent des besoins au niveau du vocabulaire expressif et de la structure syntaxique dans leur deuxième langue (L2), le français, limitant ainsi la communication du raisonnement mathématique. Une approche littératiée fondée sur la langue d'apprentissage comme véhicule cognitif peut soutenir la L2 des élèves en IF. Or, l'approche n'a jamais été examinée en mathématiques en IF. L'objectif était d'évaluer les effets d'une approche littératiée sur la compréhension mathématique, le niveau global de communication oral et la précision langagière dans la L2. Deux groupes d'élèves de classes combinées 7° et 8° année en IF au Manitoba furent comparés : un groupe expérimental qui a reçu un enseignement littératié pendant six semaines et un autre contrôle. Les résultats ont démontré un effet positif sur la structure syntaxique, ce qui suggère que l'approche littératiée joue un rôle clé dans la facilitation du raisonnement mathématique en contexte IF.

Mots clés: communication orale, français langue seconde, immersion française, interaction, précision langagière, raisonnement mathématique, géométrie

ABSTRACT

French Immersion (FI) students demonstrate needs in expressive vocabulary and sentence structure in their L2, French, which limits their mathematical reasoning. A literacy-based approach, centred on the use of the language of instruction as a cognitive tool, can increase the L2 skills of FI students. However, a literacy-based approach has never been tested in mathematics in FI. The goal was to measure the effects of a literacy-based approach on mathematical comprehension, general oral communication skills, and oral accuracy in L2. Two groups of students from combined FI Grades 7 and 8 classes in Manitoba were compared: the experimental group, which received literacy-based teaching for a 6-week period, and the control group. The results showed a positive effect on sentence structure, which suggests that a literacy-based approach plays a key role in the facilitation of mathematical reasoning in FI.

Key words: oral communication, French as a second language, French Immersion, interaction, linguistic precision, mathematical reasoning, geometry

REMERCIEMENTS

Je tiens à reconnaitre la contribution de plusieurs personnes qui m'ont encouragée et épaulée tout au long de ce projet de mémoire.

En premier lieu, je tiens à sincèrement remercier mon directeur de recherche, Daniel Bérubé, Ph. D., professeur à l'université d'Ottawa, dont la confiance, le soutient, les conseils et les rétroactions constructives ont contribué à la réalisation de ce mémoire. Je fus très choyée d'avoir l'honneur de travailler avec Daniel lors des dernières années et de bénéficier de son expérience et expertise en recherche quantitative et j'en suis très reconnaissante.

Je désire aussi exprimer ma gratitude à mon ange gardien, Krystyna Baranowski, Ph. D. Grâce à son empathie, son grand cœur et son encouragement continu, j'ai repris le goût d'avancer en dépit des obstacles qui se sont présentés sur mon chemin parfois nébuleux.

Mes remerciements s'adressent aussi aux membres de mon comité d'évaluation, Miles Turnbull et Krystyna Baranowski qui ont su porter un regard critique sur mon travail. Leurs conseils judicieux m'ont amené à réfléchir et à m'améliorer. J'apprécie le temps et l'énergie qu'ils ont consacrés à ce projet de recherche qui me tenait tellement à cœur.

Je suis aussi reconnaissante de l'encadrement professionnel et personnalisé que j'ai reçu tout au long de ma formation au programme de maîtrise de l'Université de Saint-Boniface.

Je tiens aussi à remercier la division scolaire qui m'a donné la permission de faire cette étude et aussi la direction de l'école, les enseignants, les parents et les élèves qui ont participé à cette recherche ; sans eux, ce projet n'aurait pas été possible.

Je dois aussi mentionner que cette réalisation dont je suis fière est le résultat d'une graine semée par mon ancien superviseur, collègue et ami, Simon Laplante, qui a su m'inspirer et me convaincre de poursuivre mes études universitaires en croyant d'abord et avant tout en moi.

DÉDICACE

Et finalement, je désire dédier ce mémoire à ma mère, Aline Bossé, qui fut une inspiration de bravoure et de courage jusqu'à son dernier respire.

TABLE DES MATIÈRES

Résumé	I
Abstract	II
Remerciements	III
Dédicace	V
Liste des appendices	IX
Chapitre 1 : Introduction	1
Contexte de l'étude	1
Problématique	3
Rendement mathématique des apprenants en IF	3
Habiletés langagières des apprenants en IF	5
Perception quant à l'enseignement des mathématiques en IF	6
Chapitre 2 : Recension des écrits	9
Communication orale en immersion française	9
Communication orale en mathématiques	14
Communication orale en mathématiques en L2	16
Approche littératiée : intégration de la L2 et du contenu mathématique	20
Aisance et la précision langagière en mathématiques L2	22
Équilibre entre la forme et le contenu	27
Stratégies pédagogiques favorisant la précision langagière en mathématiques en L2	29
Enseignement du vocabulaire et des structures en mathématiques	30
Catégories de vocabulaire mathématique	33
Stratégies d'enseignement du vocabulaire mathématique et des structures	37

	Attentes en communication orale	38
	Aides visuelles	39
	Matériel concret	39
	Enseignement explicite en trois étapes	40
	Modélisation	41
	Pratique interactive encadrée	42
	Questionnement stratégique	43
	Opportunités multiples de pratique communicative	44
	Pratique communicative autonome	46
	But de recherche	48
	Questions de recherche	48
Cl	hapitre 3 : Méthodologie	50
	Cadre méthodologique	50
	Devis méthodologique	51
	Participants	52
	Procédure	53
	Procédure d'intervention	53
	Procédure de la collecte des données	61
	Procédure de l'analyse des données	64
	Outils d'évaluation	66
	Connaissances et compréhension mathématiques	66
	Capacité globale en communication orale	67
	Précision langagière en communication orale	68
	Démarche déontologique et éthique	70

Chapitre 4 : Présentation et analyse des résultats	72
Connaissances et compréhension mathématiques	72
Capacité globale en communication orale	74
Précision langagière en communication orale	78
Chapitre 5 : Discussion et interprétation	95
Sommaire des résultats	95
Facteurs reliés aux connaissances et à la compréhension mathématique	96
Facteurs reliés aux habiletés en communication orale	100
Vocabulaire mathématique	101
Présence de l'anglais	104
Structure syntaxique	106
Limites de recherche	108
Pistes de recherches futures	110
Retombées pédagogiques	110
Conclusions	114
Références	116
Appendices	133

Note : Dans le présent document, le genre masculin est utilisé sans aucune discrimination et uniquement dans le but d'alléger le texte et de respecter la confidentialité.

LISTE DES APPENDICES

Appendice A - Questionnaire sur la démographie et l'utilisation de la langue	133
Appendice B - Gabarit de planification d'intégration de la langue et du contenu	136
Appendice C - Vocabulaire mathématique de géométrie 7e année	139
Appendice D - Vocabulaire mathématique de géométrie 8e année	140
Appendice E - Structures langagières de 7e et 8e année	141
Appendice F - Photos des cartes de vocabulaire et des structures langagières	142
Appendice G - Questions d'entrevue au T1-7 ^e année	143
Appendice H - Questions d'entrevue au T1-8 ^e année	148
Appendice I - Questions d'entrevue au T2-7 ^e année	156
Appendice J - Questions d'entrevue au T2- 8 ^e année	161
Appendice K - Grille d'évaluation : connaissances et compréhension mathématiques	169
Appendice L - Grille d'évaluation de la communication orale au niveau global	170
Appendice M - Guide d'analyse de la structure syntaxique	171
Appendice N - Notes explicatives de la grille d'analyse de la structure syntaxique	172
Appendice O - Lettre explicative aux parents des participants	173
Appendice P - Formulaire de consentement des parents des participants	176
Appendice Q - Approbation du comité d'éthique de l'Université de St-Boniface	177
Appendice R - Approbation du conseil scolaire	178
Appendice S - Lettre explicative aux enseignants	179
Appendice T - Formulaire de consentement des enseignants	182
Appendice U - Mots de vocabulaire technique produits au T1 et T2	183
Appendice V - Mots de vocabulaire sous-technique produit au T1 et T2	184

Appendice W - Pourcentages des mots mathématiques produits au T1 et T2	.185
Appendice X - Mots anglais produits par le groupe expérimental au T1 et T2	.186
Appendice Y - Mots anglais produits par le groupe contrôle au T1 et T2	187

Chapitre 1: introduction

Contexte de l'étude

Mes expériences professionnelles ont nourri ma passion pour l'enseignement des mathématiques tout le long de mon cheminement professionnel. Ce projet de recherche a été inspiré de mes nombreuses années d'expérience en immersion française (IF) en tant qu'enseignante, orthopédagogue, conseillère pédagogique, directrice d'école et dernièrement, professionnelle enseignante spécialiste en littératie et en numératie à la Faculté d'éducation de l'université de St-Boniface, au Manitoba. Tout au long de ces années, j'ai été témoin des besoins académiques reliés aux objectifs d'apprentissage de mathématiques et des besoins langagiers reliés à la communication orale en français des élèves en IF au Manitoba. Cette conscientisation des besoins de nombreux apprenants en IF que j'ai observés au cours de ma carrière a piqué ma curiosité intellectuelle et m'a donc inspiré à explorer les deux objectifs principaux de cette recherche, soit l'effet d'une approche littératiée sur le développement a) du raisonnement mathématique et b) des habiletés de communication orale lors de l'enseignement des concepts de géométrie dans une classe de 7e et 8e année en IF. Dans cette étude, la communication orale a été évaluée selon les habiletés productives de la précision langagière en contexte mathématique. La précision langagière est définie par le vocabulaire mathématique, la constitution des énoncés, la structure syntaxique et la présence de l'anglais. Ces mêmes éléments de la précision langagière ont été évalués à deux niveaux : 1) global et 2) spécifique. Les résultats présentés dans ce mémoire représentent l'entièreté du projet de recherche.

Le programme d'IF précoce (aussi connu comme immersion longue) au Manitoba se définit comme un programme d'enseignement dont le point d'entrée est communément la maternelle dans lequel l'enseignement se fait uniquement en français, comme langue seconde (L2) ou langue additionnelle. Entre la 1^e et la 8^e année l'enseignement se fait en français pour un minimum de 80% du temps et en anglais pour 20% du temps (Manitoba, n.d.). Dans le contexte de cette étude, les élèves en IF apprenaient le français comme deuxième langue (FL2). Les termes FL2 et IF sont utilisés de façon interchangeable pour décrire les élèves qui apprennent le français comme L2 dans un contexte immersif dont la langue principale d'enseignement est le français.

Selon Statistiques Canada (2018), les programmes d'IF ne cessent d'augmenter en popularité à travers le pays. En 2017, 449 745 élèves suivaient leur éducation dans un milieu FL2, ce qui représente 11,5% de la proportion d'élèves inscrits dans les écoles publiques comparativement à 9,6% en 2013. Au Manitoba, 90% de la population des élèves fréquentent des écoles publiques et 14% de ceux-ci sont inscrits au programme d'IF de la maternelle à la 12^e année qui est offert dans vingt-trois divisions scolaires urbaines et rurales s'échelonnant à travers la province (Commissariat aux langues officielles, 2018). Le ministère de l'Éducation du Manitoba (2017) définit le programme d'IF comme suit :

Le programme d'immersion française vise à former des jeunes qui peuvent, avec fierté et facilité, interagir en français de façon autonome et spontanée et qui cherchent à prendre part à l'espace et à la collectivité francophones. Leur identité comme citoyens canadiens compétents, en français et en anglais, leur permet de s'épanouir dans leurs choix de vie et de s'ouvrir à d'autres langues et cultures. (p. 5)

Dans ce contexte, le programme d'immersion est avant tout un programme de langue (Ministère de l'Éducation du Manitoba, 2014). Les élèves d'IF au Manitoba doivent être capables de bien communiquer en anglais et en français dans divers contextes sociaux et académiques. Puisque les mathématiques sont typiquement enseignées en français dans le programme d'IF au Manitoba et que la langue influence l'apprentissage des mathématiques plus que toute autre matière apprise à l'école (Barwell, 2008), les enseignants ont le rôle complexe de développer la langue immersive en mathématiques dans un contexte linguistique minoritaire, là où seulement 9% de la population totale peut parler l'anglais et le français (Commissariat aux langues officielles, 2018).

Problématique

L'enseignement des mathématiques en IF au Canada implique la considération de plusieurs éléments faisant partie du contexte actuel en éducation : le rendement mathématique limité des apprenants en FL2, le déséquilibre entre leurs habiletés de compréhension et de production orale et la perception quant à l'enseignement des mathématiques en IF.

Rendement mathématique des apprenants en IF.

Aujourd'hui, plus que jamais, le rendement en mathématiques des élèves au Canada est une inquiétude qui de plus en plus fait la manchette. Les résultats de tous les tests de mathématiques du Programme international pour le suivi des acquis (PISA) administrés aux élèves canadiens de 15 ans démontrent une baisse d'habiletés au cours des années depuis 2003 (Conseil des ministres de l'Éducation du Canada, CMEC, 2016). Inquiètes des résultats et conscientes du besoin d'améliorer la réussite scolaire des élèves en mathématiques, certaines provinces telles que l'Ontario et le Manitoba ont entamé un processus de revue de leur système

éducatif de la maternelle à la 12^e année et sont présentement en train de mettre en place des mesures de révision, de changement et d'évolution.

En Ontario, les données provinciales en mathématiques indiquent une stabilité pour les élèves de 3° et 9° année alors que les résultats de la 6° année n'ont fait que baisser au cours des cinq dernières années (Office de la qualité et de la responsabilité en éducation, OQRE, 2017).

Dans le but de solidifier la compréhension des concepts fondamentaux chez les élèves ontariens de la 1^{re} à 12° année, le ministère de l'Ontario mettra en vigueur un nouveau programme-cadre de mathématiques, dès septembre 2019. La province de l'Ontario a aussi annoncé en mars 2019 qu'un nouveau projet de loi exigera que tous les nouveaux enseignants du primaire et du secondaire réussissent un test de connaissances mathématiques pour obtenir leur permis d'enseigner en Ontario alors que des cours de qualification additionnelle en mathématiques seront financés pour les enseignants déjà dans le système (Ministère de l'Éducation de l'Ontario, 2019). Cette nouvelle réalité professionnelle reflète les changements dans la façon dont on enseigne les mathématiques.

Au Manitoba, plusieurs données font ressortir des besoins évidents en mathématiques.

Au niveau pancanadien, le plus récent rapport d'évaluation du rendement mathématique des élèves de 8° année montre que les élèves manitobains ont augmenté leur performance depuis 2010, mais qu'ils se situent significativement sous la moyenne canadienne (CMEC, 2018).

Selon une récente revue du système scolaire au Manitoba (Ministère de l'Éducation du Manitoba, 2019), moins de 40% des élèves de la maternelle à la 8° année atteignent les attentes provinciales en mathématiques. Au niveau intermédiaire, le rendement des élèves de 7° année qui apprennent les mathématiques en français L1 ou L2 est semblable alors que les résultats de ceux qui sont dans le programme anglais ont des résultats significativement plus bas. En IF, les

résultats furent assez stables au cours des dix dernières années malgré que les habiletés reliées au sens du nombre, le seul domaine mathématique évalué au niveau provincial, ont connu une légère baisse (Manitoba. Éducation et formation, n.d.). En plus de la remise en question du système scolaire, le gouvernement du Manitoba a publié en octobre 2018, pour la première fois depuis vingt ans, les résultats des tests provinciaux des cours de mathématiques de la 12^e année par divisions scolaires. Cette nouvelle transparence académique, qui est pratique courante en Ontario, reflète encore une fois la pression ressentie par les provinces de repenser la façon dont on enseigne les mathématiques.

Habiletés langagières des apprenants en IF.

Aucune donnée provinciale n'existe spécifiquement pour la communication orale, ni pour le programme anglais L1 ni pour le programme d'IF. Or, des évaluations de communication orale administrées entre 2011 et 2015 auprès d'environ 1000 élèves de la 5° à la 11° année en FL2 provenant d'une division scolaire au Manitoba (Division scolaire Rivière Seine, 2016; Morneau, 2013) révèlent des informations pertinentes sur les habiletés de communication orale dans un contexte d'IF. Ces évaluations formatives, faites à partir du référentiel des compétences orales pour les élèves apprenant le français (Karsenti et Collin, 2007), avaient pour but de cibler des connaissances et habiletés orales spécifiques en FL2, selon les besoins identifiés, lors de la planification et de l'enseignement dans les classes d'IF de la division scolaire. Les résultats de la Division scolaire Rivière Seine s'alignent avec ceux de Lyster (2007, 2016) et démontrent que les élèves avaient une bonne compréhension orale comparativement aux habiletés de la production orale. En situation d'interaction orale, les élèves avaient un vocabulaire expressif restreint, ils éprouvaient des difficultés à structurer des phrases et ils produisaient surtout des phrases simples. Les évaluations ont aussi démontré que les élèves devaient souvent simplifier

leurs idées pour les communiquer en français et qu'ils avaient souvent recours à l'anglais pour transmettre leurs messages. Le recours à l'anglais a aussi été identifié par d'autres chercheurs comme un besoin des élèves en IF dans le contexte des mathématiques (Culligan, 2015, 2017; Tang, 2008). Les besoins particuliers au niveau de la production orale en IF aborde le but principal du programme d'IF au Manitoba voulant que tous les élèves puissent communiquer en français de façon autonome et spontanée, et ce, dans toutes les matières scolaires (Ministère de l'éducation du Manitoba, 2017).

Perception de l'enseignement des mathématiques en IF.

Une autre problématique à considérer est que la classe de mathématiques demeure une des classes les moins populaires pour améliorer les compétences en FL2 même si l'apprentissage des mathématiques requiert un niveau de compétences langagières élevé et soutenu. D'après les profils de rendement scolaire en mathématiques du bulletin scolaire du Manitoba de la 1^{re} à la 8^e année (Ministère de l'Éducation du Manitoba, n.d.), pour répondre aux résultats d'apprentissage de son niveau scolaire, l'élève du programme d'IF doit être en mesure de communiquer ses connaissances et sa compréhension mathématiques en expliquant et en justifiant de façon claire et précise ses idées et sa pensée mathématique lors de situations de productions et d'interactions orales et écrites variées. Même si le ministère de l'Éducation du Manitoba recommande que les élèves d'IF développent activement la langue d'apprentissage à travers toutes les matières enseignées et qu'il est essentiel d'être capable de communiquer mathématiquement en français avec précision, la perception est que peu d'enseignants visent l'amélioration du français dans les classes de mathématiques en IF. Notamment, le profil provincial de l'état de l'IF au Manitoba pour l'année scolaire 2013-2014 révèle que seulement 2% des directeurs de 105 écoles d'immersion élémentaires pensent que leurs enseignants font des activités pour améliorer le

français dans la classe de mathématiques et que 0% de ceux-ci croient que les élèves sont engagés à apprendre et à utiliser le français dans les classes de mathématiques (Manitoba Education and Advanced Learning, 2016). Ces données sont alarmantes étant donné qu'une des raisons principales qu'on apprend une langue est pour communiquer et communiquer pour apprendre les mathématiques est primordial.

De plus, la langue d'apprentissage des mathématiques est souvent perçue de façon erronée comme une source de difficulté pour les élèves en IF. Même si les recherches indiquent que les élèves en IF obtiennent des résultats en mathématiques en L2 (français) équivalents ou même supérieurs aux élèves qui apprennent les mathématiques dans leur L1 (anglais) (Barwell, 2015; Bournot-Trites et Reeder, 2001; Lapkin, Hart et Turnbull, 2003), plusieurs facteurs, tels que les politiques, les ressources disponibles, les tests standardisés, les traditions et les croyances peuvent influencer la langue d'enseignement des mathématiques en IF. En 2016 par exemple, le conseil scolaire catholique d'Ottawa-Carleton en Ontario a pris la décision controversée d'enseigner tous les cours de mathématiques en anglais à tous les élèves du programme d'IF. Le conseil scolaire catholique d'Ottawa-Carleton gouverne seulement les programmes IF et anglophones et n'a donc pas la juridiction des programmes francophones gouvernés par le conseil scolaire catholique francophone. Selon ce conseil scolaire, le langage international des mathématiques est l'anglais et ce changement permettra d'identifier plus tôt les élèves qui éprouvent des difficultés tout en économisant près de trois millions de dollars (CBC News, 2017). Cette initiative signifie que la proportion de temps d'enseignement en français fût réduite et que l'opportunité d'apprendre à communiquer en français dans le contexte de la numératie, partie intégrante de la vie courante, est dorénavant inexistante pour tous les élèves qui font leurs études en IF dans ce conseil scolaire. La perception du conseil scolaire catholique d'OttawaCarleton que les mathématiques devraient être enseignées en anglais (la L1), n'est en effet pas appuyée par la théorie et a été remise en question tout dernièrement par Berger (2015) et Morgan, Craig, Schuette et Wagner (2014) qui ont démontré qu'apprendre les mathématiques par le biais d'une L2 dans un contexte d'IF peut avoir des répercussions positives sur l'apprentissage des élèves. Il s'agit donc de s'attarder davantage à la pédagogie immersive dans le contexte des mathématiques plutôt que d'éliminer les opportunités de réussite en numératie en L2.

Dans le prochain chapitre, soit le chapitre deux, j'examinerai d'abord les recherches antérieures portant sur l'importance de la communication orale en IF et les raisons pour lesquelles les élèves en IF démontrent des besoins à ce niveau. Ensuite, j'explorerai l'importance de la communication orale dans les mathématiques en y démontrant ses bienfaits à plusieurs niveaux. Puis je pointillerai davantage mon étude de recherche en explorant l'importance de la communication orale en mathématiques en L2 afin de faire des liens entre la langue et le contenu disciplinaire, ce qui m'amènera à discuter spécifiquement de l'intégration de la L2 et du contenu mathématique par le biais de l'approche intégrée. Je définirai les termes aisance et précision langagière dans le contexte de l'apprentissage des mathématiques en L2, puis je discuterai des stratégies pédagogiques favorisant la précision orale en mathématiques en L2. Enfin, je terminerai ma recension des écrits en indiquant le but et les questions de recherche. Dans le troisième chapitre, je présenterai les composantes de la méthodologie de cette recherche quantitative. Dans cette section, j'inclurai une description détaillée des participants à l'étude ainsi que les procédures d'intervention, de collecte des données et d'analyse des données. Je décrirai aussi les outils d'évaluation utilisés et la démarche déontologique et étique. Au chapitre quatre, je présenterai les résultats de cette recherche et enfin, le dernier chapitre sera consacré à l'interprétation des résultats sous forme de discussion suivie d'une courte conclusion.

Chapitre 2 : Recension des écrits

Dans ce chapitre organisé sous forme de revue thématique, j'examinerai d'abord les recherches portant sur la communication orale dans les contextes spécifiques de L2, des mathématiques et des mathématiques en L2. Ensuite, je présenterai les théories d'une approche littératiée visant l'intégration de la L2 et des mathématiques. Par la suite, je définirai les termes aisance et précision dans le contexte de la communication mathématique. Puis, je présenterai des stratégies pédagogiques favorables au développement de la précision langagière dans la classe de mathématiques tout en mettant l'accent sur l'enseignement explicite, justifiant la séquence d'enseignement au cœur de l'encadrement de l'intervention propre à cette étude. Enfin, dans la dernière portion du cadre théorique, j'énoncerai le but de recherche et je terminerai en étalant les questions de recherches qui ont nourri cette étude.

Communication orale en IF

Plus de 40 ans de recherches en IF au Canada aboutissent aux mêmes conclusions : les élèves qui apprennent le français comme deuxième langue (FL2) réussissent à atteindre un niveau de compréhension orale comparable à celui des élèves ayant le français comme langue maternelle (FL1), c'est-à-dire la langue apprise à la maison. Les habiletés en communication orale, surtout au niveau grammatical et lexical, distinguent largement les élèves en IF comparativement aux élèves FL1 qui démontrent plusieurs difficultés au niveau de la précision langagière (Cammarata et Haley, 2018; Cummins, 2000a, 2014; Genessee, 1994; Lyster, 1997, 2007, 2016; Swain, 1996). Plusieurs facteurs expliquent cette marge d'habiletés entre la compréhension et la production chez les élèves en IF et celles-ci seront discutées prochainement.

Tout d'abord, selon Genessee (1994), Lyster (2007, 2016) et Swain (1988), les apprenants en IF ont peu d'occasions de participer à des discussions prolongées en salle de classe. Fréquemment, l'enseignant monopolise la parole dans son rôle de transmetteur d'information alors que les élèves ont plutôt un rôle passif et conséquemment profitent de peu d'occasions de s'exprimer à l'oral et à l'écrit. Le type de questions posées par les enseignants requiert souvent des réponses limitées à quelques mots et très peu de phrases complètes (Allen, Swain, Harley et Cummins, 1990; Lapkin, Swain et Shapson, 1990; Swain, 1988). Cette théorie de la pédagogie de la transmission telle que définie par Cummins (2000a) se reflète dans les programmes d'immersion lorsque trop d'emphase sur la compréhension du contenu académique est misée et que par conséquent, les opportunités d'utiliser la langue immersive dans le but de communiquer en L2 en contexte académique sont limitées. Bien que la rareté des conversations riches en salles de classe en L2 est aussi la réalité en classe de la L1, par exemple l'anglais (Zwiers et Crawford, 2011), les élèves en immersion ont encore moins d'occasions de parler en français (Allen et coll., 1990). Dans cette optique, le Cadre commun de Français Immersion (M-12) du Protocole de l'Ouest et du Nord canadien (2012) et les Fondements pour apprendre et parler une autre langue en immersion du ministère du Manitoba (2014) font ressortir l'importance que l'élève en IF soit au centre de son apprentissage dans des situations interactives authentiques.

Afin d'appuyer la communication orale des élèves en IF, les enseignants doivent donc planifier intentionnellement des situations pour que les élèves communiquent davantage en français en salle de classe. Cependant, bien que certains chercheurs avancent que la L2 s'acquiert par l'enseignement implicite (Germain et Netten, 2004), faire parler les élèves dans la classe d'IF ne veut pas nécessairement dire que ceux-ci amélioreront leur précision langagière.

Les besoins en production orale des élèves en IF sont aussi en partie dus au fait que la plupart des erreurs faites par les élèves ne sont pas utilisées comme objet d'enseignement (Swain, 1996). Contrairement à la théorie de Krashen (1985) selon laquelle les jeunes apprennent une L2 de façon inconsciente tout comme ils ont appris leur L1, Lyster (2004, 2007, 2016) affirme que l'enseignement d'une L2 devrait plutôt être explicite. Ce postulat que les apprenants en IF auront de meilleures habiletés en communication orale grâce à l'enseignement explicite et l'emploi soutenu de la L2 à travers les matières scolaires est à l'essence même de l'IF (Ministère de l'Éducation du Manitoba, 2016).

L'approche d'enseignement joue un rôle important pour développer la communication orale, tant au niveau proactif que réactif. D'après Allen et coll. (2010), les enseignants augmentent de plus en plus l'utilisation de la rétroaction corrective. Cependant, c'est surtout au niveau de la négociation de sens que ceux-ci offrent de la rétroaction en communication orale (Jean et Simard, 2011). Selon Lyster (2007), l'enseignement de la langue parlée est plus que la négociation de sens. Pour améliorer la précision de la L2, il faut travailler davantage la forme de la communication orale au quotidien (Ministère de l'Éducation du Manitoba, 2010).

Contrairement aux croyances de nombreux enseignants, les élèves veulent qu'on les aide à mieux parler le français (Ministère de l'Éducation du Manitoba, 2016). Pourtant, puisque maintenir les interactions en français, sans avoir recours à l'anglais, est un défi pour les enseignants en IF, ceux-ci ne s'attardent peu à la précision de la langue lorsque les élèves s'expriment en français (Cummins, 2000a). Sachant que fournir de la rétroaction corrective sous forme d'interaction immédiate fait progresser les élèves en IF et limite la fossilisation des erreurs, il est donc nécessaire de tenir compte des besoins des élèves pendant qu'ils s'expriment dans différents

contextes dans leur L2 en fournissant de la rétroaction explicite, sur-le-champ (Lyster, 2007, 2016; Swain, 1988; Swain et Carole, 1987).

Une autre raison pour les besoins en productions orales en IF est que le développement ralentit au fur et à mesure que les élèves poursuivent leurs études en L2. Les apprenants se satisfont de réussir à se faire comprendre sans pour autant atteindre une qualité linguistique souhaitée (Genesee, 1987; Halsall, 1989; Lyster, 2007). À cause de cet effet de plateau (Lyster, 2007, 2016), la plupart des élèves en IF n'atteignent pas un niveau de bilinguisme fonctionnel avancé puisqu'ils manquent de motivation à s'améliorer et que la fossilisation des erreurs au niveau lexical et grammatical prend place. Au niveau lexical, les résultats d'une étude menée en Ontario révèlent que la plupart des élèves du niveau secondaire en IF admettent qu'ils ont un vocabulaire limité et imprécis en production orale, mais qu'ils parviennent tout de même à communiquer leur message (Amodeo, 2000). Pour ce qui est des habiletés grammaticales, il est estimé que 60% des erreurs produites par les élèves d'immersion en situation d'interaction orale sont d'ordre grammatical. Le profil langagier des élèves en immersion s'explique en grande partie par le fait que la grammaire est enseignée en isolation plutôt qu'en contextes de communication authentiques (Ministère de l'Éducation du Manitoba, 2014; Lyster, 2007, 2016). Les besoins d'ordre grammaticaux sont au niveau du genre grammatical, des pronoms objet et de l'ordre des mots, des prépositions, des temps verbaux, des règles d'accord, de l'utilisation des verbes avec des cadres syntaxiques différents de l'anglais et de l'utilisation des préfixes et des suffixes (Lyster, 2007, 2016).

Enfin, plusieurs élèves en IF éprouvent un manque de confiance à interagir à l'oral (Mandin, 2010; Rehmer, 2014; Salvas, 2015; Swain et Lapkin, 1982). Les résultats d'un sondage mené par Rehner (2014) auprès de plus de 400 élèves de douzième année en Ontario

révèlent que les élèves des programmes de français de base et d'immersion se sentent beaucoup plus compétents en habiletés langagières réceptives que productives et qu'ils identifient leurs habiletés d'interaction orales comme étant leur plus grande faiblesse, surtout lorsqu'ils doivent converser avec des personnes dont la L1 est le français. Encore, selon Roy (2010), les élèves d'IF ne se considèrent « pas entièrement bilingue à cause de leur niveau de français parlé qui n'est pas au même niveau que les francophones » (p. 550). Le ministère de l'Éducation du Manitoba (2014) confirme cette théorie ainsi : « beaucoup d'élèves disent manquer de confiance lorsqu'ils parlent français en public. Ils sont conscients que leur apprentissage et leur emploi de la langue sont surtout limités à un oral scolaire » (p.1). Comme Castelli (2013) le souligne, si les élèves manquent de confiance à s'exprimer en L2, ils auront peu tendance à participer activement aux conversations en salle de classe, ce qui représente un désavantage pour leur cheminement langagier et académique. Le ministère de l'Éducation du Manitoba (2014) recommande donc d'orienter l'enseignement en IF afin de développer davantage la précision langagière des élèves en L2 afin d'augmenter leur niveau de confiance.

Tout récemment, le ministère de l'Éducation du Manitoba (2016) a redéfini la vision du Programme d'étude de français pour les élèves d'IF au Manitoba visant à « développer des jeunes qui peuvent, avec fierté et facilité, interagir en français de façon autonome et spontanée et qui cherchent à prendre part à l'espace et à la collectivité francophones. » (p.3). Pour les élèves en IF au Canada, la langue française n'est souvent que strictement présente à l'école et les situations de communication orale en français en contexte authentique sont très rares hors de la salle de classe (Mandin, 2010). Afin d'améliorer les habiletés de communication orale des apprenants FL2, il est donc essentiel de créer des situations d'échange verbal significatives en salle de classe afin que ceux-ci aient des opportunités d'interagir entre pairs en contextes

pertinents et significatifs (Cummins, 2000a; Salvas, 2015). Le ministère d'éducation du Manitoba (2017) définit donc une approche immersive riche en interactions orales comme étant la méthodologie d'enseignement nécessaire pour que les élèves atteignent leur potentiel en compétence linguistique tout en favorisant le développement cognitif et la réussite scolaire.

En somme, les besoins en production orale des apprenants en IF peuvent être expliqués par les croyances et les pratiques pédagogiques, l'effet de plateau et les sentiments qu'éprouvent les élèves d'IF envers leurs compétences langagières. Sachant que la langue est le véhicule principal de l'apprentissage académique (Zwiers, O'Hara et Pritchard, 2014), plusieurs chercheurs ont examiné les bienfaits de la communication orale sur l'apprentissage en mathématiques, ce qui sera présenté prochainement.

Communication orale en mathématiques

La communication est un des sept processus faisant partie de tous les programmes d'études de mathématiques enseignés, de la maternelle à la douzième année, et ce, dans toutes les provinces de l'Ouest et du Nord canadien (PONC, 2006). Étant le fil conducteur de l'apprentissage, la communication s'avère primordiale dans l'apprentissage de concepts mathématiques, car c'est en articulant leurs pensées à l'oral et à l'écrit que les élèves approfondissent leur compréhension conceptuelle dans la classe de mathématiques, et au-delà (Ministère de l'Éducation du Manitoba, 2013b; Marks Krpan, 2013; Small, 2008; Zwiers et Crawford, 2011). L'approche socioconstructiviste énonce que c'est en interagissant avec le monde et à travers les relations sociales que la construction de sens prend place (Vygotsky, 1962; Wells, 1999). Ainsi c'est à travers le dialogue que les élèves coconstruisent et négocient leurs savoirs personnels et apprennent les mathématiques : « Les bénéfices que l'élève peut tirer des

interactions sociales sont nombreux et se situent à divers moments du processus [...] le fait de communiquer permet à l'élève d'affiner sa pensée [...] cela permet une coconstruction des concepts mathématiques » (Poirier, 1997, p. 82). Selon Labrosse (2013), les expériences communicatives en classe de mathématiques sont surtout des activités de rédaction ou à la limite, des activités de communication orale visant la production à la fin du cycle d'apprentissage. Ce manque de distinction entre la production orale et l'interaction orale s'explique, entre autres, par une interprétation limitée de la compétence communicative en mathématiques comme étant la transmission d'information et d'idées à l'oral. Afin de devenir compétents en mathématiques, les élèves ont besoin d'apprendre en contexte social (Barwell, 2005, 2007, 2008; Lampert, Rittenhouse et Crumbaugh, 1998; Poirier, 1997), tel qu'exprimé par le socioconstructivisme. Ainsi, un engagement interactif entre élèves qui mise sur des échanges d'idées et de points de vue promeut l'approfondissement du savoir mathématique (Lampert et col, 1998; Ministère de l'Éducation du Manitoba, 2013b). Par surcroit, lorsque les élèves peuvent expliquer, comparer et justifier leur raisonnement mathématique, leur performance et leur motivation s'améliorent (Dolk et Twomey, 2006).

Néanmoins, la communication orale n'est toujours pas l'emphase principale dans la classe de mathématiques encore aujourd'hui (Berger, 2015; Liu, 2015). L'enseignant joue trop souvent le rôle d'expert et est celui qui parle la plupart du temps en classe de mathématiques (Kotsopoulos, 2007). Selon Hull, Balka et Miles (2011), apprendre les concepts et les habiletés en mathématiques ne se limite pas à l'apprentissage à la surface de faits mathématiques stockés dans la mémoire à court terme. Au contraire, les élèves doivent être activement engagés dans des activités d'apprentissage soigneusement planifiées par l'enseignant afin d'entreposer l'information dans leur mémoire à long terme et c'est lors d'expériences sociales que les élèves

approfondissent leurs connaissances mathématiques (Poirier, 1997). D'après Zwiers et Crawford (2011), lorsque les élèves utilisent la terminologie enseignée pour communiquer à l'oral en situations authentiques, ils ont plus de chances de retenir les concepts enseignés à long terme. Enfin, écouter les élèves penser à voix haute en mathématiques est une des tâches principales de l'enseignement puisque c'est lors des discussions mathématiques entre élèves que les enseignants pourront observer et évaluer la compréhension des élèves et ainsi planifier en conséquence selon les besoins des apprenants (PONC, 2006).

Plusieurs recherches se sont penchées sur la communication orale en mathématiques en L2, comme dans le cas des élèves qui apprennent l'anglais en contexte minoritaire ou majoritaire, tel qu'en Afrique (Adler, 1999; Setati et Adler, 2000) ; en Europe (Berger, 2015) ; en Angleterre (Barwell, 2005, 2015) et aux États-Unis (Liu, 2015; Moschkovish, 2007a, 2007b, 2012) et chez des élèves allophones, c'est-à-dire qui parlent une ou plusieurs autres langues que le français et l'anglais, en milieu francophone (Poirier, 1997). La prochaine section explorera l'importance de la communication orale dans un contexte mathématique L2 ; cependant l'accent sera dans le contexte d'IF et les apprenants FL2 (p. ex. Culligan, 2010, 2015, 2017; Culligan, Dicks, Kristmanson, et Roy, 2015; Le Bouthiller et Bourgoin, 2016; Tang, 2008).

Communication orale en mathématiques en L2

L'apprentissage des mathématiques dans un contexte L2, tout comme dans le contexte L1, requiert une compréhension approfondie des concepts et l'articulation de la pensée doit être visible (Hull et coll., 2011). Spécifiquement dans un contexte d'immersion, la L2 devrait être un outil de communication qui amène les élèves à modeler leurs pensées et bâtir leur propre compréhension (Moschkovish, 2007a). Ainsi, les discussions en salle de classe devraient être

planifiées et stratégiques pour favoriser l'apprentissage de la L2 en parallèle avec le contenu (Laplante, 2000; Swain, 2008; Swain et Lapkin, 1982; Turnbull et coll., 2011). Les interactions enseignant-élèves et les interactions entre élèves dans la classe d'immersion favorisent le développement de la L2 (Moschkovish, 2012; Netten, 2015). C'est en parlant qu'on apprend à parler et c'est aussi en parlant qu'on apprend les mathématiques. Ainsi, c'est lors des situations d'interactions orales spontanées que les élèves en IF peuvent développer des automatismes linguistiques (Ministère de l'Éducation du Manitoba, 2016). En fait, les matières telles que les mathématiques et les sciences offrent un contexte authentique où les apprenants de L2 peuvent utiliser fréquemment les structures langagières à l'oral et ainsi développer leur compétence implicite de la grammaire (Culligan et coll., 2015; Lyster, 2007, 2016; Laplante 1993, 2000; Turnbull et coll., 2011). Autrement dit, pendant que les élèves se concentrent sur le contenu mathématique, ils développent leurs compétences à l'oral en L2. Il est donc essentiel qu'à tous les niveaux scolaires, les enseignants structurent des périodes de numératie de façon à ce que les élèves aient une abondance de situations d'échanges verbaux significatifs afin de favoriser les discours soutenus en L2 (Allen et coll., 1990).

Le recours à la langue anglaise (L1) pour enseigner et communiquer dans la classe de mathématiques en IF est une stratégie courante en contexte d'immersion, bien qu'elle est à l'encontre de la philosophie d'IF voulant que « les enseignants et les élèves s'engagent également à maintenir, partout dans l'école, un milieu de communication en français en tout temps. » (Ministère de l'Éducation du Manitoba, 2014). Souvent, les élèves en L2 ont tendance à s'exprimer en anglais avec certains mots français afin de compenser leur niveau de vocabulaire productif limité (Adler, 1998). Aussi, afin d'encourager un niveau de pensée plus élevé, l'enseignant accepte parfois l'interaction entre élèves en anglais dans la classe de mathématiques

en IF (Tavares, 2015). De plus, lorsque les élèves ne comprennent pas ou qu'il y a un manque de temps, l'enseignant change la langue d'enseignement (Arias de Sanchez, Gabriel, Anderson et Turnbull, 2018; Tang, 2008). L'utilisation de la L1 peut présenter des avantages au niveau du raisonnement mathématique et de l'apprentissage de la L2 (Adler, 1999; Berger, 2015; Culligan, 2010, 2015, 2017; Cummins, 2000b; Latu, 2005; Moshkovish, 2003, 2007a; Setati et Adler, 2000; Tang, 2008). Bien que les pratiques plurilingues telles que l'alternance codique ou le « translagaging » démontrent les bénéfices d'accepter et même d'encourager l'intégration du répertoire langagier de la L1 des élèves (Moore et Sabatier, 2012), certains chercheurs indiquent que la surutilisation de la L1 n'est pas recommandée dans la classe de mathématiques en IF (Barwell, 2015; Turnbull et Dailey-O'Cain, 2009). Ainsi, comme Ballinger, Lyster, Sterzuk, et Genesee (2017) l'ont récemment indiqué, le recours à la L1 peut être permis en tant qu'outil stratégique, tout en gardant en tête qu'un équilibre trop axé sur la L1 aboutira à l'utilisation limitée de la L2 et ainsi restreindra l'apprentissage langagier. Dans le contexte de cette étude, la notion de promouvoir l'utilisation d'alternances entre la L1 et la L2 afin de communiquer dans la classe de mathématiques dépassait le contexte spécifique des programmes d'immersion française au Canada, malgré qu'il est reconnu que le recours à la L1 en contexte immersif peut représenter certains avantages cognitifs, culturels et identitaires (Garcia, 2013; Moore et Sébastier, 2012).

Étant donné le rôle interdisciplinaire que joue la L2, l'enseignant doit aussi supporter les élèves pour qu'ils soient en mesure de communiquer efficacement en mathématiques. En effet, pour les élèves en IF, communiquer mathématiquement dans une L2 est une tâche doublement complexe puisque la langue est à la fois un outil de communication et de cognition (Sammons, 2013). En outre, en plus de créer un climat propice à l'interaction orale en classe de mathématiques, l'enseignant doit aussi enseigner aux élèves comment communiquer à l'oral en

mathématiques (Cobb, Wood et Yackel, 1993; Wood, Cobb et Yackel, 1991). L'hypothèse que l'acquisition de la L2 se fait naturellement par le biais de l'enseignement des matières scolaires dans la L2 influence encore les pratiques pédagogiques dans plusieurs classes de mathématiques en L2 aujourd'hui (Benoit, 2015). Pour les élèves en IF, avoir des conversations mathématiques n'est pas naturel et spontané (Culligan, 2015; Tang, 2008). Ainsi, les élèves en immersion ont besoin de maintes opportunités d'utiliser le vocabulaire, les expressions et les structures dans le contexte mathématique et, par ricochet, approfondir leur compréhension des concepts (Hart, 2010; Kristmanson, Le Boutiller, Dicks et Bourgoin, 2015). Aussi, au fur et à mesure que le niveau de complexité des concepts mathématiques augmente, les élèves ont besoin d'un langage plus complexe pour comprendre et expliquer leur compréhension. Généralement, la différence entre la classe de FL1 et de FL2 est qu'en immersion, les mathématiques sont enseignées en français, ou dans la langue d'apprentissage plutôt que dans la langue majoritaire, telle que l'anglais au Manitoba, et très peu d'attention est portée au vocabulaire, aux structures de phrases et à la grammaire (Cammarata et Tedick, 2012; Lyster, 2007). Subséquemment, comme discuté précédemment, le manque d'attention à l'enseignement de la forme dans le contexte de l'enseignement des matières, y inclut les mathématiques, est responsable en grande partie des difficultés langagières des élèves en IF (Cammarata et Hailey, 2015; Lyster, 2007, 2016).

Selon Lyster (2016), il est nécessaire d'améliorer les compétences langagières des élèves en L2 non seulement pour des raisons de plus grande précision, mais aussi pour améliorer leur capacité d'interagir avec le type de langage complexe, compétence-clé de leur réussite scolaire. Bien qu'on s'attende à ce que les élèves du programme de FL2 fassent des erreurs langagières lorsqu'ils prennent des risques et s'expriment oralement dans la classe de mathématiques, nous ne devrions pas non plus ignorer les besoins langagiers des élèves en FL2 sous le prétexte que le

contenu académique est trop complexe (Le Boutiller et Bourgoin, 2016). Ainsi, si les élèves n'ont pas un niveau de compétences linguistiques plus élevé, leurs compétences mathématiques en seront aussi défavorisées (Morgan et coll., 2014), d'où la nécessité de viser des objectifs langagiers à travers le contenu mathématique par le biais d'une approche littératiée, ce que nous discuterons prochainement.

Approche littératiée : intégration de la L2 et du contenu mathématique

La classe de mathématiques est un milieu langagier idéal pour les élèves en immersion. Berger (2015) avait analysé les liens entre le processus langagier et le processus cognitif lors du raisonnement mathématique de deux groupes d'élèves de sixième année dont la langue maternelle était l'allemand. Lors de cette étude, on a demandé aux élèves du groupe expérimental qui étudiaient les mathématiques en anglais (L2) ainsi qu'aux élèves du groupe contrôle qui étudiaient les mathématiques en allemand (L1) d'expliquer à voix haute leur raisonnement mathématique dans la langue de leur choix pendant qu'ils exécutaient la résolution de différents problèmes mathématiques. Les résultats ont démontré que le modèle intégré de la langue et des mathématiques aide les apprenants de L2 à avoir plus de succès à verbaliser leur raisonnement comparativement à ceux qui apprennent les mathématiques en L1. De la même veine d'idée, Lyster (2007) affirme que « les étudiants en immersion bénéficient d'une multitude d'opportunités de communication répétées afin d'utiliser la langue pour approfondir leur compréhension de la matière tout en développant leur conscience métalinguistique » (p. 59). Bref, apprendre les mathématiques en L2 est plus exigeant au niveau cognitif et langagier, ce qui en fait, est un atout pour les élèves d'immersion.

D'après le ministère de l'Éducation française au Manitoba (2014), « les pratiques pédagogiques et l'enseignement des matières scolaires en français doivent être repensés afin que

l'apprentissage de la langue ait la même priorité que l'apprentissage de la matière » (p. 3). Aussi, selon Culligan (2017), Culligan et coll. (2015) et Le Boutiller et Bourgoin (2016), la classe de mathématiques est un milieu propice au développement simultané des compétences académiques et langagières des élèves en immersion. Le décloisonnement de la langue au cœur de l'apprentissage des concepts mathématiques requiert cependant une compréhension de la pédagogie en L2 et nécessite une méthodologie spécifique qui devrait être développée dans les programmes d'études (Janzen, 2008).

D'après Lyster (2007, 2016), l'enseignant en L2 devrait être facilitateur d'apprentissage des contenus linguistiques et des contenus disciplinaires selon le modèle de l'approche intégrée en immersion. Le rôle proactif de la pédagogie en L2 est de planifier des activités pédagogiques qui permettent aux élèves de participer à des activités langagières dans le but d'améliorer certains besoins qui leur sont spécifiques en tant qu'apprenants de L2. Selon cette théorie de l'approche intégrée en FL2 (Lyster, 2016), les connaissances de la langue des élèves se transforment en habiletés langagières à travers le transfert graduel de responsabilités. Il s'agit donc de choisir les moments opportuns pour cibler explicitement soit la langue, soit le contenu ou encore les deux en même temps pour que les élèves apprennent les règles en contexte et éventuellement parlent correctement. Essentiellement, l'enseignant en L2 doit se familiariser avec le développement langagier des apprenants et comprendre comment soutenir leur progrès langagier et académique à l'aide d'une variété de stratégies (Castelli, 2013; Janzen, 2008). Dans le contexte des mathématiques en IF, l'interprétation des objectifs d'apprentissage des programmes d'études devrait donc être faite sous la lentille d'une approche littératiée, c'est-àdire que la planification devrait d'abord faire ressortir les habiletés langagières cousues aux habiletés académiques pour ensuite adapter l'enseignement selon les besoins de communication

des élèves. Comme l'ont défini Cormier et Turbull (2009), l'approche littératiée permet l'utilisation de la langue d'apprentissage comme véhicule cognitif par le biais d'activités langagières en lecture, en écriture et en communication orale (p. 820). La nature socioconstructive de cette approche implique donc que l'enseignement du contenu en FL2 mène à une autonomie communicative chez les élèves (Cormier et Tunbull, 2009; Laplante, 2000). Ainsi, l'enseignement en FL2 selon l'approche littératiée doit tenir compte de deux aspects importants dans l'appui langagier : l'aisance et la précision (Ministère de l'Éducation du Manitoba, 2010). Dans la prochaine section, je définirai l'aisance et la précision langagière en contexte mathématique et je discuterai de l'importance de chacune de ces composantes définissant les habiletés de communication orale en L2.

Aisance et précision langagière en mathématiques en L2

Employer la L2 comme outil de pensée en mathématiques requiert des habiletés en communication orale, au niveau de l'aisance, c'est-à-dire l'habileté de manipuler les composantes de la communication et au niveau de la précision, c'est-à-dire l'habileté d'utiliser la langue correctement (Germain et Netten, 2004). Dans la présente étude, seule la précision langagière a été évaluée afin de limiter l'envergure du projet. Néanmoins, les concepts de l'aisance et de la précision seront introduits, car ces deux habiletés sont interreliées au niveau de la pédagogie visant l'amélioration de la production orale dans la classe de mathématiques en L2. Nous définirons d'abord le terme aisance et par la suite le terme précision langagière.

Différents chercheurs ont défini les termes aisance et précision dans le contexte de l'apprentissage d'une L2. Germain et Netten (2004), pionniers de l'étude de la communication orale en contexte L2, définissent l'aisance de la langue parlée comme étant la capacité de manipuler les composantes de la communication, c'est-à-dire l'habileté de faire des liens de

façon inconsciente entre les différents éléments langagiers dans le but de transmettre un message en situation de communication authentique. À cet égard, Karsenti et Collin (2007) incluent le rythme, l'intonation et la prononciation sous la rubrique de l'aisance dans la grille d'évaluation des compétences à l'oral en IF de l'association canadienne des professionnels de l'immersion (ACPI), alors que le ministère de l'Éducation du Manitoba (2013a) identifie les pauses, les hésitations et les allongements volcaniques comme des comportements du locuteur de L2 qui affectent le débit, le rythme, l'intonation et l'accent tonique. Selon la grille d'appréciation de l'aisance et de la précision en interaction orale pour les élèves de la 3° à la 12° année (Ministère de l'Éducation du Manitoba, 2013a), l'élève en FL2 qui démontre des compétences remarquables dans le domaine de l'aisance en communication orale :

« ...démontre une excellente compréhension et contribue, verbalement et non verbalement, dans la construction des échanges de façon naturelle, en respectant les tours de parole et les points de vue des autres. De plus, il emploie un vocabulaire riche et varié, selon le contexte ; il y a rarement de l'interférence d'une autre langue. Aussi, il parle avec un débit régulier, varié et adapté à la situation. Enfin, il joue avec le regroupement des mots, avec l'accent tonique et avec les types de phrases pour communiquer avec expressivité ».

Le Cadre européen commun de référence pour les langues (CECR), (De l'Europe, 2001), associe aussi le terme aisance à la spontanéité du discours et à la facilité d'expression et d'interaction. Cependant, l'étendue et la maîtrise du vocabulaire qui fait partie de la définition de l'aisance d'après le ministère de l'Éducation du Manitoba (2013a), sont incluses dans les éléments de la définition de la précision dans la plupart des recherches (p. ex. Ellis, 2009 et Karsenti et Collin, 2007). Aussi, l'interférence d'une autre langue parlée fait partie de la

définition de l'aisance selon le ministère du Manitoba (2013a). Au contraire, la présence de l'anglais est considéré un élément de la précision langagière selon Karsenti et Collin (2007). Au temps de publication, les chercheurs considéraient seulement l'interférence de l'anglais dans le contexte IF (voir le référentiel des compétences orales) alors qu'aujourd'hui, plusieurs élèves en IF parlent différentes L1 (p. ex. le cantonais et l'espagnol). Les différentes premières langues devraient aussi faire partie de la définition de l'aisance et de la précision. Dans ce projet, la définition simplifiée de l'aisance correspond aux éléments communs des définitions existantes, soit la capacité de s'exprimer spontanément à l'oral (Chambers, 1997), c'est-à-dire l'habileté de parler sans trop de pauses ou d'hésitations.

Quant à la précision de la langue parlée en L2, Germain et Netten (2001, 2004) la définissent comme le savoir, c'est-à-dire les connaissances conscientes de la langue et le savoir-faire, c'est-à-dire l'habileté d'utiliser la langue correctement, tant au niveau grammatical et discursif qu'au niveau de l'intention de communication et du contexte communicatif. Du point de vue du ministère de l'Éducation du Manitoba (2013a), l'élève d'IF qui a « une prononciation très intelligible et qui fait des liaisons presque toujours ou toujours correctes, qui parle distinctement et de façon fluide et qui fait rarement des erreurs grammaticales et syntaxiques » possède des compétences remarquables au niveau de la précision ; de cette perspective, la prononciation, l'articulation et les éléments de la langue tels que les accords, les conjugaisons et la syntaxe font partie de la précision en communication orale, catégories étant aussi incluses dans la liste de critères d'évaluation de la précision de Germain et Netten (2004). Selon ces derniers, la précision langagière est à la fois une connaissance et une habileté puisque l'apprenant de L2 doit connaître les unités et les règles de la langue et aussi être capable de mettre en fonction ces unités et règles de langue dans des situations communicatives. Quant à Karsenti et Collin (2007), ils

incluent le vocabulaire, la présence de l'anglais ainsi que la grammaire et la syntaxe dans la grille d'évaluation des compétences à l'oral en IF. Enfin, l'élément commun à toutes ces définitions de la précision en L2 est l'utilisation correcte de la grammaire et de la syntaxe (Ellis, 2009); la forme, plutôt que le contenu, est alors priorisée dans le but de transmettre le sens d'un message avec nuance et clarté (De l'Europe, 2001).

Dans le contexte spécifique des mathématiques, la terminologie de précision langagière est complexe et peut avoir de multiples interprétations (Moschkovich, 2012, p. 22). Certains chercheurs croient que c'est l'habileté d'utiliser une terminologie spécifique (p. ex. vocabulaire) (Elliot et Kenney, 1996). Pour d'autres, la précision langagière correspond plutôt à la précision du contenu du message (Moschkovish, 2003, 2012), définition semblable à celle du CECR (De l'Europe, 2001) qui associe la précision au contenu du message et non au lexique et à la forme syntaxique et grammaticale bien que le choix judicieux de certains mots pourrait avoir un impact sur l'efficacité du message comme tel. Dans le contexte de cette recherche, l'interprétation de Morgan et coll. (2014) qui définit la précision communicative en mathématiques comme étant « le choix de mots utilisés et la façon dont ceux-ci sont combinés grammaticalement pour communiquer en mathématiques » (p. 850) fut retenue puisque cette définition s'aligne le mieux avec l'aspect communicatif au cœur du programme d'étude de mathématiques et est à l'essence des fondements de l'immersion (Ministère de l'Éducation du Manitoba, 2014). Nous avançons donc que dans ce projet, la précision est définie par les éléments qui affectent la signification du message communiqué, donc le vocabulaire (français et anglais) et les structures de phrases utilisés par l'apprenant. Tel que mentionné antérieurement, malgré que les termes aisance et précision soient définis séparément ici, il en va de soi qu'il existe une forte corrélation entre ces deux termes et leurs significations puisque le manque de vocabulaire et les défis de la structure

de phrase rencontrés par les élèves qui s'expriment en mathématiques affecteront la facilité d'expression à l'oral, c'est-à-dire l'aisance à communiquer sa pensée mathématique.

Bien que le développement de l'aisance et de la précision à l'oral devrait se faire simultanément (Germain et Netten, 2001), il est important de bien distinguer les termes aisance et précision afin de viser des objectifs langagiers spécifiques lors de l'enseignement du contenu académique en L2 (Brumfit, 1984). Selon ce point de vue, la précision de la langue peut être directement reliée aux programmes d'études et de ce fait, plus en mesure d'être incluse dans la planification, tandis que l'aisance n'est pas nécessairement reliée spécifiquement aux concepts ciblés. Dans la même veine, le ministère de l'Éducation du Manitoba (2015) promeut une vision renouvelée de la pédagogie immersive inspirée des travaux de recherche de Lyster (2007, 2016) où la précision langagière est ciblée dans le contexte de l'enseignement de toutes les matières scolaires dans l'esprit que l'apprentissage d'une langue se fait le plus efficacement en contexte social et académique authentique (Allen et coll., 1990; Cammarata et Haley, 2015; Day et Shapson, 1991; Lyster, 2007; Snow, Met et Genesee, 1989; Swain, 1996). Netten (2015) et Ellis (2009) soutiennent que les connaissances explicites de la langue ne peuvent pas se transformer en compétences implicites puisque celles-ci sont des composantes distinctes qui se développent séparément dans le cerveau de l'apprenant. Ainsi, bon nombre de recherches récentes en L2 s'entendent sur les bienfaits de marier la langue et le contenu en immersion afin d'améliorer l'aisance et la précision langagière, mais il est tout de même conseillé de maintenir un équilibre entre la forme et le contenu. À ce titre, je soulignerai prochainement certaines considérations pédagogiques qui s'avèrent importantes dans l'enseignement de la langue à travers le contenu mathématique en L2.

Équilibre entre la forme et le contenu.

Tel que discuté dans la dernière section, maintes recherches ont prouvé les apports cognitifs et langagiers d'une approche pédagogique préconisant le mariage de la langue et du contenu (Cammarata et Hailey, 2018; Cammarata et Tedick, 2012; Cormier et Turnbull, 2012; Laplante, 1993, 2000; Lyster, 2007, 2016; Turnbull, Cormier et Bourque, 2011). Or, certaines limites devraient aussi être considérées. De ce fait, au niveau élémentaire en IF, dans le contexte de l'enseignement des sciences (Laplante, 1993; 2000) et des sciences humaines (Mathé, 1984 cité par Laplante 1993), il a été reconnu que la langue peut prendre priorité au détriment du contenu si l'emphase des leçons est trop axée sur la langue. Dans la même veine, mais en mathématiques, plusieurs chercheurs soulignent le danger potentiel d'exiger que les élèves de L2 se concentrent trop sur la forme du message lorsqu'ils s'expriment oralement, car le contenu du message risque d'en être affecté (Adler, 1999; Barwell, 2008; Moschkovich, 2007a, 2007b). À cet effet, Adler (1999), avance qu'il y a certaines situations qui sont plus favorables pour travailler le développement langagier des élèves en L2 dans la classe de mathématiques, mais que ceux-ci ne devraient pas avoir besoin de se concentrer sur la précision langagière lorsqu'ils interagissent en situations informelles et qu'ils sont en train d'approfondir leur compréhension des concepts mathématiques. Moschkovich (2007a) perçoit la communication mathématique en L2 comme étant une activité socioculturelle qui ne se limite pas à l'acquisition du vocabulaire académique ou à la perspective de significations multiples de la terminologie mathématique en isolation ; c'est à travers une variété de contextes mathématiques riches que les élèves auront la chance de manipuler la L2 et de négocier le sens et d'ainsi développer simultanément leurs compétences langagières et académiques. D'après Culligan et coll. (2015), la collaboration et l'interaction orale entre élèves et élèves enseignant dans la classe de mathématiques favorisent le

développement des habiletés des élèves en L2 au niveau linguistique, mathématique et social. Et c'est après que les élèves ont eu la chance de participer à une variété d'activités à l'oral que l'enseignant peut considérer des façons d'améliorer la précision de la langue en mathématiques (Moschkovich, 2012). Il est évident que nous ne devrions pas nous satisfaire d'une précision langagière minable, mais on ne peut pas non plus exiger la perfection linguistique à tout temps puisqu'il est tout à fait attendu que les élèves en L2 s'expriment spontanément avec une certaine imprécision lorsqu'ils communiquent leurs pensées mathématiques en L2 (Moschkovich, 2012). Par contre, si nous n'encourageons pas les élèves d'immersion à développer leurs habiletés linguistiques en tenant compte de leurs besoins langagiers en L2, il est fort probable que nous manquerons des opportunités de développer davantage leurs compétences en langue et en numératie (Castelli, 2013; Culligan, 2015, 2017; Culligan et coll., 2015; Morgan et coll., 2014; Moschkovich, 2007a). Après tout, apprendre à communiquer en mathématiques implique que les élèves en IF soient capables de s'exprimer avec précision de façon spontanée, c'est-à-dire en situation d'interaction authentique et non seulement lors de situations de productions orales préparées et artificielles.

De cette manière, non seulement il faut viser l'aisance à communiquer dans la classe de mathématiques, mais il faut aussi cibler la précision langagière en même temps. Les résultats d'une recherche-action menée par Castelli (2013) auprès d'un groupe d'élèves de niveau secondaire qui apprenaient les mathématiques dans une école anglaise au Guatemala confirment qu'un enseignement axé sur l'apprentissage langagier, par la pratique de reformulation d'idées, renforce la compréhension des concepts mathématiques et ainsi favorise la réussite scolaire. De plus, les participants dans Castelli (2013) ont indiqué qu'une attention plus particulière à la précision langagière dans le contexte de l'enseignement des mathématiques est essentielle.

Puisque ce projet de recherche mise spécifiquement sur la précision langagière, je continuerai l'exploration des éléments qui font partie de la précision langagière en présentant dans les prochaines sections une série de stratégies d'enseignement favorisant la précision orale en mathématiques dans le contexte de l'apprentissage d'une L2.

Stratégies pédagogiques favorisant la précision orale en mathématiques en L2

Les habiletés de la communication orale sont directement reliées à la réussite académique chez les enfants unilingues (Lampert et coll., 1998; Zwiers et Crawford, 2011) et les enfants bilingues (Moschkovich, 1999; Netten, 2015). En effet, le rendement dans une matière est beaucoup influencé par les compétences linguistiques en L2 des apprenants (Day et Sampson, 1991; Lyster, 2007; Ministère de l'Éducation du Manitoba, 2016). Communiquer efficacement est un processus nécessaire à l'apprentissage des mathématiques puisque la compréhension des concepts mathématiques requiert l'utilisation de la communication orale comme outil d'apprentissage et comme outil de communication (Castelli, 2013; Hull et coll., 2011). Afin d'assurer que les élèves en L2 puissent communiquer efficacement en mathématiques en employant les bonnes structures de langue, Le Bouthillier et Bourgoin (2016) recommandent de mettre en place des stratégies d'enseignement interactives permettant de développer simultanément la précision langagière et la compréhension mathématique. Dans un premier temps, je discuterai de l'enseignement des éléments de la précision du langage, c'est-à-dire le vocabulaire, les expressions et les structures nécessaires à la rencontre des objectifs d'apprentissage du contenu mathématique. Par la suite, j'établirai comment ces éléments peuvent être enseignés aux élèves pour développer l'indépendance à communiquer avec précision dans des situations d'interaction orale spontanées dans la classe de mathématiques.

Enseignement du vocabulaire et des structures en mathématiques.

Il existe peu de recherche dans le domaine de l'enseignement du vocabulaire et des structures langagières en L2, surtout en mathématiques dans le contexte IF. Or, les résultats de plusieurs recherches en L1 démontrent que l'enseignement explicite du vocabulaire académique peut avoir un impact positif sur le rendement des élèves (Beck, Mckeown et Kucan, 2013; Gifford et Gore 2008; Marzano et Pickering, 2005; McConnell, 2008; Monroe et Orme, 2002; Zazkis, 2000; Zwiers et coll., 2014; Zwiers et Crawford, 2011). Selon, Zazkis (2000), il y a une forte corrélation entre l'étendue et la maîtrise du vocabulaire mathématique et la compréhension mathématique. Toujours dans le contexte L1, Marzano et Pickering (2005) expliquent que les élèves qui font partie d'un environnement centré sur le vocabulaire académique ont plus de chance d'avoir du succès contrairement à ceux qui ne font pas partie d'un environnement lexical riche. Afin de maximiser le potentiel d'apprentissage en mathématiques, il est donc nécessaire d'enseigner le vocabulaire spécialisé auquel les élèves ne sont pas exposés hors de la salle de classe (Monroe et Panchyshyn, 1995). En L1, les pratiques efficaces mettant l'accent sur l'apprentissage du vocabulaire se concentrent sur la compréhension plutôt que sur la connaissance des mots isolés (Harmon, Wood et Hedrick, 2006; Raiker, 2002). C'est pourquoi Graves (2016) suggère que les élèves explorent à maintes reprises les différentes facettes de la signification d'un mot pour apprendre à utiliser cette terminologie dans différents contextes pour que celle-ci devienne partie intégrante de leur lexique académique. Créer des expériences d'apprentissage qui encouragent les élèves à voir les relations entre les mots les aidera à tisser des liens entre les concepts mathématiques et les amènera ainsi à penser et à s'exprimer à un niveau plus complexe. Augmenter les expériences d'apprentissage visant le vocabulaire académique spécifique multiplie donc les opportunités d'approfondir la compréhension des

concepts mathématiques. Si les élèves comprennent mieux le vocabulaire mathématique, ils seront plus habiles à exprimer leur raisonnement de façon précise (Marzano et Pickering, 2005; Monroe et Orme, 2002). Cependant, cela ne veut pas dire qu'il faut attendre que les élèves connaissent toute la terminologie mathématique avant de leur enseigner les concepts mathématiques. C'est plutôt à travers l'enseignement que les élèves apprendront la terminologie en contexte; « Nous pouvons mettre l'élève en situation de telle sorte qu'il puisse développer les concepts mathématiques sur lesquels nous viendrons greffer les termes appropriés. » (Poirier, 1997, p. 72). Pour développer des structures de phrases riches et variées, les élèves doivent conjointement acquérir un vocabulaire étendu (Harley, 2013). Ainsi, tel que Morgan et coll. (2014) définissent la précision langagière en mathématiques, le registre lexical mathématique ainsi que l'habileté de combiner les mots de vocabulaire technique et général pour former des structures syntaxiques efficaces constitue la base essentielle du raisonnement mathématique.

Parallèlement à l'importance de l'enseignement du vocabulaire académique, bon nombre de recherches accentuent non seulement l'importance d'identifier le vocabulaire essentiel à l'apprentissage, mais aussi les structures de phrases servant à supporter les conversations mathématiques en L1 (Marks Krpan, 2013; Zwiers, 2007; Zwiers et Crawford, 2011). À ma connaissance, l'effet d'enseigner des structures langagières dans la classe de mathématiques en IF n'a pas été l'objet de recherches antécédentes, mais ce besoin langagier des élèves en L2 est ressorti de plusieurs recherches assez récentes dans le contexte L2 (Culligan et coll., 2015; Kristmanson et coll., 2015; Le Boutiller et Bourgoin, 2016; Moshkovich, 2007).

L'enseignement des mathématiques en L2 requiert un enseignement encore plus judicieux de la communication orale, notamment au niveau de l'utilisation de la terminologie et des structures de phrases nécessaires pour avoir des conversations académiques significatives

(Culligan et coll., 2015; Moshkovich, 1999, 2007). Fournir des modèles de phrases trouées ou à compléter pour guider les conversations académiques des élèves est reconnue comme étant une stratégie efficace dans l'apprentissage en salle de classe de mathématiques en L1 (Bruce, 2007; Diller, Beauregard et Saint-Onge, 2012; King 1994; Marks Krpan, 2013; Zwiers et Crawford, 2011) et en L2 (Robertson, 2009; Zwiers et coll., 2014). En IF, en plus de supporter la construction des savoirs académiques des élèves, les modèles de structures de phrases offrent aussi un support langagier pour les élèves en L2 puisqu'ils peuvent parvenir à communiquer leur raisonnement mathématique plus efficacement en parlant en phrases complètes. Les structures de phrases fournies aux élèves peuvent non seulement les aider à communiquer plus efficacement, mais aussi à structurer leurs pensées mathématiques lorsqu'ils réfléchissent, se posent des questions et échangent à l'oral.

Ainsi, selon les recherches, les enseignants devraient inclure dans leur planification le vocabulaire et les structures langagières nécessaires à la compréhension mathématique durable de leurs élèves. Certaines structures langagières visées peuvent souvent être enseignées et apprises dans différents contextes sous forme d'expressions et de phrases modèles et ainsi planifiées plus instinctivement. Par contre, sélectionner les mots de vocabulaire mathématique implique aussi la mise en considération des noms communs, des adjectifs, des adverbes, des verbes, des marqueurs de relations et des mots de transitions ainsi que les structures syntaxiques et les aspects grammaticaux tels que les temps de verbes nécessaires à la rencontre des objectifs disciplinaires (Le Boutiller et Bourgoin, 2016). Dans la prochaine section, j'étalerai un portrait des différentes catégories de vocabulaire mathématique qui ont été définies dans le contexte de L1 puis je me pencherai sur l'enseignement de la terminologie mathématique en L2.

Catégories de vocabulaire mathématique.

Nagy et Townsend (2012) définissent le langage académique comme étant le langage oral et écrit, spécialisé, qui facilite la communication et le raisonnement dans une certaine matière scolaire. Le langage académique est donc un registre spécifique qu'on s'attend que les élèves utilisent dans plusieurs matières à l'école, y inclut les mathématiques. Apprendre le langage académique n'est pas simplement apprendre de nouveaux mots, mais c'est aussi d'apprendre à manipuler la langue et à acquérir de nouveaux outils de communication et d'apprentissage.

L'acquisition du vocabulaire académique a été défini par plusieurs chercheurs. Beck et coll. (2013) considèrent trois niveaux de vocabulaire académique. Le premier niveau comprend les mots de base utilisés dans la vie de tous les jours. Ces mots ne nécessitent pas qu'on les enseigne directement, à moins que la langue d'enseignement soit une langue additionnelle, tel qu'en IF par exemple. Les mots du deuxième niveau sont des mots fréquents et souvent utilisés par les communicateurs matures. Ces mots sont souvent utilisés à travers les différentes matières scolaires. Finalement, le troisième niveau renferme le vocabulaire peu fréquent dont l'utilisation se limite souvent à une matière scolaire spécifique.

Dans la même veine, Monroe et Panchyshyn (1995) classifient le vocabulaire académique spécifique aux mathématiques en quatre catégories: général, technique, sous-technique et symbolique. Le vocabulaire général comprend les mots qui apparaissent dans les textes à travers les disciplines. Ces mots sont définis par Townsend (2009) comme étant utilisés dans toutes les matières. Ce vocabulaire peut parfois avoir des significations abstraites en contexte mathématique. Selon Vacca, Vacca et Mraz (2014) ainsi que Monroe et Panchyshyn (1995), le vocabulaire technique est unique au contenu, c'est-à-dire que ces mots ont seulement une signification dans le contexte de la matière enseignée et sont donc peu utilisés hors de la classe.

Beck et coll. (2013) classifient ces mots comme étant de niveau 3 (*Tier 3 words*). Marzano et Pickering (2005) prêchent que l'enseignement de termes spécifiques (uniques à la matière) assurera les connaissances académiques requises pour la compréhension du contenu enseigné à l'école. Les mots de vocabulaire sous-techniques ont différentes significations selon leur contexte (Monroe et Panchyshyn, 1995) et peuvent parfois porter à confusion. Le vocabulaire symbolique comprend les nombres, les figures, les symboles et les abréviations (Monroe et Panchyshyn, 1995). Quant à Dale et Cuevas (1992), ils décrivent le registre mathématique en termes de vocabulaire unique identifiant une cinquième catégorie ; le vocabulaire combiné, c'est-à-dire les expressions qui comprennent plusieurs concepts mathématiques.

Plusieurs définitions des catégories de vocabulaire académique furent présentées et certaines de celles-ci se chevauchent. Dans cette étude, les définitions du vocabulaire technique et sous-technique de Monroe et Panchyshyn (1995) furent retenues et ce sont ces catégories de mots qui furent ciblés explicitement. Le vocabulaire symbolique a inévitablement fait partie de l'enseignement, mais puisque celui-ci ne fait pas partie de la précision orale, cette catégorie ne fut pas ciblée directement. De plus, le vocabulaire général ne fut pas enseigné explicitement en raison du nombre important de termes spécifiques aux concepts à l'étude.

D'après Schwarz (1999) et Raiker (2002), la plupart des enseignants aux niveaux intermédiaires n'enseignent pas le vocabulaire du contenu académique en mathématiques, malgré les nombreuses recherches se prêtant à la puissance de l'enseignement systématique du vocabulaire académique. Dans le contexte spécifique de L2, les enseignants de mathématiques ont souvent tendance à simplifier le vocabulaire mathématique en utilisant des termes plus généraux dans le but de faciliter la compréhension (Arias de Sanchez et coll., 2018). Il en va de soi qu'à travers diverses expériences d'apprentissage riches, les élèves apprendront et utiliseront

certains termes mathématiques, mais les mots de vocabulaire essentiels doivent être enseignés directement (Castelli, 2013; Le Bouthiller et Bourgoin, 2016).

Aussi, au fur et à mesure que le contenu mathématique devient de plus en plus complexe, le vocabulaire académique devient de moins en moins familier aux élèves. Selon Biemiller (2001), à partir de la 4^e année, les mots de vocabulaire académique deviennent de plus en plus abstraits. Le langage mathématique contient un vocabulaire qui existe presque seulement à l'école et peut sembler une langue étrangère pour les apprenants puisqu'il est nécessaire de comprendre toutes les combinaisons de nombres, symboles, figures et terminologie. De plus, la signification de certains mots varie selon le contexte. Par exemple, le mot produit représente le résultat d'une multiplication en mathématiques, mais peut aussi signifier quelque chose qu'on achète dans une autre situation. D'après Townsend (2009), souvent, les enseignants présument que les élèves connaissent la définition des mots académiques qui sont familiers dans d'autres contextes, faute de mettre l'accent sur la signification spécifique de ces mots en mathématiques. Il ne suffit donc pas d'apprendre les termes spécifiques, mais il faut aussi apprendre à distinguer la différence entre la définition d'un mot et les autres définitions possibles de ce même mot. Et non seulement certains termes ont plusieurs différentes significations, mais aussi, plusieurs différents termes peuvent être utilisés pour exprimer la même chose (Baumann et Graves, 2010). Par exemple, les mots « total » et « somme » peuvent être des synonymes dans le cas où l'on parle de la réponse d'une addition, ce qui augmente le degré de complexité de la langue de communication en mathématiques. Bref, les enseignants qui ciblent le vocabulaire académique en classe de mathématiques augmentent les chances de succès de leurs élèves.

Dans le contexte spécifique de l'enseignement des mathématiques en L2, Hart (2010) a mené un projet de recherche-action afin de mesurer les effets de l'enseignement du vocabulaire

mathématique sur le raisonnement mathématique d'un petit groupe d'élèves (N=4) de sixième année apprenants d'anglais comme L2. Les conclusions tirées de cette étude révèlent que l'enseignement du vocabulaire mathématique a contribué à l'approfondissement de la compréhension des concepts mathématiques et que les mots de vocabulaire à l'étude furent réinvestis explicitement par les élèves tout au cours de la série de leçons sur les fractions. Selon Khisty (1993), une des lacunes des programmes de L2 est le peu d'attention que portent les enseignants au vocabulaire et aux expressions mathématiques ; cette imprécision langagière de la part de l'enseignant et des élèves est responsable d'une imprécision mathématique en situation de communication orale causant ainsi des difficultés de compréhension des concepts mathématiques.

Selon Germain et Netten (2006), c'est à l'enseignant de L2 d'identifier le vocabulaire et les structures de phrases que les élèves auront besoin pour communiquer à propos de chaque thème à l'étude. Cependant, ces chercheurs découragent les enseignants de se limiter à l'identification proactive du vocabulaire et des structures langagières dans le contexte FL2, sous le prétexte que les mots et les structures enseignées devraient surgir des besoins communicatifs des élèves en contexte communicatif authentique, faute de quoi, les mots de vocabulaire et les expressions risquent d'être enseignés de façon isolée. Toujours selon Netten (n.d.), « la croissance du vocabulaire des élèves de L2 est un aspect clé de leur développement, mais les programmes d'études présentent trop de mots de vocabulaire comme objets d'études et « les unités devraient être basées sur des objectifs de communication plutôt que sur l'apprentissage de mots de vocabulaire et de structures » (p. 8). Ainsi, Netten (n.d.) ne suggère pas qu'il y ait une liste de mots de vocabulaire à apprendre (p.8). Au lieu, chaque unité se termine par un projet final, là où les élèves ont la chance de réinvestir le vocabulaire et les structures appris au cours

de l'unité sans cibler une liste de vocabulaire et de structures spécifiques. Lorsqu'ils apprennent les mathématiques, les élèves doivent utiliser un vocabulaire académique précis (Ministère de l'Éducation du Manitoba, 2013b) et cette terminologie est déjà prédéterminée par les programmes d'études et donc obligatoire à enseigner. Il s'agit, selon Laplante (1993), des « apprentissages langagiers obligatoires » puisqu'ils « sont nécessaires pour accomplir les tâches langagières relatives aux activités de sciences » (et de mathématiques, je présume) « réalisées en classe » (p.581). Bien que, comme Diller et coll. (2012) et Marks Krpan (2013) le suggèrent, les élèves peuvent aussi être impliqués dans la création de soutien langagier, il s'avère alors stratégique que l'enseignant anticipe le vocabulaire et certaines des structures de phrases qui faciliteront la communication orale dans le domaine mathématique à l'étude dans la classe de FL2 et pour ce faire, il importe de se familiariser avec les catégories de vocabulaire mathématique.

Il s'avère alors opportun d'explorer une série de stratégies pédagogiques susceptibles de favoriser le développement de la précision de la langue parlée à travers le raisonnement mathématique chez les élèves en IF. Puisque la plupart des études traitent de l'enseignement de la terminologie mathématique ou du vocabulaire et des structures, les stratégies souvent ressorties ne sont pas uniques à l'enseignement des structures, ce qui explique pourquoi je proposerai certaines stratégies pour l'enseignement de ces deux éléments langagiers, sujet abordé dans la section suivante.

Stratégies d'enseignement du vocabulaire (et des structures).

Germain et Netten (2006) définissent les stratégies d'enseignement comme étant « les actes concrets posés par l'enseignant, en salle de classe, afin de créer les conditions susceptibles de contribuer à l'apprentissage de la matière enseignée, en l'occurrence, le FL2 » (p. 4). En

premier lieu, je me pencherai d'abord dans cette prochaine section sur l'environnement d'apprentissage, c'est-à-dire le support langagier, visuel et concret, que l'enseignant peut mettre en place pour faciliter et supporter l'interaction orale dans la salle de classe de mathématiques. En deuxième lieu, je discuterai des stratégies d'enseignement, c'est-à-dire des actions que l'enseignant peut prendre pour améliorer la précision langagière lors de l'enseignement explicite de la langue et du contenu mathématique.

Attentes en communication orale.

Tout d'abord, l'enseignant devrait être clair quant aux attentes langagières attendues lors des situations de communication orale en salle de classe de mathématiques, par exemple donner une liste des mots-clés et d'expressions aux élèves et exiger qu'ils utilisent cette terminologie lors des activités d'échange verbal s'avère une stratégie très efficace (de Gracia, 2013; Diller et coll., 2012). De plus, les élèves ont besoin de soutien pour communiquer en phrases complètes et pour structurer les conversations académiques dans la classe de mathématiques. Les conversations académiques, selon Zwiers et Crawford (2011), « sont des conversations soutenues et ayant un but spécifique de communication sur un sujet académique quelconque » (traduction libre, p. 1). Selon Robertson (2009), l'enseignant devrait exiger que les apprenants de L2 utilisent les modèles de structures de phrases ciblées pendant les activités d'interaction en mathématiques. Cette pédagogie de la phrase complète, d'après Netten (n.d.), est essentielle à ce que les élèves parviennent à faire des liens entre les différents éléments de la langue et ainsi approfondissent leur compréhension des concepts à l'étude et leur aisance à communiquer en L1. Dans la même veine, le ministère de l'Éducation du Manitoba (2010) recommande que les enseignants du programme d'IF exigent que les élèves interagissent en énoncés complets afin d'améliorer leur communication orale au jour le jour. C'est donc lors des expériences

langagières que les élèves ont la chance d'utiliser le vocabulaire à l'étude à travers les nouvelles structures de phrases fournies, attente tout d'abord modelée par l'enseignant dès la première phase de l'enseignement explicite et par la suite exigée par l'enseignant à la deuxième phase de l'enseignement explicite, soit la pratique interactive encadrée (Laplante, 1993).

Aides visuelles.

Afin d'aider les élèves de FL2 à apprendre et utiliser le vocabulaire et les structures langagières, les mots de vocabulaire et les phrases modèles (phrases-clés) devraient être à la portée de la vue dans la salle de classe (De Gracia, 2013; Diller et coll., 2012; Ministère de l'Éducation du Manitoba, 2010; Harley, 2013). Selon Bruce (2007), les aides visuelles soutiennent non seulement les élèves, mais aussi les enseignants puisque les mots-clés et les structures affichées sont un rappel de cibler ces éléments langagiers spécifiques intentionnellement. Et puisque le genre grammatical est un des plus grands besoins des élèves en FL2 (Lyster, 2004), les noms communs introduits devraient toujours être précédés du déterminant afin d'aider les élèves à s'approprier du genre grammatical (Éducation Manitoba, 2010; Harley, 2013). Dans la même veine, de Garcia (2013) souligne que lorsque les mots de vocabulaire et les structures de phrases reliés aux concepts à l'étude sont visiblement accessibles, les élèves de L2 auront plus de facilité à participer activement aux conversations mathématiques.

Matériel concret.

Le matériel concret est un outil indispensable dans la classe de mathématiques à tous les niveaux scolaires, puisque les représentations concrètes aident les élèves à faire des liens avec les représentations imagées en se faisant une image mentale, ce qui les aide ensuite à faire des liens avec les représentions symboliques et ainsi donner du sens à l'abstrait (Ministère de l'Éducation

du Manitoba, 2013b; Small, 2008; Protheroe, 2007). De plus, les représentations concrètes, symboliques et imagées peuvent supporter le raisonnement de l'élève lorsqu'il explique à ses pairs son processus de résolution de problème (Ministère de l'Éducation du Manitoba, 2013b) ou qu'il réfléchit à voix haute sur son apprentissage, processus défini par Labrosse (2013) comme étant « la communication au service de la réflexion mathématique » (p.2), impliquant donc la métacognition et la construction de sens.

Bien qu'un environnement d'apprentissage riche au niveau langagier, visuel et concret favorisera la communication en mathématiques, de telles stratégies ne suffisent pas en soi pour amener les élèves à utiliser un langage plus complexe pour communiquer leur raisonnement mathématique indépendamment ; c'est l'enseignement intentionnel quotidien qui est au cœur du progrès langagier et académique des élèves (Zwiers, O'Hara et Pritchard, 2014, p. 5) et ce sont donc de ces stratégies d'enseignement que je discuterai prochainement.

Enseignement explicite de la forme et du contenu en trois étapes.

Il est nécessaire d'adapter la pédagogie de l'enseignement des mathématiques en L2 afin que les élèves en immersion aient du succès à utiliser la langue d'apprentissage comme outil de communication, comme outil de structuration de la pensée et aussi comme outil d'apprentissage (Ministère de l'Éducation du Manitoba, 2013b). Maintes recherches en mathématiques valorisent un modèle d'enseignement graduel en trois étapes (voir la revue par The Education Alliance, 2006). C'est à travers le transfert graduel des apprentissages (Vygotsky, 1962), l'échafaudage (Laplante, 1993) et l'étayage (Le Bouthillier et Bourgoin 2016; Cormier et Turnbull, 2009) ou encore l'approche intégrée (Lyster, 2016) que les élèves en L2 atteindront une autonomie langagière et académique. En effet, Zwiers et Crawford (2011) ainsi que Lampert

(1990) supportent l'idée que le rôle de l'enseignant est d'amener les élèves à avoir des conversations académiques significatives entre eux, sans son aide constante pour y parvenir. Ainsi, selon le modèle de l'approche littératiée, l'enseignement du français et des mathématiques sont interreliées afin que les élèves parviennent à maîtriser le vocabulaire et les structures syntaxiques pour communiquer leur compréhension mathématique. Puisque le modèle d'enseignement explicite en trois étapes favorise l'apprentissage en contexte L1 et L2 (Gauthier, Bissonette et Richard, 2007), ce modèle permettra d'entremêler les compétences langagières et conceptuelles à travers les leçons de mathématiques en L2. Le modèle de l'enseignement explicite s'échelonne sur les trois étapes suivantes : le modelage, la pratique guidée ou dirigée et la pratique autonome (Gauthier et coll., 2013) et c'est ce donc ce concept que j'explorerai plus en détail prochainement.

Modélisation.

La modélisation est la première étape de l'enseignement explicite. Lors de cette phase initiale de l'apprentissage, les élèves témoignent du processus cognitif verbalisé par l'enseignant (Cormier et Turnbull, 2009). Ainsi, l'enseignant doit démontrer aux élèves comment bien communiquer en mathématiques (Bruce, 2007) tout en introduisant les concepts académiques puisque la façon dont il communique mathématiquement a un impact crucial sur le développement conceptuel et langagier de ses élèves (Kotsopoulos, 2007). Le rôle de l'enseignant de mathématiques est de modeler la communication, le raisonnement et les stratégies de résolution de problèmes (Setati et Adler, 2000; Ministère de l'Éducation de l'Ontario, 2006). L'enseignant doit aussi utiliser un vocabulaire et des structures langagières dans des phrases authentiques comme modèles de langue (Germain et Netten, 2006). Ainsi, lors de modelage continu, les élèves développent un éveil au vocabulaire et aux structures auxquels

ils sont exposés (Gauthier, Bissonnette, Richard et Castonguay, 2013; Laplante, 1993). En mathématiques par exemple, l'enseignant exécute des problèmes de mathématiques tout en décrivant ce qu'il fait en utilisant intentionnellement le vocabulaire à l'étude dans des structures de phrases cibles pour expliquer son raisonnement et sa pensée à haute voix dans un contexte de communication authentique (Zwiers et coll., 2014). D'après Diller et coll. (2012), si on veut que les élèves utilisent le vocabulaire et les structures avec précision lorsqu'ils participent à des échanges verbaux en mathématiques, il est essentiel que ceux-ci soient d'abord enseignés. À cet effet, Rosenshine (1986) suggère que l'enseignant de mathématiques évite les expressions vagues qui pourraient porter à confusion lors de l'apprentissage de nouveaux concepts, de là l'importance de la modélisation intentionnelle du raisonnement mathématique et langagier. Dans la deuxième étape de l'enseignement explicite, les élèves doivent avoir recours à la pratique pour apprendre à communiquer mathématiquement en L2 et assurer le stockage des nouvelles connaissances et habiletés dans la mémoire à long terme (Rosenshine, 1986).

Pratique interactive encadrée.

La deuxième étape de l'enseignement explicite est là où les élèves vivent l'expérience d'apprentissage (Gauthier et coll., 2007). Plusieurs auteurs utilisent différentes terminologies pour cette expérience, telles que la pratique guidée (Lyster, 2016) ou la pratique dirigée (Rosenshine, 1986). Au cours du processus d'apprentissage d'une L2, la période d'interaction donne la chance aux élèves de réinvestir à plusieurs reprises le vocabulaire et les modèles de phrases modelées par l'enseignant (Germain et Netten, 2006; Le Bouthillier et Bourgoin, 2016). Ainsi, les élèves peuvent apprendre la langue et le contenu simultanément en utilisant des formes et des structures langagières spécifiques lors de nombreuses tâches communicatives planifiées par l'enseignant (Harley, 2013). Ainsi, l'accent est placé sur l'interaction orale par des échanges

verbaux en salle de classe de mathématiques (Bruce, 2007; Zwiers et Crawford, 2011). Il s'agit donc d'une période de pratique interactive encadrée dans laquelle les élèves collaborent entre eux. C'est lors de la pratique interactive encadrée que les élèves ont de maintes occasions d'utiliser le vocabulaire et les structures langagières associées au contenu mathématique en contexte authentique, tout en profitant de l'encadrement temporaire de l'enseignant et de leurs pairs (Diller et coll., 2012). « L'interaction orale en classe ne doit pas se limiter à des échanges entre enseignant et élèves, sous la forme de question et de réponses. Il faut inviter les élèves à se poser des questions entre eux, à échanger des informations, à exprimer leurs sentiments, à demander de l'aide et à réfléchir à leur propre apprentissage » (Roy, 2017, p.73). Ainsi, promouvoir et soutenir des interactions orales de qualité dans le contexte de la classe de mathématiques requiert que l'enseignant pose une variété de questions ouvertes, intentionnelles et stratégiques.

Questionnement stratégique.

Les questions ouvertes permettent aux élèves d'expliquer leur raisonnement mathématique de diverses façons et aussi de considérer d'autres solutions possibles d'après les justifications fournies par leurs pairs. Plutôt que de soumettre un grand nombre de questions fermées et répétitives, Small (2014) conseille aux enseignants de poser des questions ouvertes afin d'offrir aux élèves l'occasion de s'exercer en contexte de discussion, leur donnant ainsi l'opportunité d'appliquer les connaissances de la terminologie mathématique.

Suite à l'enseignement et à la démonstration des concepts de l'enseignant, les élèves devraient être encouragés à justifier leur raisonnement mathématique par le biais du questionnement stratégique (Le Bouthillier et Bourgoin, 2016). Selon Bruce (2007) et Marks

Krpan (2013), les élèves auront de meilleures chances de succès académique en mathématiques si on leur a appris à fournir des preuves lors de la phase de modélisation et qu'ils mettent cette stratégie en application. Ainsi, lorsque les élèves expriment leur compréhension mathématique à l'oral, cela leur donne la chance d'approfondir leurs connaissances conceptuelles et procédurales tout en permettant à l'enseignant de faciliter la discussion (de Gracia, 2013). Et c'est de cette manière que l'enseignant peut formuler des questions qui amèneront les élèves à expliquer leur compréhension des concepts plus en profondeur et ainsi développer leur raisonnement mathématique.

Opportunités multiples de pratique communicative.

Afin de mettre en pratique les nouveaux apprentissages et de communiquer efficacement leur compréhension des mathématiques, les élèves doivent avoir de maintes opportunités de communication orale en L2 (Barwell, 2005). Selon la théorie de Vygotsky (1978), demander aux élèves d'expliquer leur raisonnement de façon élaborée promeut le développement cognitif chez ceux-ci. Aussi, les activités d'interaction devraient s'accroître et devenir de plus en plus engageantes, tant au plan langagier que cognitif, de façon graduelle au fur et à mesure que les élèves de FL2 avancent dans leur cheminement d'apprentissage. C'est en utilisant les nouveaux termes et les nouvelles structures et en réinvestissant les éléments langagiers plus familiers que les apprenants en L2 développeront leurs propres habiletés de pensée et de communication mathématique (Robertson, 2009). Également, si le niveau de difficulté s'avère trop élevé, que ce soit au niveau académique ou langagier, et que les élèves n'ont pas le support nécessaire pour s'exprimer en français, ils auront davantage recours à L1 (Germain et Netten, 2006).

Une des découvertes les plus constantes reliées à l'enseignement du vocabulaire efficace insiste sur le fait que les élèves ont besoin d'être exposés à un mot de multiples fois pour bien l'apprendre (Beck et coll., 2013; Nagy, Herman, et Anderson, 1985). Une simple exposition à un mot ne permettra pas aux élèves de développer une compréhension approfondie de ce mot. L'apprentissage du vocabulaire s'échelonne sur une période de temps (Scott, Jamieson-Noel et Asselin, 2003) et devrait se faire en communiquant en phrases complètes, et ce, dans une variété de contextes (Germain et Netten, 2006). Beck et coll. (2013) suggèrent d'introduire 10 mots par semaine et de présenter différentes activités quotidiennes ciblant l'attention sur ces mots; suggestion semblable faite par Marzano et Pickering (2005) ainsi qu'Harley (2013) qui réclament que les élèves doivent participer à de multiples expériences linguistiques avec le vocabulaire académique afin d'interagir avec cette terminologie. Les enseignants devraient donc planifier des activités interactives régulièrement afin de stimuler l'intérêt des élèves et de leur offrir une variété d'occasions de jouer avec les mots et de pratiquer les structures de phrases cibles sous différentes formes (Ministère de l'Éducation du Manitoba 2010). Dès lors, cibler un nombre limité de mots de vocabulaire et fournir des modèles de structures langagières tout en mettant l'emphase sur la communication en phrases complètes aidera les élèves en IF à structurer leurs pensées et leurs productions orales en contexte authentique (Germain et Netten, 2006). Bref, la nature des tâches d'apprentissage mathématiques lors de la période de pratique interactive encadrée devrait toujours tenir compte de la L2 (Barwell, 2005).

Pratique communicative autonome.

Enfin, c'est lors de la dernière étape de l'enseignement explicite que l'élève peut faire le transfert de ce qu'il a appris en mettant en application ses nouvelles connaissances et habiletés de façon indépendante. À cet effet, Gauthier et coll. (2007) et Rosenshine (1986) soulignent

l'importance de s'assurer que les élèves aient atteint un niveau de performance assez élevé pour avoir du succès lors de la phase de la pratique communicative autonome. Faute de quoi, il sera nécessaire de consacrer plus de temps à la pratique guidée. Lors de la pratique communicative autonome en situation d'échange verbal spontanée, l'élève ne dépend plus autant sur les ressources visuelles et humaines pour parvenir à communiquer oralement son raisonnement dans un vrai dialogue mathématique.

En résumé, les stratégies d'enseignement du vocabulaire et des structures s'échelonnent à travers le cycle de l'enseignement explicite en trois étapes, soit la modélisation, la pratique interactive encadrée et la pratique communicative autonome. Ce modèle pédagogique, visant le développement graduel de la précision langagière en mathématiques à travers l'enseignement intentionnel du vocabulaire et des structures de phrases identifiées selon les objectifs du programme d'étude de mathématiques, est basé sur les fondements d'une approche littératiée (Cammarata et Hailey, 2015, Cormier et Turnbull, 2009; Germain et Netten, 2007; Laplante, 2000; Lyster, 2007, 2016; Turnbull et coll., 2011). Le but de ce modèle pédagogique, je le rappelle, est de développer simultanément la précision langagière et le raisonnement mathématique des élèves en IF.

But de recherche

Bien que les élèves en IF deviennent de plus en plus à l'aise à s'exprimer en français au fur et à mesure que leurs enseignants leur cèdent la parole, nous savons que le développement de la langue ne se fait pas uniquement accidentellement (Cammarata et Tedick, 2012; Lyster, 2007). Simplement faire parler les élèves ne suffit pas pour assurer une langue de communication de qualité. Comme éducateurs en IF, nous avons tous un rôle à jouer afin d'assurer une compétence

et une confiance linguistique chez tous les apprenants. L'essence de cette étude est donc basée sur mes expériences professionnelles et sur des recherches antérieures qui démontrent que la langue et le contenu mathématique en L2 ne peuvent pas être séparés (Barwell, 2005; Berger, 2015; Castelli, 2013; Moschkovich, 2012; Robertson, 2009). Ainsi, les deux objectifs principaux étaient de déterminer les effets d'une approche littératiée sur le développement a) académique et b) langagier des élèves qui apprennent les mathématiques en IF. Par le biais de cette étude, je souhaitais particulièrement mettre à l'essai un modèle d'enseignement favorisant le développement de la langue française à travers le contenu mathématique, ce qui apparait être un concept préconisé en théorie, toutefois très peu mis en pratique dans la salle de classe intermédiaire et rarement examiné en IF.

Comme la recherche le suggère, nous devons conscientiser les enseignants en IF de l'importance d'enseigner la langue explicitement à travers le contenu et nous devons mieux les outiller (Cammarata et Hayley, 2015; Cormier et Turnbull, 2009; Lyster, 2016, 2007; Swain, 1998). Lorsque j'ai débuté ce projet de recherche, en tant que leader pédagogique, mon rôle était d'appuyer les enseignants dans le but d'améliorer le rendement des élèves, tant au niveau langagier qu'académique et c'est pourquoi je tenais tant à cœur ce projet. Pour améliorer la précision en communication orale et les compétences mathématiques des élèves qui avaient aussi une attitude plus ou moins positive face aux mathématiques, il fallait selon moi mieux équiper les enseignants pour qu'ils puissent soutenir autant le développement langagier que conceptuel dans leur classe de mathématiques et c'est ainsi que j'espérais prouver la théorie sur-le-champ, avec des élèves dans ce contexte particulier.

Questions de recherche

Afin d'explorer les deux objectifs de recherche, pendant une période simultanée de six semaines, le groupe expérimental (N=13) avait reçu un enseignement (intervention) selon une approche littératiée, c'est-à-dire que l'enseignant a explicitement enseigné les habiletés mathématiques et langagières en incitant et supportant l'interaction orale des élèves alors que l'autre groupe contrôle (N=10) avait reçu un enseignement régulier, c'est-à-dire que l'enseignant a enseigné les habiletés mathématiques en tant que diffuseur et transmetteur de connaissances sans tenir compte des habiletés langagières. Dans la classe expérimentale, je voulais mesurer les effets d'enseigner explicitement des éléments de la précision langagière, c'est-à-dire une liste spécifique de vocabulaire académique et de structures langagières, sur les habiletés de rendement mathématique et de communication orale des élèves en 7e et 8e année en IF.

Les deux questions principales de recherche étaient donc :

- 1. Quels sont les effets de l'utilisation d'une approche littératée en classe de mathématiques sur le raisonnement mathématique des élèves en FL2 ?
- 2. Quels sont les effets de l'utilisation d'une approche littératiée en classe de mathématiques sur la précision langagière des élèves en FL2 ?
 - a. Au niveau du vocabulaire mathématique ?
 - b. Au niveau de la constitution des énoncés ?
 - c. Au niveau de la structure syntaxique?
 - d. Au niveau de la présence de l'anglais ?

Selon les recherches antérieures aussi menées dans un contexte FL2 (Cormier et Turnbull, 2009 et Turnbull et coll., 2011) je m'attendais qu'une intervention ciblant le langage oral, dans le

contexte de l'apprentissage des mathématiques en IF, augmenterait la compréhension des concepts mathématiques et la communication orale des élèves en IF.

Au cours de ce chapitre, une revue de l'importance de la communication orale dans l'apprentissage du contenu mathématique en FL2 a été présentée et des pistes stratégiques favorisant une approche littératiée furent discutées. Bien que les élèves du programme d'IF connaissent généralement du succès, certains besoins académiques et langagiers existent et ce sont ces raisons qui m'ont poussé à entreprendre ce projet de recherche.

Le prochain chapitre traitera du cadre de recherche. Dans un premier temps, une description du type de recherche et les détails des participants seront expliqués. Dans un deuxième temps, les procédures d'intervention, de collecte et d'analyse de données ainsi que les outils d'évaluation utilisés seront discutées et justifiées. Finalement, la démarche déontologique et éthique sera exposée.

Chapitre 3 : Méthodologie

Ce chapitre décrit la méthodologie utilisée pour recueillir les données afin de répondre aux deux objectifs principaux : d'examiner l'effet d'une approche littératiée sur le développement a) du raisonnement mathématique et b) des habiletés de communication orale lors de l'enseignement des concepts de géométrie dans une classe de 7° et 8° année en IF. Dans ce chapitre, j'expliquerai d'abord comment la méthodologie fondée sur l'approche socioconstructiviste (Vygotsky, 1962) a encadré les questions de recherche. Je présenterai par la suite les participants, les procédures d'intervention, de la cueillette et de l'analyse des données ainsi que les outils d'évaluation qui ont été utilisés pour évaluer le raisonnement mathématique, la capacité globale en communication orale et la précision langagière en communication orale.

Cadre méthodologique

Selon la théorie socioconstructivisme de Vygotsky (1962, 1978), l'interaction sociale est indispensable dans le développement académique de l'apprenant puisque c'est grâce aux interactions avec son enseignant et à la collaboration avec ses pairs que celui-ci atteindra son potentiel cognitif individuel. Un des rôles primordial de l'adulte dans le développement cognitif de l'enfant est donc de maximiser les pratiques sociales qui contribuent au développement des nouveaux savoirs (Vygotsky, 1978). De surcroît, il est nécessaire d'accorder une importance au processus de transformation de la pensée de l'enfant impliquant la médiation de l'adulte à travers le transfert graduel de responsabilités au sein d'un milieu d'apprentissage social. D'après Vygotsky (1978), les enfants sont plus motivés d'apprendre lorsqu'on leur présente des tâches d'apprentissage qui montrent un certain niveau de difficulté, mais qu'ils peuvent relever avec le soutien d'un adulte ou de leurs pairs. En d'autres mots, lorsque les jeunes sont exposés à des

situations d'apprentissage qui sont trop faciles ou trop difficiles pour eux, ils risquent de perdre intérêt puisqu''ils apprennent peu. Ainsi, un autre rôle important de l'enseignant est de bien connaître le niveau cognitif et langagier de ses élèves afin d'assurer que les tâches d'apprentissage soient conçues dans le but de maintenir chaque apprenant dans sa zone proximale de développement.

Toujours selon l'approche socioconstructiviste (Vygotsky, 1962, 1978), la langue joue un rôle fondamental dans le développement des connaissances et des habiletés de l'apprenant. Afin de maximiser son apprentissage, l'enfant doit prendre un rôle actif dans son apprentissage en échangeant et en interagissant avec autrui puisque c'est ainsi que ses connaissances antérieures s'approfondissent, évoluent et se transforment. Cela signifie que l'enseignant doit provoquer la pensée plutôt que transmettre des connaissances et c'est pourquoi la médiation de l'adulte dans le processus d'apprentissage chez l'enfant est tellement importante. Tel que mentionné dans le chapitre de la recension des écrits, on ne peut pas séparer la langue du contenu mathématique en L2 puisque la langue est le véhicule d'apprentissage et de raisonnement mathématique (Barwell, 2005, 2008; Berger, 2015; Moschkovich, 2007a, 2012). C'est donc dans cet esprit que la théorie de Vygotsky a nourri l'essence de l'approche méthodologique de cette étude.

Devis méthodologique

Pour explorer les deux objectifs de recherche, j'ai utilisé une approche quantitative (Cook et Campbell, 1979; Creswell, 2009; Poisson 1983; Van der Marren, 2004) qui me permettrait de vérifier le développement du raisonnement mathématique et de la communication orale. Selon Van de *Maren* (1996),

La force des méthodes quantitatives réside dans le fait que les mathématiques ont proposé différents modèles de distribution (des formes des données ou des résultats) pour lesquels des paramètres ou autrement dit des caractéristiques mesurables sont connus.

Dès lors, une interprétation se fait plus facilement, sinon automatiquement. (p. 266)

Tous les élèves (N=44) de deux classes combinées 7°/8° en IF ont été invités à participer à cette étude, soit 23 élèves de la classe contrôle et 21 élèves de la classe expérimentale. Des 44 élèves, 23 ont accepté de participer à cette étude et ont obtenus permission de leurs parents; ils ont donc tous été retenus comme participants. Puisque ceux-ci n'ont pas été sélectionnés de façon aléatoire, cette recherche a un devis quasi expérimental, une forme de recherche expérimentale. Pelletier et Demers (1994) définissent la recherche expérimentale ainsi :

Les recherches expérimentales se caractérisent par l'étude de l'influence d'un traitement contrôlé par le chercheur. Le plan de la recherche expérimentale fait référence habituellement à deux groupes équivalents d'objets ou de sujets : le groupe contrôle et le groupe expérimental ; ils sont issus d'une même population ou de populations équivalentes dont l'environnement est aussi équivalent. Ce qui différencie le groupe expérimental, c'est le traitement. (p.760)

Participants

En tout, 23 participants provenant de deux classes combinées d'élèves de la 7^e et 8^e année ont participé à cette étude. Tous les élèves étaient inscrits dans le programme d'IF précoce et venaient de la même école dans une division scolaire rurale au Manitoba dont près d'un tiers de la population d'élèves dans la division était inscrite en IF au moment de cette étude. Le programme est désigné précoce, car tous les participants de cette étude ont commencé leur

scolarisation en IF dès la maternelle. Dans les deux classes de 7^e et 8^e année, 80% de l'instruction était en français et 20% était en anglais (p. ex. English Language Arts). Le groupe expérimental, formé d'élèves dans la même classe, se composait de 13 élèves. Parmi les 13, il y avait 8 élèves en 7^e année (3 filles et 5 garçons, âge moyen de 12,5 ans) et 5 élèves en 8^e année (3 filles et 2 garçons, âge moyen de 13,8 ans). Le groupe contrôle, formé d'élèves dans une différente classe, se composait de 10 élèves. Parmi ceux-ci il y avait 5 élèves en 7^e année (2 filles et 3 garçons, âge moyen de 12,6 ans) et 5 élèves en 8^e année (3 filles et 2 garçons, âge moyen de 13,6 ans). Selon un questionnaire sur la démographie et la langue parlée qui a été rempli par les parents (Appendice A), tous les participants avaient un développement langagier, académique et cognitif typique. Les participants des deux groupes avaient un montant semblable d'exposition à la langue française et ils avaient commencé à apprendre le français comme L2 à l'école en maternelle et avaient l'anglais comme L1. Dans le groupe expérimental, la langue de communication à la maison était uniquement l'anglais pour 85% des participants, alors qu'un participant parlait l'anglais, le français et l'italien et un autre communiquait en français, sa langue maternelle. Puisque ce dernier participant vivait dans un milieu linguistique minoritaire et que sa performance académique ne dépassait pas la moyenne du groupe, il a été inclus dans cette étude. Dans le groupe contrôle, 80% des participants communiquaient uniquement en anglais à domicile alors que deux participants communiquaient en anglais et en français.

Procédure

Procédure d'intervention.

Deux enseignants de classes combinées de 7^e et 8^e année se sont portés bénévoles à participer à cette étude. L'enseignant de la classe expérimentale a présenté la matière en

mathématique selon l'approche littératiée et l'autre a enseigné selon une approche régulière dirigée par le programme d'études de mathématiques du Manitoba. Les deux enseignants étaient bilingues (anglais et français), avaient enseigné les mathématiques pendant au moins deux années et avaient complété dix heures de formation professionnelle divisionnaire en mathématiques.

Le projet a été complété durant le cheminement régulier du cours de mathématiques. Au moment que les enseignants étaient prêts à participer à la phase d'intervention dans le projet, ils se préparaient à enseigner le module sur les transformations/objets en 3D et les figures (c.-à-d. géométrie). Donc, afin de suivre le rythme des enseignants, le projet a été complété durant le module de géométrie. Pour assurer que l'enseignement des mêmes concepts mathématiques se fasse simultanément dans les deux classes, les deux enseignants ont initialement collaboré afin de planifier leurs classes et leurs évaluations formatives spécifiquement liées aux objectifs d'apprentissage de géométrie du programme d'études de mathématiques. Les objectifs généraux de 7° année étaient Décrire les propriétés d'objets à trois dimensions et de figures à deux dimensions et analyser les relations qui existent entre elles et Décrire et analyser les positions et les déplacements d'objets et de figures alors que les objectifs généraux de 8° année étaient Décrire les propriétés d'objets à trois dimensions et de figures à deux dimensions et analyser les relations qui existent entre elles et Décrire et analyser les positions et les déplacements d'objets et de figures (Ministère de l'Éducation du Manitoba, 2103b).

Par la suite, guidés par l'approche littératiée, l'enseignant de la classe expérimentale et moi avons déterminé les compétences langagières qui découlaient naturellement des objectifs disciplinaires et que les élèves devraient posséder pour pouvoir accomplir les tâches d'apprentissage. Par exemple, les participants de 7^e année devaient pouvoir *Décrire et analyser*

les positions et les déplacements d'objets et de figures, ce qui correspond à la compétence s'exprimer pour répondre à ses besoins et à ses intentions et à l'apprentissage incontournable gérer un message et le valider pour soi et avec autrui du programme d'études de français, en immersion française (Ministère de l'Éducation du Manitoba, 2016a). Selon Cammarata (2015), « idéalement les objectifs de langue devraient être connectés directement et répondre pertinemment aux besoins langagiers suggérés par les objectifs de contenu. » En m'inspirant du modèle de planification à rebours de Wiggins et McTighe (2006), j'ai donc créé un gabarit qui permettrait de viser les objectifs de langue et de contenu selon les trois étapes respectives, soit les résultats visés, les preuves d'apprentissage et les expériences d'apprentissage (Appendice B).

Selon le cadre de l'approche littératiée centrée sur l'interaction orale, l'enseignant de la classe expérimentale et moi avons d'abord sélectionné des mots de vocabulaire d'après les objectifs d'apprentissage du programme d'étude et le manuel scolaire utilisé par les 2 enseignants. Nous avons identifié un total de 68 mots mathématiques en lien avec les objectifs du programme d'études de 7° et de 8° année que l'on jugeait nécessaires à enseigner dans ce module de géométrie (Appendices C et D). Quarante-quatre mots de la liste étaient des mots de vocabulaire technique et 24 mots de la liste étaient des mots de vocabulaire sous-technique. Nous avons aussi inclus le vocabulaire symbolique et le vocabulaire général. Il est à noter que 28 mots de la liste étaient des mots qui faisaient partie du vocabulaire essentiel aux objectifs d'apprentissage visés en mathématiques lors des années scolaires précédentes, mais nécessaires à revoir puisque les élèves n'utilisent pas ce vocabulaire mathématique hors de la classe de mathématiques de FL2. En tout, l'enseignant a visé l'apprentissage de 10 nouveaux mots de vocabulaire par semaine. Nous avons aussi choisi une douzaine de structures de phrases pour aider les élèves à communiquer leur raisonnement en phrases complètes tout en visant

l'apprentissage incontournable du programme d'études de français en immersion française, acquérir les connaissances langagières et les référents socioculturels (Ministère de l'éducation, 2016a), (Appendice E). C'est donc à partir de cette banque de mots et de structures langagières que nous avons créé des matériaux pour appuyer l'acquisition de la langue. Par exemple, nous avons créé des cartes de vocabulaire pour le mur de mots ainsi que des bulles de paroles avec les débuts de phrases et des structures qui étaient affichées devant la classe et au centre des tables de travail des élèves (Appendice F).

Pour préparer l'intervention, l'enseignant de la classe expérimentale et moi avons révisé le modèle d'enseignement explicite en trois étapes et avons discuté des tâches d'apprentissage possibles pour la troisième étape de la planification ayant pour but le transfert des apprentissages. J'ai aussi créé une banque d'activités ludiques pour favoriser la pratique guidée interactive, soit la deuxième étape de l'enseignement explicite, dans le but de développer la communication orale et les concepts de géométrie à l'étude.

Pendant six semaines, les deux enseignants ont enseigné les mêmes concepts mathématiques à partir du manuel scolaire et d'un livret d'activités qu'ils avaient planifié ensemble. Toutefois, ce qui a différentié les deux classes est que l'enseignant de la classe expérimentale a enseigné des éléments langagiers spécifiques, c'est-à-dire le vocabulaire et les structures langagières visés alors que l'enseignant de la classe du groupe contrôle a enseigné le module de mathématiques en suivant sa programmation régulière, sans tenir compte d'objectifs langagiers. Il est à noter que l'enseignant de la classe expérimentale n'avait pas le droit de divulguer à l'enseignant de la classe contrôle la liste de mots et d'expressions enseignées dans sa classe de mathématiques. Pendant la phase d'intervention, aucun assistant de recherche n'a pu compléter des observations ou des activités avec l'enseignant en salle de classe. Pour assurer le déroulement continu des

activités planifiées selon l'approche littératiée, l'enseignant de la classe expérimentale et moi avons maintenu une communication continue au niveau de l'intervention, des observations, des questions et du progrès des élèves par l'entremise de journaux de bord et des conversations qui ont eu lieu au moins deux fois par semaine. Peu de contacts ont eu lieu entre l'enseignant de la classe contrôle et moi pendant la phase d'intervention, à part des échanges au niveau procédural et administratif. Étant donné qu'il y a eu peu de communication avec l'enseignant de la classe contrôle, qu'il n'y avait pas d'assistant de recherche pour faire des observations en classe et que le journal de bord était peu détaillé, il n'est pas possible de fournir une description élaborée du déroulement des leçons de géométrie enseignées dans la classe contrôle pendant les six semaines.

Au départ, l'enseignant de la classe expérimentale a expliqué à ses élèves l'importance de la communication orale en mathématiques puisque d'après Adler (1999), le rôle de l'enseignant est de préalablement conscientiser les apprenants de l'utilisation de la communication orale comme ressource d'apprentissage des mathématiques. Tout au long de l'unité de géométrie, l'enseignant de la classe expérimentale s'est assuré d'exposer les élèves à des situations de production et d'interaction orales encadrées afin qu'ils utilisent la terminologie et les expressions visées à chaque cours de mathématiques pour assurer « l'apprentissage et l'emploi soutenu de la langue cible » (Ministère de l'Éducation du Manitoba, 2014).

Le déroulement des leçons s'est concrétisé selon l'approche littératiée (Cormier et Turnbull, 2009) de la façon suivante dans la classe expérimentale. Au début de chaque classe, l'enseignant a d'abord activé les connaissances antérieures des élèves au sujet des concepts à l'étude en questionnant les élèves et en suscitant leur participation à des échanges verbaux entre pairs. Lors de cette phase initiale, l'enseignant vérifiait les connaissances et la compréhension mathématiques des élèves ainsi que la compréhension et l'utilisation de la terminologie

mathématique et a ensuite utilisé cette information comme tremplin pour débuter la phase de modélisation. Voici un exemple de l'enseignement dans le contexte des dallages (8^e année) et des segments de droites (7^e année).

Tout d'abord, l'enseignant a projeté sur le tableau blanc interactif une photo d'une courte pointe et a demandé aux élèves de réfléchir à ce qu'ils observaient individuellement, puis ensuite de partager et d'échanger avec un partenaire à propos de leurs observations pour ensuite faire un retour en grand groupe. Lors de la discussion en grand groupe, l'enseignant a modélisé son raisonnement en utilisant stratégiquement le vocabulaire précis et des structures spécifiques : « Dans cette courtepointe, je remarque qu'il y a des segments de droites parallèles. Par exemple, ces deux segments sont parallèles puisque la distance entre eux est toujours égale et qu'ils ne se croiseront donc jamais. Aussi, je vois que le losange vert est une réflexion du losange orange, selon cet axe vertical de symétrie. » (17 mai 2017). Lors de la modélisation, l'enseignant a fait remarquer aux élèves son processus cognitif, son utilisation des mots du mur de mots et des débuts de phrases écrites au tableau. Le but était de démontrer son processus de pensée, comment elle voyait les concepts de géométrie dans un exemple de la vie courante, de justifier ses observations et de démontrer l'utilisation du français pour communiquer avec précision. Puis les élèves ont été invités à décrire en phrases complètes une autre courte pointe projetée au tableau, avec le support de l'enseignant, tant au niveau conceptuel que langagier. Lors de cette première étape, les élèves étaient souvent invités à venir faire une démonstration au tableau et à discuter en petits groupes et en grand groupe. Avant de passer à la prochaine étape, les élèves choisissaient quatre nouveaux mots de vocabulaire de la liste de mots ciblés afin de s'approprier de la terminologie mathématique; ils pouvaient les illustrer et les expliquer dans leurs propres mots dans leur lexique mathématique personnel sous forme d'organisateur

graphique. Cette occasion était aussi une opportunité pour l'enseignant de circuler et de vérifier la compréhension des élèves en les questionnant et en leur fournissant de la rétroaction et de l'enseignement individuel ou en petits groupes.

Par la suite, lors de la phase de pratique interactive encadrée, les élèves participaient à des jeux de vocabulaire, une activité d'interaction ou une tâche ouverte suscitant l'échange verbal entre eux. Pour la leçon de courtepointe par exemple, les élèves étaient regroupés en dyades et à partir de différentes photos, d'une banque de mots et de débuts de phrases fournis, ils devaient formuler des phrases affirmatives, négatives et interrogatives afin de faire des liens avec le plus de concepts mathématiques possibles reliés à la géométrie. Pendant ces activités interactives, l'enseignant observait et posait des questions ouvertes aux petits groupes d'élèves afin de les amener à échanger entre eux et à clarifier leurs pensées. Cette phase de pratique interactive encadrée ayant pour but de mettre en pratique les concepts et les éléments langagiers à l'étude s'est souvent échelonnée sur plusieurs leçons. Les activités interactives encadrées ont pris différentes formes telles que la création concrète ou imagée d'une variété de segments de droites soutenue d'explications à l'oral ou à l'écrit, la comparaison des similarités et des différences entre un motif et un dallage ou entre des segments de droites parallèles et des segments de droites perpendiculaires à l'aide d'un diagramme de Venn, la lecture et la résolution de devinettes, des associations de cartes de termes mathématiques et de définitions et enfin des activités ludiques telles qu'un jeu de dés de la terminologie associée aux concepts. Toutes ces activités avaient pour but de permettre le réinvestissement des mots de vocabulaire et des structures à l'étude tout en faisant des liens entre les concepts de géométrie. Ainsi, les participants du groupe expérimental ont eu de maintes opportunités de pratique communicative motivantes visant le développement conceptuel et langagier propre à la géométrie. Bien que

l'approche littératiée propre à cette étude était majoritairement axée sur le développement de l'oral, les participants ont eu maintes opportunités d'appliquer les stratégies orales lors de tâches d'écriture. Cependant, aucune stratégie de lecture ou d'écriture ne fut enseignée explicitement lors de l'intervention.

La troisième étape consistait à réinvestir les apprentissages en pratique communicative autonome. Pendant la période d'intervention, les participants ont souvent présenté devant la classe afin d'expliquer leur raisonnement et ont répondu aux questions de leurs pairs, en plus de recevoir leur rétroaction. Ils ont aussi écrit régulièrement dans leur cahier d'exercices, le même que celui des participants de la classe contrôle, mais en répondant aux questions en phrases complètes et en utilisant les structures et le vocabulaire à l'étude. Bien que la pratique autonome à long terme misait sur la communication orale mathématique spontanée, au quotidien, les participants avaient accès aux supports visuels tel que le mur de mots, leur lexique mathématique personnel et les structures de phrases affichées devant la classe et sur leurs tables de travail. Un projet final de création d'un épisode télévisé de design de chambre à coucher qui allait permettre le réinvestissement des connaissances et de la compréhension des concepts de la géométrie à travers la communication orale (et écrite) du raisonnement mathématique avait été prévu dans la planification des deux enseignants, mais faute de manque de temps, celui-ci n'a pas eu lieu.

Pour ce qui est de la classe contrôle, les mêmes concepts mathématiques furent enseignés selon les attentes des programmes d'études de mathématiques. Le modèle d'enseignement privilégié fut la démonstration et les explications mathématiques ainsi que les exercices dans le même cahier qui avait été créé en collaboration par les enseignants et utilisé dans les deux classes.

Procédure de la collecte des données.

Pour examiner les questions de recherche, j'ai choisi la méthode de triangulation des données (Van der Maren, 2004). Les données recueillies au cours de cette recherche furent de nature quantitative principalement. Dans un premier volet, des entretiens semi-dirigés ont été enregistrés par audio et vidéo et ont été utilisés pour évaluer les habiletés de communication orale et le raisonnement mathématique des deux groupes, avant et après l'intervention. Selon Van de Walle et Lovin (2008), l'entrevue individuelle ou en petits groupes est utile pour évaluer l'efficacité de l'enseignement (p. 33). La source principale de collecte de données est provenue des transcriptions des entretiens semi-dirigés qui ont pris place avant et après la période d'intervention. En guise de préparation pour les entrevues, des questionnaires propres à chaque niveau scolaire avaient été conçus dans le but d'encourager la prise de parole tout en testant les connaissances et la compréhension des participants. Lors des entretiens, les élèves étaient invités à collaborer en dyades ou en groupes de trois afin de répondre à la même série de questions ouvertes à propos des concepts de géométrie visés à leur niveau scolaire spécifique. Afin que les participants se sentent à l'aise de s'exprimer, ceux-ci avaient été regroupés par les enseignants selon la compatibilité des personnalités et les niveaux scolaires respectifs, puisque l'intention était de recréer un environnement propice à l'échange social tel que l'intervention en salle de classe expérimentale inspirée de la théorie de Vygotsky (1962). Les conversations entre la chercheure et les élèves en train d'interagir et d'expliquer leur raisonnement mathématique à l'oral ont été enregistrées (vidéo et audio) en dehors de la salle de classe afin d'éviter les bruits de fond et ainsi faciliter la transcription des conversations.

Pendant les entretiens, les élèves étaient invités à exprimer leur compréhension des concepts mathématiques à l'oral à l'aide du support de représentations concrètes, symboliques et

imagées. Tout d'abord une question fut posée aux participants afin de déclencher la discussion et de les encourager à interagir entre eux et d'expliquer leur raisonnement à l'oral. À partir d'une banque de questions-guides, des questions d'approfondissement et de précision ont été posées afin de sonder les élèves davantage et de les faire parler entre eux. Chaque questionnaire ciblait les objectifs d'apprentissage spécifiques au niveau scolaire de soit 7° ou 8° année et était divisé en deux différentes tâches (Appendices G et H (T1); Appendices I et J (T2)). Après l'intervention, le même processus d'entretien semi-dirigé utilisé avant l'intervention fut répété. Les mêmes petits groupes de participants ont répondu à une différente série de questions ouvertes qui étaient très semblables à celles de la première séance. Bien que le temps alloué pour chaque entretien n'était pas limité, celles-ci furent d'une durée de 10 à 15 minutes par petits groupes d'élèves.

Aussi, des questionnaires écrits ont été remplis avant et après l'intervention, mais ces données n'ont pas fait partie de cette étude bien que celles-ci pourraient servir à une prochaine série d'analyses afin de mesurer les effets d'enseigner explicitement le vocabulaire et les structures langagières sur les habiletés de communication écrite chez les mêmes participants.

Dans un second volet, afin d'assurer que l'intervention progresse telle qu'initialement planifiée, les deux enseignants ont gardé un journal de bord dans lequel ils ont documenté la planification de leçon et le nombre de minutes d'enseignement pendant le déroulement de l'intervention.

Dans un troisième volet, en tant que chercheure, j'ai aussi tenu un journal de bord dans lequel se trouvent les étapes du déroulement de l'intervention du début à la fin incluant des pistes de questionnement et de réflexion, des photos partagées par l'enseignant de la classe

expérimentale lors du processus d'intervention, des correspondances par courriels et des observations notées suite aux rencontres que j'ai eues avec l'enseignant de la classe expérimentale principalement. Les informations dans mon journal m'ont été très utiles afin de guider l'intervention et d'y réfléchir pendant l'expérimentation et après. Voici un exemple d'un extrait de réflexion dans mon journal de bord datée du 19 mai 2017 :

L'enseignant a mentionné avoir de la difficulté à écrire dans son journal. Lorsqu'on discute, il fait beaucoup plus que ce qui est inscrit dans le gabarit (de planification); il semble manquer de confiance ou avoir de la difficulté à exprimer ce qu'il fait, mais il a une habileté naturelle je dirais, de supporter les élèves avec la langue en mathé et j'aimerais avoir plus de preuves, car je ne peux pas être là... Je lui ai suggéré de prendre plus de photos et de documenter davantage. Lorsqu'on a discuté de comment vont les choses, l'enseignant a dit qu'il se rend compte que ses élèves ont des lacunes langagières. Il a dit qu'il doit travailler la langue, ce qui ralentit un peu l'enseignement des mathématiques et que ses collègues sont un peu plus avancés dans la matière, mais qu'il n'y a pas un grand écart à ce point.

Le but de la triangulation de ces données était donc d'avoir une meilleure compréhension des données principales des entretiens qui étaient de nature quantitative à partir des deux autres sources d'information de nature qualitative (Van der Maren, 2004). Il est à noter que cette étude vise uniquement les données quantitatives (et spécifiquement les données sur la précision langagière obtenues pendant les entretiens semi-dirigés à l'oral). Les informations qualitatives tirées des journaux de bord tenus par les enseignants et la chercheure ont servi de documentation additionnelle pour bonifier l'interprétation des résultats et ainsi vérifier la validité des sources primaires, mais celles-ci n'ont pas fait partie d'une analyse.

Procédure de l'analyse de données.

J'ai complété une série d'analyses statistiques quantitatives détaillées des structures de phrases et du vocabulaire des élèves pour le groupe expérimental et le groupe contrôle avant et après l'intervention.

Au niveau du vocabulaire mathématique, j'ai examiné le nombre de mots de vocabulaire mathématique bien utilisés par les participants afin de vérifier l'effet de cibler une liste de vocabulaire académique spécifique intentionnellement dans la classe expérimentale. Ainsi, à partir de la liste de mots mathématiques ciblés, j'ai identifié les mots de vocabulaire technique, donc les mots qui sont uniques au contexte mathématique et les mots de vocabulaire soustechnique, c'est-à-dire les mots qui peuvent avoir différentes significations selon le contexte (Monroe et Panchyshyn, 1995) que les participants ont bien utilisé lors des entretiens avant et après l'intervention. Dans le cas où un mot de la liste était mentionné, mais pas utilisé correctement, celui-ci n'a pas été accepté.

Pour ce qui est de la constitution des énoncés, puisque l'enseignement dans la classe expérimentale était axé sur la pédagogie de la phrase complète (Netten, n.d.), j'ai exploré les prises de paroles des participants. Selon le CECR (De l'Europe, 2001), la capacité de construire des phrases pour produire du sens est la compétence centrale à la communication. Ainsi, j'ai comparé le nombre de phrases, c'est-à-dire les énoncés qui sont formés d'au moins un groupe-sujet et un groupe-verbe et porteurs de sens, par rapport au nombre d'énoncés, c'est-à-dire les prises de parole identifiées par le code de l'interlocuteur dans les transcriptions. Dans cette étude, une phrase est définie comme étant un groupe de mots porteur de sens et qui comprend au minimum un groupe sujet et un groupe verbe (Montésinos-Gelet et Anctil, 2016). J'ai donc

calculé le nombre total d'énoncés et le nombre total de phrases produites par chaque participant avant et après l'intervention.

Afin d'évaluer la structure syntaxique, une assistante de recherche et moi avons d'abord transcrit les entrevues semi-dirigées des élèves dans le format du programme CHAT (MacWhinney, 2000). Une fiabilité interjuge a d'abord été vérifiée pour trois des participants. Dans le cas d'une inconsistance, un troisième juge a vérifié les transcriptions et par la suite, les trois juges se sont mis d'accord sur la manière de procéder (100% accord) et le reste des transcriptions fut complété. Les transcriptions ont ensuite été codées et analysées afin d'examiner de façon plus détaillée les mêmes quatre catégories de la capacité globale en communication orale (vocabulaire mathématique, constitution des énoncés, structure syntaxique et présence de l'anglais). Par la suite, j'ai créé des catégories de phrases qui pourraient être identifiées dans CHAT et ensuite analysées dans le programme CLAN (MacWhinney, 2000). Le programme CHAT et les analyses CLAN sont des méthodes fréquemment utilisées en recherche quantitative pour évaluer la parole des enfants et des adultes. Ces outils d'analyse gratuits permettent une analyse plus rapide des données tout en réduisant les possibilités d'erreurs humaines. De plus, ces formats de transcriptions pourraient être partagés sur la banque de données CHILDES et être utilisés pour d'autres analyses futures et ainsi, contribuer à la recherche.

Afin d'assurer une bonne fiabilité dans l'identification des catégories de phrases dans CHAT, deux personnes (assistante de recherche et moi-même) ont codé les structures syntaxiques de trois participants. Le taux de fiabilité interjuges était plus de 90%. Dans le cas d'incongruence, un troisième juge a vérifié les codes pour enfin obtenir un accord entre les juges de 100%. Finalement, une analyse de la structure syntaxique (nombre d'énoncés, nombre de

phrases et catégories de structure syntaxique) ainsi qu'une analyse de fréquence (nombre total de mots, type-token ratio, nombre de mots différents, nombre de mots anglais, nombre de mots de vocabulaire technique et sous-technique) ont été complétées dans le programme statistique SPSS (SPSS version 24, 2016).

Outils d'évaluation

Plusieurs outils ont été utilisés pour la collecte de données. Les résultats quantitatifs des évaluations du raisonnement mathématique, de la capacité globale et de la précision langagière en communication orale furent enregistrés sous forme de tableaux.

Connaissances et compréhension mathématiques.

Les enregistrements des entretiens entre les élèves ont été visionnés pour évaluer le raisonnement mathématique, des participants, c'est-à-dire la communication des connaissances et de la compréhension mathématique. Pour évaluer le raisonnement mathématique des participants, j'ai utilisé la grille de profils de rendement scolaire en mathématiques du bulletin scolaire du Manitoba de la 1° à la 8° année spécifique à l'évaluation des connaissances et de la compréhension (Appendice K). Les indicateurs de cette grille servent à évaluer spécifiquement le niveau de compréhension des concepts et des procédures ainsi que les habiletés de communication et de raisonnement mathématique selon quatre niveaux de compétences (1=limitée à 4=très bonne à excellente). J'ai choisi d'utiliser cet outil afin d'assurer la concordance des évaluations avec les objectifs d'apprentissage du programme d'étude de mathématiques correspondant aux concepts de géométrie visés. Afin d'obtenir une fiabilité dans l'évaluation du rendement mathématique des participants, une assistante de recherche experte en mathématiques et moi avons d'abord fait l'analyse du niveau de connaissances et de

compréhension mathématique des enregistrements individuellement, sans tenir compte de la langue de communication, et ensuite nous avons procédé à une mise en commun. Ce processus a pris place en deux temps, soit après les premiers enregistrements et après les seconds, et en aucun cas, l'assistante de recherche n'a été informée de quelle classe venaient les participants afin de ne pas influencer son jugement professionnel. Toutes nos évaluations individuelles furent identiques, ce qui n'a pas nécessité le recours à un autre juge.

Capacité globale en communication orale.

Les enregistrements des entretiens ont aussi été visionnés dans le but d'évaluer la capacité globale à communiquer oralement à l'aide d'une grille d'observation développée spécifiquement pour cette étude (Appendice L). Afin d'obtenir une fiabilité dans l'évaluation de la capacité globale en communication orale, j'ai fait l'évaluation en collaboration avec une assistante de recherche ayant eu de la formation et de l'expérience en évaluation des compétences orales d'élèves de différents niveaux scolaires qui apprennent le français. Nous avons visionné les enregistrements et avons fait l'analyse individuellement pour ensuite comparer nos résultats d'évaluation par rapport aux descripteurs de la grille. Il y a eu une différence de score à deux occasions, et un troisième juge a visionné les enregistrements et a fait l'évaluation puis les trois juges en sont venus à un consensus.

La grille d'évaluation de la capacité globale en communication orale fut créée à partir de deux outils d'évaluation de la communication : le référentiel des compétences orales pour les élèves apprenant le français de l'ACPI (Karsenti et Collin, 2007) et la grille d'évaluation de la communication mathématique provenant de la ressource pédagogique pour l'enseignement des mathématiques *Professional Resources and Instruction for Mathematics Educators* (PRIME), (Small, 2008).

J'ai utilisé la grille de l'ACPI (Karsenti et Colin, 2007) comme point de départ, car cet outil d'évaluation de la communication orale pour les élèves du programme d'IF au Canada tient compte de la présence de l'anglais et celui-ci est étroitement lié avec le CECR, (De l'Europe, 2001). De plus, les enseignants dans l'étude avaient déjà reçu une formation avec le référentiel de l'oral de l'ACPI et j'avais moi-même évalué plus de mille élèves avec cette grille. Bien que le référentiel de l'ACPI s'échelonne sur cinq niveaux de compétences, j'ai seulement considéré les quatre premiers niveaux (1 = débutant à 4 = avancé), étant donné qu'à leur niveau scolaire, les élèves n'auraient pas atteint le niveau 5 (expert) en FL2. J'ai retenu les descripteurs correspondants à la constitution des énoncés, la structure syntaxique et la présence de l'anglais dans le référentiel de l'ACPI pour évaluer la communication orale au niveau global.

Puisque je voulais aussi évaluer la présence du vocabulaire académique dans les discours mathématiques, je me suis inspirée des critères de la grille d'évaluation de la communication mathématique provenant de la ressource PRIME (Small, 2008) qui est un programme canadien basé sur la recherche en mathématiques et appuyé par le ministère de l'Éducation du Manitoba et grandement utilisé à travers la province. Cette échelle de rendement à quatre niveaux (1 = limité à 4 = excellent) m'a permis de mesurer l'étendue et la maîtrise de la terminologie mathématique en communication orale au niveau global.

Précision langagière en communication orale.

Afin de quantifier les catégories de phrases produites par les participants lors des entretiens, j'ai créé un guide d'analyse de la structure syntaxique (Appendice M) en m'inspirant de la grille du référentiel des compétences à l'écrit en IF de l'ACPI (Dicks, Roy et Lafragne, 2016). Bien que ce référentiel est un outil d'évaluation formatif de la communication écrite, la

grille d'évaluation démontre la progression du degré de complexité de la phrase à travers les niveaux et définit les trois principales catégories de phrases, soit la phrase simple, la phrase combinée et la phrase complexe. Ainsi, la première catégorie de phrase à l'oral était les phrases simples, définies comme étant les phrases composées d'un groupe sujet et d'un groupe verbe avec ou sans complément. La deuxième catégorie de phrase était les phrases combinées que, définies comme étant deux phrases simples reliées par le bon emploi de conjonctions de coordination simples (et, ou, mais, donc). La troisième catégorie de phrase était les phrases complexes, définies comme étant au moins deux phrases simples reliées par le bon emploi de conjonctions de subordination (si, que quand, comme, parce que, lorsque, après que, afin que, pour que). À chacune de ces catégories, il y avait des sous-catégories pour refléter la conjugaison des verbes et leur accord puisque la conjugaison et l'accord des verbes font partie des besoins communs en précision langagière des élèves en FL2 (Lyster, 2007, 2016). Enfin, j'ai ajouté deux catégories supplémentaires de complexité syntaxique afin de refléter toutes les possibilités envisagées. Les phrases complexes mixtes correspondaient à l'utilisation de : a) la conjonction de subordination ou de coordination entre une phrase simple et une autre phrase, b) la conjonction de coordination entre une phrase simple et une phrase complexe et c) les phrases complexes élaborées avec des conjonctions de subordination dans une combinaison de phrases combinées ou complexes. Chaque catégorie et sous-catégorie de phrases fut identifiée à l'aide d'une cote (1 à 9, 12 et 18) lors des transcriptions dans le programme CHAT afin de pouvoir ensuite en faire l'analyse dans le programme CLAN. Des notes explicatives accompagnant la grille d'analyse de la structure syntaxique se trouvent à l'appendice N.

Quant à la présence de l'anglais, les mots ont été identifiés lors des transcriptions afin de faire ressortir par la suite le nombre de mots anglais utilisés par les participants lors des

entretiens avant et après l'intervention (analysée dans le programme CLAN). Les mots anglais ont ensuite été classés en cinq catégories : les mots techniques ciblés, les mots sous-techniques ciblés, les mots mathématiques généraux, les mots de la vie courante et les expressions ou mots de transitions. Ces catégories sont ressorties d'une analyse qualitative des mots anglais produits par les participants.

Démarche déontologique et éthique

Puisque les enseignants et les élèves des deux classes impliquées dans cette étude étaient familiers avec ma présence mensuelle en tant que spécialiste au sein de l'école, je voulais éviter d'imposer mon rôle professionnel et influencer la participation des participants. J'ai donc pris les mesures nécessaires afin d'assurer une démarche déontologique et éthique fiable et équitable, tant auprès des élèves que des enseignants.

Afin de recruter les participants, une lettre explicative du projet de recherche (Appendice O) et un formulaire de consentement et d'assentiment (Appendice P) ont été envoyés à tous les parents des 44 élèves des classes en question. Selon les formulaires, la participation des élèves était volontaire et ils pouvaient se retirer de l'étude à n'importe quel temps, sans effet sur la qualité de leur apprentissage ou leurs résultats académiques. Les parents furent informés des précautions prises quant au respect de l'anonymat et de la confidentialité de tous les participants. Seulement les élèves qui ont donné leur assentiment à participer et dont les parents ont fourni un consentement écrit ont fait partie de cette étude. Les parents ont aussi été informés qu'ils pourraient demander une copie de l'enregistrement audio et vidéo, ainsi qu'un compte rendu par écrit des résultats principaux de la recherche s'ils le désiraient. Enfin, les parents ont été avisés que toutes les informations recueillies dans le cadre de ce projet allaient demeurer confidentielles, à moins d'une exception de la loi.

De plus, la confidentialité des participants à l'étude a été respectée en tout temps et l'information démographique collectée (p. ex. nom, âge, sexe, langue maternelle) au début de l'étude n'a nullement été divulguée. L'étude a aussi été évaluée et approuvée par le Comité d'éthique de la recherche à l'Université de Saint-Boniface (Appendice Q) ainsi que par le comité d'éthique du conseil scolaire (Appendice R) avant le début de la collecte de donnée. La collecte de donnée a seulement commencé après l'émission d'un certificat d'éthique de la recherche de l'Université de Saint-Boniface.

Enfin, les deux enseignants qui ont accepté de participer à cette étude ont été informés qu'ils étaient libres d'accepter ou de refuser de participer à cette étude et qu'ils pouvaient se retirer à n'importe quel moment. Avant d'accepter librement et volontairement de participer à la recherche, les enseignants ont aussi été avisés, à l'oral et à l'écrit, que leur réputation professionnelle ne serait, en aucun cas, affectée par les résultats découlant de cette étude et que toute information les concernant serait traitée de façon confidentielle. (Appendice S et T).

Chapitre 4: Présentation et analyse des résultats

Les deux objectifs de cette recherche étaient de mesurer les effets d'enseigner le vocabulaire et les structures langagières à travers une approche littératiée sur a) les habiletés de raisonnement mathématique et b) les habiletés de communication orale auprès des élèves qui apprenaient le français comme langue seconde (FL2). Afin de vérifier les deux objectifs, j'ai complété une série d'analyses statistiques en utilisant des tests paramétriques (modèle mixte ANOVA) pour évaluer l'interaction entre les habiletés des deux groupes (facteur intra sujets) avant et après la période d'intervention (facteur inter sujets). Étant donné le petit échantillon de participants (N = 23), j'ai d'abord assuré la similarité des deux groupes selon les éléments suivants : nombre de participants dans chaque groupe, nombre égal de filles et de garçons pour chaque groupe et une équivalence pour la moyenne d'âge, le niveau scolaire, l'usage langagier, l'âge d'exposition à l'anglais et au français et le niveau académique (voir la section contexte et caractéristiques des participants du chapitre méthodologie). Ainsi, les participants dans les deux groupes étaient une représentation satisfaisante des élèves manitobains de niveau intermédiaire inscrits au programme d'IF. Dans ce présent chapitre, je présenterai les résultats des tests paramétriques en trois sections : les connaissances et la compréhension mathématiques, la capacité globale à communiquer oralement et la précision langagière en communication orale.

Connaissances et compréhension mathématiques

Dans un premier temps, j'ai vérifié le raisonnement mathématique en évaluant le niveau de connaissances et de compréhension mathématique des participants à partir d'une échelle de 1 (connaissance limitée) à 4 (excellentes connaissances) (Appendice K).

Dans le tableau 1, on constate que l'interaction et l'effet de groupe ne sont pas statistiquement significatifs. Cependant, l'effet de temps est statistiquement significatif (p =

0,01), ce qui suggère que la performance des deux groupes a augmenté après la période d'enseignement et que les participants avaient une meilleure compréhension des concepts de géométrie.

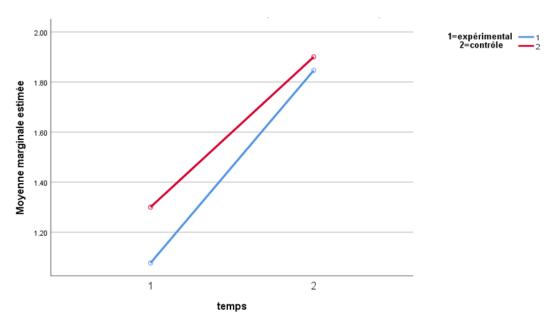
TABLEAU 1
Connaissances et compréhension mathématiques (échelle de 1 = limitée à 4 = excellent)

Tests	Groupe expérimental (N=13) Moyenne (écart-type)	Groupe contrôle (N=10) Moyenne (écart-type)	df	F	p	Êta-carré partiel
T1	1,08 (0,64)	1,30 (0,67)				
T2	1,85 (0,80)	1,90 (0,99)				
Temps x Groupes			1,00	0,32	0,56	0,02
Temps			1,00	20,78	0,01*	0,50
Groupes			1,00	0,23	0,64	0,01

^{*}Les valeurs sont statistiquement significatives (p < .05).

À titre d'exemple, la figure 1 illustre l'augmentation significative du niveau de connaissances et de compréhension des groupes avant (T1) et après (T2) la période d'intervention pour les deux groupes d'élèves.

Figure 1 : Effet de l'enseignement sur les connaissances et la compréhension mathématiques



Il est important de souligner que la plupart des participants des deux groupes ont progressé d'un niveau à travers le temps bien que ceux-ci avaient toujours un niveau de connaissances et de compréhension sous la moyenne avec des scores « limité (1) » et « acceptable (2) » après les six semaines d'intervention, à l'exception de trois participants du groupe expérimental et de deux participants du groupe contrôle qui ont réussi à atteindre les niveaux « bon (3) » à « excellent (4) ». En examinant la tendance du progrès des deux groupes, on pourrait supposer que le groupe expérimental aurait possiblement rejoint ou même surpassé le groupe contrôle si l'intervention avait été de plus longue durée. Suite à cette première analyse axée sur les effets de l'enseignement sur les habiletés de raisonnement mathématique, j'ai poursuivi mes analyses afin de mesurer les mêmes effets sur les habiletés langagières.

Capacité globale en communication orale

Dans un deuxième temps, j'ai fait l'analyse de la capacité globale en communication orale en évaluant le niveau de vocabulaire mathématique, de la présence de l'anglais, de la constitution des énoncés et de la structure syntaxique des participants, à partir d'une échelle de 1 (débutant) à 4 (avancé) (Appendice L).

Tel qu'illustré dans le tableau 2, les analyses statistiques indiquent que l'interaction pour la structure syntaxique est statistiquement significative (p = 0.04). Aucun effet significatif de groupe ne découle de l'analyse, mais l'effet du temps est significatif au niveau du vocabulaire mathématique (p = 0.01).

TABLEAU 2
Capacité globale à communiquer oralement (échelle de 1= limité à 4 = très bon à excellent)

Tests	Groupe	Groupe	df	F	p	Êta-carré
	expérimental	contrôle				partiel
	N=13	N=10				
	Moyenne	Moyenne				
	(écart-type)	(écart-type)				
Vocabulaire mathématique (T1)	1,38 (0,51)	1,70 (0,48)				
Vocabulaire mathématique (T2)	2,15 (0,55)	2,20 (0,63)				
Temps x Groupes			1,00	1,80	0,20	0,08
Temps			1,00	39,77	0,01*	0,65
Groupes			1,00	0,77	0,39	0,04
Constitution des énoncés (T1)	2,15 (0,38)	2,30 (0,48)				
Constitution des énoncés (T2)	2,23 (0,44)	2,30 (0,48)				
Temps x Groupes			1,00	0,76	0,39	0,04
Temps			1,00	0,76	0,39	0,04
Groupes			1,00	0,36	0,56	0,02
Structures syntaxiques (T1)	2,00 (0,58)	2,40 (0,52)				
Structures syntaxiques (T2)	2,23 (0,44)	2,30 (0,48)				
Temps x Groupes			1,00	4,05	0,04*	0,16
Temps			1,00	0,63	0,44	0,03
Groupes			1,00	1,42	0,25	0,06
Présence de l'anglais (T1)	3,08 (0,49)	2,90 (0,57)				
Présence de l'anglais (T2)	3,08 (0,49)	3,10 (0,32)				
Temps x Groupes			1,00	2,97	0,10	0,12
Temps			1,00	2,97	0,10	0,12
Groupes			1,00	0,16	0,69	0,01

^{*}Les valeurs sont statistiquement significatives (p < .05).

La figure 2 illustre la comparaison entre l'efficacité et la complexité des structures syntaxiques des deux groupes aux T1 et T2. Généralement, le groupe expérimental a fait moins d'erreurs syntaxiques et a communiqué de façon plus structurée au T2 alors que l'effet contraire s'est produit pour le groupe contrôle.

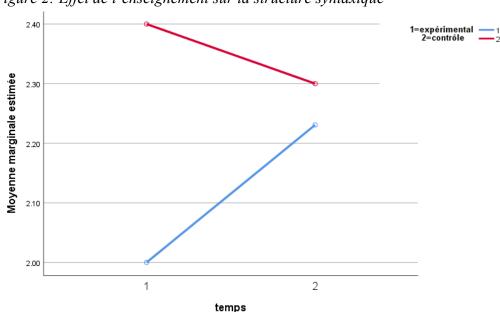
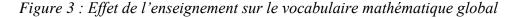
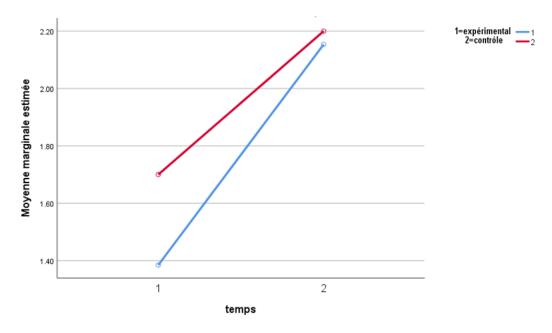


Figure 2: Effet de l'enseignement sur la structure syntaxique

Selon les scores individuels des moyennes pour la structure syntaxique, les participants du groupe contrôle sont demeurés au même niveau entre le T1 et le T2 à l'exception d'un participant qui a reçu un score d'un niveau plus bas lors de la deuxième évaluation, ce qui a baissé la moyenne du groupe de 2,4 à 2,3. Par contre, la plupart des participants du groupe expérimental ont maintenu le même niveau entre le T1 et le T2 à l'exception d'un participant qui a progressé du niveau 2 au niveau 3 et de deux participants qui ont progressé du niveau 1 à 2.

La figure 3 illustre la comparaison entre l'étendue et la précision du vocabulaire mathématique des deux groupes aux T1 et T2. Il est à préciser que cette évaluation globale portait sur l'utilisation du vocabulaire mathématique en général et non strictement sur l'utilisation de la terminologie propre à la géométrie.





Au T1, 62% des participants de la classe expérimentale avaient un niveau de vocabulaire mathématique limité comparativement à 30% des participants de la classe contrôle. Au T2 cependant, 92% du groupe expérimental et 90% du groupe contrôle avaient atteint un niveau acceptable ou plus élevé. Il y a donc lieu de généraliser que le temps fût significatif pour chacun des groupes et il aurait été intéressant de voir si une intervention plus longue aurait possiblement démontré une interaction entre les groupes et le temps.

Enfin, le but initial de cette évaluation globale était de projeter une vue d'ensemble du profil langagier des participants en situation de communication orale interactive. Puisqu'un apprenant de FL2 peut se trouver à l'intérieur d'un même niveau (p. ex. niveau 2 = acceptable) pendant plusieurs années, il n'était pas surprenant de constater que les moyennes sont demeurées stables entre le T1 et le T2 étant donné la courte période d'intervention et le contexte académique. L'analyse individuelle des participants a révélé que l'intervention avait possiblement eu un impact positif plus considérable sur les deux participants du groupe expérimental qui avaient obtenu les résultats les plus faibles au début de l'intervention (T1). Ces

deux participants (# E011 et # E012) sont passés du niveau 0 à 1 en connaissances et compréhension mathématiques, du niveau 1 à 2 en structure syntaxique et du niveau 1 à 2 en vocabulaire mathématique.

Puisque les résultats de l'analyse de la capacité globale ont fait ressortir une interaction significative au niveau de la structure syntaxique, j'ai complété une troisième série d'analyse de tests paramétriques plus pointus afin d'examiner plus en profondeur l'effet de l'approche pédagogique interactive sur la précision langagière. Je présenterai ces résultats prochainement.

Précision langagière en communication orale

Dans un troisième temps, j'ai fait l'analyse détaillée de la précision langagière. À partir des quatre catégories sur la capacité globale en communication orale (vocabulaire mathématique, constitution des énoncés, structure syntaxique et présence de l'anglais), j'ai créé des souscatégories afin d'approfondir les analyses sur les effets de l'enseignement sur la communication orale (Appendice M). Les résultats et l'analyse de celles-ci sont présentés dans cette section.

Le tableau 3 fait référence à l'analyse du vocabulaire mathématique. Afin de comparer la maîtrise des mots mathématiques qui avaient été ressortis lors de la planification de l'unité de géométrie, j'ai compilé le nombre de mots techniques et sous-techniques mentionnés par les participants et bien utilisés aux T1 et T2. Les résultats démontrent que l'interaction et l'effet de groupe ne sont pas statistiquement significatifs pour chacune des sous-catégories de vocabulaire mathématique. L'effet de temps est statistiquement significatif pour toutes les sous-catégories (p = 0.01), ce qui vient appuyer les résultats de la deuxième analyse statistique portant sur la capacité globale en communication orale.

TABLEAU 3 Analyse du vocabulaire mathématique

Tests	Groupe expérimental N=13 Moyenne (écart-type)	Groupe contrôle N=10 Moyenne (écart-type)	df	F	p	Êta- carré partiel
Mots techniques (T1)	13,23 (10,01)	5,60 (4,03)				
Mots techniques (T2)	21,46 (12,89)	20,00 (6,67)				
Temps x Groupes			1,00	3,07	0,09	0,13
Temps			1,00	41,33	0,01*	0,66
Groupes			1,00	1,62	0,22	0,71
Ratio mots techniques (T1) Ratio mots techniques (T2)	0,01 (0,01) 0,02 (0,01)	0,01 (0,01) 0,02 (0,01)				
Temps x Groupes			1,00	0,03	0,87	0,01
Temps			1,00	16,11	0,01*	0,43
Groupes			1,00	0,26	0,62	0,01
Mots sous-techniques (T1) Mots sous-techniques (T2)	3,54 (2,26) 11,23 (7,81)	3,50 (3,81) 13,70 (6,80)				
Temps x Groupes			1,00	0,71	0,41	0,03
Temps			1,00	35,97	0,01*	0,63
Groupes			1,00	0,43	0,52	0,02
Ratio mots sous-techniques (T1) Ratio mots sous-techniques (T2)	0,04 (0,02) 0,04 (0,02)	0,02 (0,02) 0,04 (0,02)				
Temps x Groupes			1,00	1,21	0,29	0,33
Temps			1,00	7,98	0,01*	0,63
Groupes			1,00	0,43	0,52	0,02
Mots mathématiques totaux (T1)	16,69 (10,66)	9,10 (5,49)				
Mots mathématiques totaux (T2)	32,77 (20,02)	33,80 (7,89)				
Temps x Groupes			1,00	2,51	0,13	0,11
Temps			1,00	56,12	0,01*	0,73
Groupes *Les valeurs cont statistiquement :			1,00	0,49	0,49	0,02

^{*}Les valeurs sont statistiquement significatives (p < .05).

Le nombre de fois que chaque mot de vocabulaire technique (Appendice U) et soustechnique (Appendice V) a été produit par les participants des deux groupes au T1 et au T2 a été examiné et les pourcentages des mots mathématiques produits au T1 et au T2 furent ensuite calculés (Appendice W). Si on compare le pourcentage de mots mathématiques utilisés au T1 par rapport au nombre total de mots mathématiques visés, le groupe expérimental a utilisé 34% des mots techniques et sous-techniques et le groupe contrôle en a utilisé 31%, ce qui indique que les deux groupes avaient un champ lexical restreint, mais semblable dans le domaine de la géométrie avant la période d'intervention. Cependant, au T2, le groupe expérimental a utilisé 60% des mots mathématiques visés alors que le groupe contrôle a utilisé 46% de ces mots. Plus spécifiquement, plusieurs mots et expressions tels que *coordonnées*, *alignement*, *segment*, *axe des y* et *faire subir* ont été mentionnés uniquement par certains élèves du groupe expérimental. Ainsi, au niveau pédagogique, le groupe expérimental semble avoir fait un plus grand gain bien que la différence n'était pas statistiquement significative.

En plus de comparer la présence de la terminologie mathématique, je voulais savoir si les groupes avaient utilisé une variété de vocabulaire ou s'ils avaient souvent répété les mêmes mots lorsqu'ils communiquaient leur raisonnement mathématique. Le niveau de compétence langagière peut être mesuré par la quantité et la qualité du vocabulaire utilisé (Vermeer, 1992). Le tableau 4 fait référence à l'analyse de l'étendue du vocabulaire, c'est-à-dire la richesse et la variété de la terminologie utilisée pour communiquer oralement. Selon les résultats, il y a une interaction statistiquement significative au niveau de la portion de mots différents par rapport au total de mots ($Type-Token\ Ratio,\ TTR$) (p=0,02). L'effet de groupe n'est pas statistiquement significatif alors que l'effet de temps est statistiquement significatif pour toutes les souscatégories (p=0,01) ce qui indique une amélioration entre le T1 et le T2 pour les deux groupes.

TABLEAU 4 Analyse de l'étendue du vocabulaire

Tests	Groupe expérimental N=13 Moyenne (écart-type)	Groupe contrôle N=10 Moyenne (écart-type)	df	F	p	Êta-carré partiel
Mots différents (T1)	113,44 (40,12)	116,10 (45,66)				
Mots différents (T2)	136,23 (45,21)	152,30 (29,59)				
Temps x Groupes			1,00	0,95	0,34	0,04
Temps			1,00	18,07	0,01*	0,46
Groupes			1,00	0,35	0,56	0,02
Total de mots (T1) Total de mots (T2) Temps x Groupes Temps Groupes	385,69 (196,83) 463,62 (251,54)	396,60 (274,48) 589,20 (153,61)	1,00 1,00 1,00	1,95 14,01 0,53	0,18 0,01* 0,47	0,09 0,40 0,03
Groupes			1,00	0,23	0,17	0,02
TRR (T1)	0,34 (0,10)	0,35 (0,11)				
TRR (T2)	0,33 (0,96)	0,27 (0,04)				
Temps x Groupes			1,00	6,41	0,02*	0,23
Temps			1,00	11,32	0,01*	0,35
Groupes			1,00	0,47	0,50	0,02

^{*}Les valeurs sont statistiquement significatives (p < .05).

La figure 4 illustre l'interaction significative pour le TTR. Au T1, les deux groupes avaient un TRR très semblable. Cependant, alors que le TRR du groupe expérimental est demeuré stable entre le T1 et T2, le groupe contrôle a connu une diminution significative du TTR avec le temps.

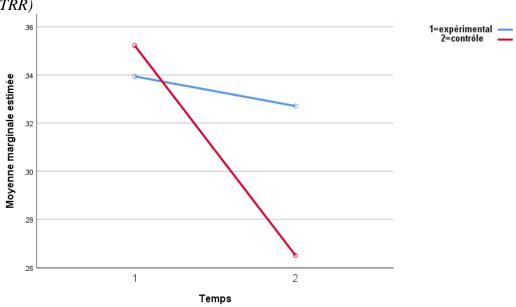


Figure 4 : Effet d'enseignement sur le ratio nombre de mots différents et nombre de mots total (TRR)

L'analyse de l'étendue du vocabulaire révèle que bien que le groupe contrôle a utilisé une plus grande quantité de mots que le groupe expérimental, le groupe contrôle répétait plus souvent les mêmes mots, ce qui indique une réduction de richesse lexicale à travers le temps.

Toujours parallèlement à l'analyse de la capacité globale en communication orale, j'ai mesuré l'effet de l'intervention sur la présence de l'anglais en comparant le nombre de mots anglais utilisés et en comparant la proportion de mots anglais par rapport au nombre de mots total. Le tableau 5 présente l'analyse de la présence de l'anglais. Selon les résultats, il n'y a pas d'interaction ni d'effet de groupe statistiquement significatif au niveau du nombre de mots anglais et du ratio de mots anglais par rapport au nombre total de mots. Cependant, l'effet de temps entre le T1 et le T2 est statistiquement significatif pour le nombre de mots anglais (p = 0,03), alors qu'il n'y a pas d'effet de temps significatif pour le ratio de mots anglais.

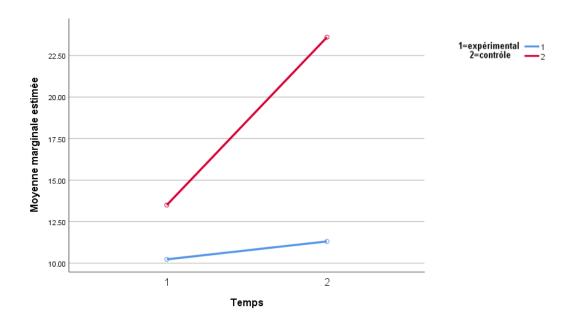
TABLEAU 5 Analyse de la présence de l'anglais

Tests	Groupe	Groupe	df	F	p	Êta-
	expérimental	contrôle				carré
	N=13	N=10				partiel
	Moyenne	Moyenne				
	(écart-type)	(écart-type)				
Mots anglais (T1)	10,23 (10,79)	13,50 (10,37)				
Mots anglais (T2)	11,31 (9,87)	23,60 (17,42)				
Temps x Groupes			1,00	3,36	0,08	0,14
Temps			1,00	5,15	0,03*	0,20
Groupes			1,00	2,98	0,09	0,12
Ratio mots anglais (T1)	0,03 (0,02)	0,05 (0,04)				
Ratio mots anglais (T2)	0,02 (0,02)	0,04 (0,03)				
Temps x Groupes			1,00	0,01	0,99	0,01
Temps			1,00	1,44	0,24	0,06
Groupes			1,00	3,39	0,80	0,14

^{*}Les valeurs sont statistiquement significatives (p < .05).

À titre d'exemple, la figure 5 illustre la comparaison entre la présence de mots anglais entre les deux groupes, c'est-à-dire la moyenne du nombre de mots anglais utilisés.

Figure 5: Mots anglais



Non seulement le groupe contrôle a parlé davantage au T2, mais le groupe a aussi plus eu recours à l'anglais pour communiquer. Il y a eu une augmentation du nombre de mots anglais utilisés par les deux groupes à travers le temps. Le groupe expérimental a utilisé en moyenne 1,08 mot anglais de plus entre le T1 et le T2 alors que le groupe contrôle a utilisé en moyenne 10,10 mots anglais de plus entre le T1 et le T2, ce qui est une hausse considérable (bien que l'interaction n'était pas statistiquement significative). Afin de connaître la nature des mots anglais ressortis, je les ai classés selon les cinq catégories suivantes : a) les mots d'expressions et de transitions tels que *like*, so, well, yeah, b) les mots de la vie courante qui n'avaient pas un contexte mathématique tels que yesterday, towel, wrong, off, c) les mots mathématiques qui ne faisaient pas partie de la liste visée tels que graph, pattern, unit, amount, d) les mots mathématiques techniques de la liste visée et e) les mots mathématiques sous-techniques faisant aussi partie de la liste visée. Tel que présenté dans les appendices X et Y, 81% des mots anglais utilisés par le groupe expérimental et 85% des mots anglais utilisés par le groupe contrôle au T1 et au T2 furent des mots d'expressions et de transitions utilisés dans les conversations de tous les jours. Les deux groupes ont aussi utilisé plus de mots anglais de la vie courante au T2. Le groupe expérimental n'a pas utilisé de mots techniques et sous-techniques en anglais au T2 alors que le groupe contrôle en a utilisé moins de 2%.

Afin d'analyser la constitution des énoncés, j'ai compilé le nombre total d'énoncés, c'est-à-dire les prises de paroles, et le nombre de phrases, c'est-à-dire les énoncés qui sont formés d'au moins un groupe-sujet et un groupe-verbe et porteurs de sens, pour ensuite établir le ratio entre les deux. Le tableau 6 présente l'analyse de la constitution des énoncés. Selon les résultats, il n'y a pas d'interaction statistiquement significative, bien que l'interaction pour le ratio des phrases approche une valeur statistiquement significative (p = 0.06). L'effet de groupes n'est pas

significatif, alors que l'effet de temps est statistiquement significatif au niveau du nombre d'énoncés et le nombre de phrases au total (p = 0.01).

TABLEAU 6 Analyse de la constitution des énoncés

Tests	Groupe	Groupe contrôle	df	F	p	Êta-carré
	expérimental	N=10				partiel
	N=13	Moyenne				
	Moyenne	(écart-type)				
	(écart-type)					
Énoncés totaux (T1)	60,84 (31,07)	71,60 (36,91)				
Énoncés totaux (T2)	74,69 (30,88)	95,50 (24,60)				
Temps x Groupes			1,00	0,79	0,39	0,04
Temps			1,00	11,09	0,01*	0,35
Groupes			1,00	1,79	0,20	0,08
Phrases totales (T1)	31,00 (16,10)	31,50 (23,93)				
Phrases totales (T2)	40,31 (21,92)	48,50 (13,19)				
Temps x Groupes			1,00	1,66	2,11	0,07
Temps			1,00	19,44	0,01*	0,48
Groupes			1,00	0,33	0,57	0,02
Ratio phrases (T1)	0,52 (0,15)	0,41 (0,11)				
Ratio phrases (T2)	0,52 (0,10)	0,51 (0,05)				
Temps x Groupes			1,00	3,85	0,06	0,15
Temps			1,00	3,61	0,07	0,15
Groupes			1,00	2,75	0,11	0,12

^{*}Les valeurs sont statistiquement significatives (p < .05).

Puisque la première série d'analyses de la capacité globale en communication orale avait indiqué qu'il y avait interaction entre les groupes et le temps au niveau de la structure syntaxique, je voulais voir quelle était la composition des phrases produites par les deux groupes. Afin de quantifier les différents types de phrases, j'ai d'abord créé un guide d'analyse comprenant onze catégories de phrases. Parmi celles-ci, il y avait cinq catégories principales de phrases (simples [Ps], composées [Pc], complexes [PC], complexes mixtes [PCM] et complexes élaborées [PCÉ]) qui pourraient possiblement être produites par les participants en

communication orale. J'ai aussi créé des sous-catégories permettant de différentier les catégories principales selon la conjugaison et l'accord des verbes; l'analyse de celles-ci est présentée dans le tableau 11. Les catégories du guide d'analyse ainsi que les détails du processus de la collecte de ces données ont été décrites dans la méthodologie (Appendices M et N).

Le tableau 7 présente la compilation de l'analyse syntaxique selon les cinq catégories principales. L'interaction et l'effet de groupe ne sont pas statistiquement significatifs pour aucune des analyses de structure de phrases alors que l'effet de temps est statistiquement significatif pour les phrases simples (p=0,01), les phrases composées (p=0,02) et les phrases complexes mixtes (p=0,01).

TABLEAU 7 Analyse des catégories principales de la structure syntaxique

Tests Ps=phrases simples Pc=phrases combinées PC=phrases complexes PCM=phrases complexes mixtes PCÉ=phrases complexes élaborées	Groupe expérimental N=13 Moyenne (écart-type)	Groupe contrôle N=10 Moyenne (écart-type)	df	F	p	Êta-carré partiel
Ps total (T1)	23,62 (12,32)	23,00 (16,18)				
Ps total (T2)	31,46 (17,60)	35,80 (10,18)				
Temps x Groupes			1,00	1,34	0,26	0,06
Temps			1,00	23,32	0,01*	0,53
Groupes			1,00	0,11	0,75	0,01
Pc total (T1)	2,62 (2,22)	2,10 (2,28)				
Pc total (T2)	3,77 (2,21)	4,50 (2,22)				
Temps x Groupes			1,00	0,74	0,40	0,03
Temps			1,00	6,04	0,02*	0,22
Groupes			1,00	0,03	0,86	0,01
PC total (T1)	3,69 (3,17)	4,60 (4,60)				
PC total (T2)	4,31 (3,35)	7,00 (3,86)				
Temps x Groupes			1,00	1,03	0,32	0,05
Temps			1,00	2,95	0,10	0,12
Groupes			1,00	1,94	0,18	0,08
PCM (T1)	0,69 (0,95)	0,90 (1,45)				
PCM (T2)	0,54 (1,13)	1,10 (0,88)				
Temps x Groupes			1,00	0,42	0,52	0,20
Temps			1,00	0,01	0,93	0,01
Groupes			1,00	1,03	0,32	0,05
PCÉ (T1)	0,38 (0,65)	0,90 (0,88)				
PCÉ (T2)	0,23 (0,44)	0,10 (0,32)				
Temps*Groupes			1,00	4,39	0,50	0,17
Temps			1,00	9,56	0,01*	0,31
Groupes			1,00	0,92	0,35	0,04

^{*}Les valeurs sont statistiquement significatives (p < .05).

Toujours dans le but d'examiner la structure syntaxique, j'ai comparé les ratios des cinq différentes catégories de phrases. Dans le tableau 8, on constate que l'interaction est statistiquement significative pour le ratio des phrases complexes élaborées (p = 0.02). Il n'y a

pas d'effet de groupe significatif, mais l'effet de temps est statistiquement significatif pour le ratio des phrases complexes élaborées (p < 0.01). Aucune autre différence statistiquement significative n'est ressortie au niveau du ratio des Ps, Pc, PC et PCM.

TABLEAU 8 Analyse des ratios des phrases simples (Ps), combinées (Pc), complexes (PC), complexes mixtes (PCM) et complexes élaborées (PCÉ)

Tests	Groupe expérimental N=13 Moyenne (écart-type)	Groupe contrôle N=10 Moyenne (écart-type)	df	F	p	Êta-carré partiel
Ratio Ps (T1)	0,78 (0,11)	0,76 (0,08)				
Ratio Ps (T2)	0,77 (0,07)	0,74 (0,08)				
Temps x Groupes			1,00	0,05	0,83	0,01
Temps			1,00	0,28	0,60	0,01
Groupes			1,00	1,04	0,32	0,05
Ratio Pc (T1)	0,09 (0,08)	0,07 (0,06)				
Ratio Pc (T2)	0,11 (0.07)	0,10 (0,05)				
Temps x Groupes			1,00	0,02	0,89	0,01
Temps			1,00	1,09	0,31	0,05
Groupes			1,00	0,84	0,37	0,04
Ratio PC (T1)	0,10 (0,06)	0,12 (0,05)				
Ratio PC (T2)	0,11 (0,06)	0,14 (0,07)				
Temps x Groupes			1,00	0,10	0,76	0,01
Temps			1,00	0,37	0,55	0,02
Groupes			1,00	2,85	0,11	0,12
Ratio PCM (T1)	0,02 (0,03)	0,02 (0,02)				
Ratio PCM (T2)	0,01 (0,02)	0,02 (0,01)				
Temps x Groupes			1,00	1,42	0,25	0,06
Temps			1,00	0,16	0,70	0,01
Groupes			1,00	0,03	0,87	0,01
Ratio PCÉ (T1)	0,01 (0,02)	0,03 (0,03)				
Ratio PCÉ (T2)	0,00 (0,01)	0,00 (0,01)				
Temps x Groupes			1,00	6,20	0,02*	0,23
Temps			1,00	14,67	0,001*	0,41
Groupes			1,00	2,74	0,11	0,12

^{*}Les valeurs ont statistiquement significatives (p < 0.05).

Tel que représenté dans la figure 6, le groupe contrôle avait un ratio de phrases complexes élaborées plus élevé que le groupe expérimental au T1 alors que le ratio des deux groupes était presque égal au T2. Au T1, le groupe contrôle a produit 315 phrases au total dont 9 phrases complexes élaborées alors que le groupe expérimental a produit un total de 403 phrases au total, dont 5 furent des phrases complexes élaborées. Au T2, le groupe contrôle a produit un total de 485 phrases, dont 1 phrase complexe élaborée alors que le groupe expérimental a produit 524 phrases dont 3 étaient des phrases complexes élaborées. Bien que le nombre de phrases total a augmenté à travers le temps pour les deux groupes, le nombre de phrases complexes élaborées a diminué ce qui explique donc une réduction du ratio.

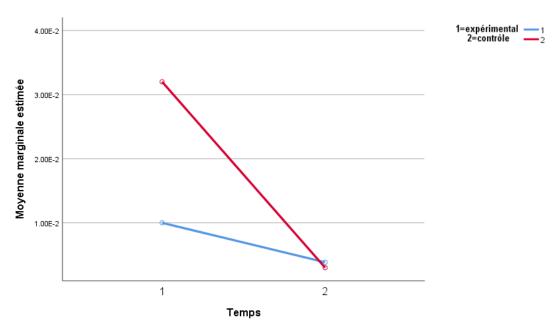


Figure 6 : Effet de l'enseignement sur la proportion de phrases complexes élaborées

Afin de comparer la qualité des verbes dans les phrases simples, combinées et complexes, j'ai fait une dernière analyse syntaxique selon les sous-catégories suivantes : Ps, Pc et PC non conjuguées, Ps, Pc et PC conjuguées et Ps, Pc et PC conjuguées-accordées. Puisqu'un des critères des PCM et des PCÉ était que les verbes devaient être correctement conjugués et

accordés, ces sous-catégories n'ont pas été incluses dans le guide d'analyse de la structure syntaxique. Ainsi, dans le cas où un ou plusieurs verbes dans une phrase complexe mixte ou complexe élaborée n'étaient pas conjugués ou accordés, la phrase était catégorisée complexe.

Le tableau 9 présente l'analyse de la conjugaison et de l'accord des verbes des phrases simples. Selon les résultats, l'interaction est statistiquement significative pour les phrases simples conjuguées (p = 0.01). L'effet de groupe n'est pas statistiquement significatif. Cependant, l'effet de temps est statistiquement significatif pour les phrases simples conjuguées et accordées (p=0.01).

TABLEAU 9
Analyse de la conjugaison et de l'accord des verbes des phrases simples (Ps)

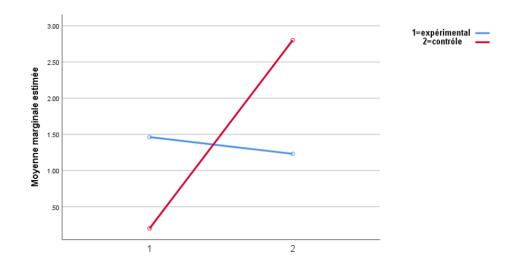
Tests	Groupe expérimental N=13 Moyenne (écart-type)	Groupe contrôle N=10 Moyenne (écart- type)	df	F	p	Êta- carré partiel
Ps non-conjuguées (T1)	1,46 (1,45)	0,20 (0,42)				
Ps non-conjuguées (T2)	1,23 (1,64)	2,80 (2,66)				
Temps x Groupes			1,00	7,28	0,01*	0,26
Temps			1,00	5,10	0,35	0,20
Groupes			1,00	0,10	0,76	0,01
Ps conjuguées (T1)	1,77 (1,54)	1,70 (1,16)				
Ps conjuguées (T2)	1,38 (1,39)	1,60 (1,58)				
Temps x Groupes			1,00	0,17	0,68	0,01
Temps			1,00	0,50	0,49	0,02
Groupes			1,00	0,02	0,88	0,01
Ps conjuguées accordées (T1)	20,38 (12,21)	21,10 (16,11)				
Ps conjuguées accordées (T2)	28,85 (16,90)	31,40 (10,85)				
Temps x Groupes		, ,	1,00	0,25	0,62	0,01
Temps			1,00	26,22	0,01*	0,56
Groupes			1,00	0,08	0,78	0,01

^{*}Les valeurs sont statistiquement significatives (p < .05).

Tel que l'illustre la figure 7, il est intéressant de constater que le groupe contrôle a produit plus de phrases simples avec des verbes non conjugués au T2 qu'au T1,

comparativement au groupe expérimental qui a produit moins de phrases simples avec des verbes non conjugués au T2.

Figure 7 : Effet d'enseignement sur les phrases simples conjuguées



Le tableau 10 présente l'analyse de la conjugaison et de l'accord des verbes dans les phrases combinées. Aucune différence statistiquement significative n'est ressortie de cette analyse bien qu'on peut remarquer que le groupe contrôle a formulé un peu plus de phrases combinées avec des verbes non conjugués au T2.

TABLEAU 10 Analyse de la conjugaison et de l'accord des verbes des phrases combinées (Pc)

Tests	Groupe	Groupe	df	F	p	Êta-carré
	expérimental	contrôle				partiel
	N=13	N=10				
	Moyenne	Moyenne				
	(écart-type)	(écart-type)				
Pc non conjuguées (T1)	0,31 (0,48)	0,10 (0,32)				
Pc non conjuguées (T2)	0,38 (0,65)	0,80 (1,32)				
Temps x Groupes			1,00	1,59	0,22	0,01
Temps			1,00	2,47	0,13	0,11
Groupes			1,00	0,26	0,62	0,01
Pc conjuguées (T1)	0,31 (0,85)	0,50 (0,71)				
Pc conjuguées (T2)	0,77 (1,01)	0,90 (0,99)				
Temps x Groupes			1,00	0,01	0,92	0,01
Temps			1,00	2,22	0,15	0,10
Groupes			1,00	0,42	0,52	0,02
Pc conjuguées accordées (T1)	2,00 (1,78)	1,50 (1,90)				
Pc conjuguées accordées (T2)	2,62 (2,63)	2,80 (2,25)				
Temps x Groupes			1,00	0,26	0,62	0,01
Temps			1,00	2,04	0,17	0,09
Groupes			1,00	0,06	0,80	0,01

^{*}Les valeurs sont statistiquement significatives (p < .05).

Le tableau 11 présente l'analyse de la conjugaison et de l'accord des verbes des phrases complexes. Des différences significatives se trouvent au niveau de l'interaction (p=0.01), de l'effet de groupe (p=0.01) et à travers le temps (p=0.02) dans la sous-catégorie de PC non conjuguées.

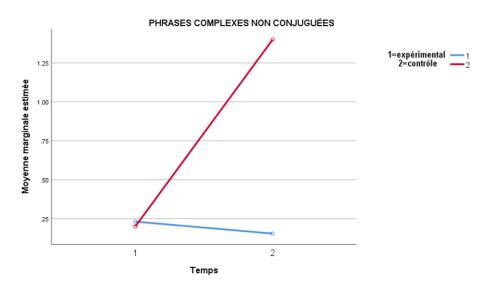
TABLEAU 11
Analyse de la conjugaison et de l'accord des verbes des phrases complexes (PC)

Tests	Groupe	Groupe	df	F	p	Êta-carré
	expérimental	contrôle				partiel
	N=13	N=10				
	Moyenne	Moyenne				
	(écart-type)	(écart-type)				
PC non conjuguées (T1)	0,23 (0,44)	0,20 (0,42)				
PC non conjuguées (T2)	0,15 (0,55)	1,40 (1,26)				
Temps x Groupes			1,00	7,89	0,01*	0,27
Temps			1,00	6,11	0,02*	0,23
Groupes			1,00	9,00	0,01*	0,30
PC conjuguées (T1)	0,31 (0,63)	0,60 (0,70)				
PC conjuguées (T2)	0,23 (0,44)	0,80 (0,79)				
Temps x Groupes			1,00	0,63	0,44	0,03
Temps			1,00	0,12	0,73	0,01
Groupes			1,00	4,49	0,05	0,18
PC conjuguées accordées (T1)	3,15 (3,16)	3,80 (4,18)				
PC conjuguées	3,92 (3,33)	4,80 (2,44)				
accordées (T2)						
Temps x Groupes			1,00	0,03	0,87	0,01
Temps			1,00	1,63	0,22	0,07
Groupes			1,00	0,39	0,54	0,02

^{*}Les valeurs sont statistiquement significatives (p < .05).

Tel que l'illustre la figure 8, l'écart entre les deux groupes qui était semblable au T1 s'est différencié par le T2; le groupe expérimental a produit moins de PC non conjuguées alors que le groupe contrôle a produit plus de PC non conjuguées au T2.

Figure 8 : Effet d'enseignement sur les phrases complexes non conjuguées



En résumé, l'analyse des résultats des tests paramétriques portant sur les connaissances et la compréhension mathématiques, la capacité globale à communiquer oralement et la précision langagière en communication orale indique que l'interaction est statistiquement significative au niveau de la structure syntaxique et plus précisément au niveau des phrases complexes non-conjuguées. De plus, l'effet de groupe est aussi statistiquement significatif au niveau des phrases complexes non-conjuguées. Enfin, selon la tendance générale, l'effet temps est statistiquement significatif pour les deux groupes au niveau des connaissances et de la compréhension mathématique. L'effet temps est aussi statistiquement significatif au niveau du vocabulaire mathématique, de la présence de l'anglais et de la structure syntaxique.

À la lumière des nombreuses données recueillies, je discuterai donc dans le chapitre suivant des résultats par rapport à mes questions de recherche et des implications pédagogiques découlant de cette étude empirique.

Chapitre 5 : Discussion et interprétation

Les deux objectifs étaient de vérifier l'effet d'une approche littératiée sur le développement des habiletés de raisonnement mathématique et de communication orale auprès d'élèves de 7° et 8° année qui apprenaient le français comme langue seconde (FL2) dans un programme d'IF. Bien que nous nous attendions que les élèves de la classe expérimentale démontreraient une croissance significative au niveau de la compréhension des concepts mathématiques et des habiletés en communication orale, en comparaison au groupe contrôle, l'ensemble des résultats suggère peu de différence entre les deux groupes de participants. Le présent chapitre discutera des résultats principaux, présentés en quatre parties. Dans un premier temps, je présenterai un sommaire des résultats et j'en ferai l'interprétation par rapport aux recherches antérieures. Dans un deuxième temps, je mettrai en lumière des facteurs qui ont possiblement influencé les résultats. Dans un troisième temps, je porterai un regard critique sur certaines limites propres à cette recherche et dans un dernier temps, je traiterai des retombées théoriques et pédagogiques découlant de cette étude.

Sommaire des résultats

En somme, les résultats ont démontré que peu des interactions et peu des effets de groupes sont significatifs. Cependant, nous voyons que les deux groupes ont augmenté leur performance entre le T1 et le T2 au niveau du raisonnement mathématique et de la communication orale. Globalement, les élèves qui ont appris les concepts mathématiques de géométrie selon l'approche littératiée ont augmenté leurs habiletés en structure syntaxique comparativement aux élèves du groupe contrôle. Toutefois, aucune augmentation a été observée dans l'analyse détaillée de la structure de phrase. Les résultats de la présente recherche ne s'alignent pas à ceux des autres études qui ont porté sur le développement langagier dans la

classe de mathématiques, que ce soit en anglais L2, par exemple aux États-Unis (Adler, 1999; Barwell, 2005; Berger, 2015; Castelli, 2013; Moshkovish, 2007, 2012; Setati et Adler, 2000) ou en français L2 au Canada (Culligan, 2010, 2015; Culligan et coll., 2015; Kristmanson et coll., 2015; Tang, 2008).

À ma connaissance, cette recherche est la première à mesurer de façon quantitative les effets d'une approche littératiée en mathématiques dans le contexte IF canadien. Néanmoins, des recherches canadiennes semblables, mais dans le domaine des sciences, ont démontré les retombées langagières et académiques positives d'une approche pédagogique centrée sur l'enseignement de la langue et du contenu dans des classes de niveaux intermédiaires en IF (Cormier et Turnbull, 2009; Laplante, 2000). Ainsi, certaines différences dans la méthodologie de cette étude et celles des recherches antérieures pourraient possiblement expliquer les disparités entre les résultats. En général, la période d'intervention limitée, les conséquences d'avoir deux enseignants au lieu d'un et les différentes méthodes d'évaluation utilisées pour la collecte des données semblent les éléments méthodologiques les plus culminants qui diffèrent des autres études dans ce domaine. Dans la prochaine section, j'exposerai plusieurs facteurs reliés aux habiletés conceptuelles et langagières qui pourraient expliquer pourquoi les résultats de cette étude ne concordent pas à celles des recherches précédentes.

Facteurs reliés aux connaissances et à la compréhension mathématiques

Plusieurs recherches antérieures ont confirmé que l'enseignement simultané du vocabulaire mathématique et des structures langagières a des répercussions positives sur les habiletés mathématiques d'élèves de niveaux scolaires intermédiaires instruits dans leur L1. La majorité de ces études ont été faites avec des enfants anglophones aux États-Unis (Jackson et

Phillips, 1983; Kranda, 2008; Larson, 2007; McConnell, 2008; Snow et coll. 2009). Des études semblables menées dans un contexte d'apprentissage en L2, par exemple des élèves hispanophones qui apprenaient l'anglais comme L2, ont aussi abouti à des résultats positifs en mathématiques (p. ex., Hart, 2010; Sasse, 2016). Parallèlement, dans le domaine des sciences en contexte IF (anglophones qui apprenaient le français comme L2), Cormier et Turnbull (2009) ainsi que Laplante (2000) ont démontré qu'une approche intégrant la langue et le contenu peut avoir des effets positifs sur la maitrise des concepts académiques dans le domaine des sciences. Certains facteurs tels que la durée de l'intervention, le domaine mathématique à l'étude, le niveau de familiarité avec le matériel concret et les compétences langagières des participants ont possiblement influencé les résultats de la présente étude et pourraient expliquer les différences observées par rapport aux études précédentes.

Le facteur temps pourrait expliquer en partie l'absence du développement accru au niveau des connaissances et de la compréhension mathématique pour le groupe expérimental. Selon le ministère de l'Éducation, 17% de l'horaire hebdomadaire devrait être dédié à l'enseignement des mathématiques en 7° et 8° année, ce qui représente approximativement 1500 minutes pendant la période d'intervention (Manitoba. Éducation et Formation., n.d.). À cause des activités scolaires, parascolaires et culturelles qui n'avaient pas été prévues dans la planification à long terme, les élèves ont seulement reçu 750 minutes d'enseignement de l'unité de géométrie dans la présente étude, ce qui correspond à la moitié de l'instruction originalement anticipée. De plus, étant donné que les classes étaient combinées d'élèves de deux niveaux scolaires, les enseignants devaient enseigner beaucoup plus de concepts en dedans de cette période de temps déjà limitée. L'étude de Laplante (2000), par exemple, a démontré une relation positive entre une approche langagière interactionnelle d'une durée de 1500 minutes et la compréhension des réactions

chimiques des élèves de la 6° année en FL2. Semblablement, dans l'étude de Cormier et Turnbull (2009), les élèves de la 7° année qui avaient reçu un enseignement littératié en IF pendant une période de 840 minutes échelonnée sur une période de 8 semaines ont aussi démontré une augmentation dans les concepts de sciences. Comparativement aux études de Cormier et Turnbull (2009) et de Laplante (2000), il est donc possible que les élèves n'aient pas eu assez de temps à apprendre les concepts mathématiques pour permettre d'évaluer entièrement l'effet de l'approche littératiée.

La matière d'enseignement dans le contexte de cette étude, soit les concepts de géométrie (les transformations, les objets en 3D et les figures en 2D), pourrait aussi expliquer en partie pourquoi nous n'avons pas observé une plus grande croissance chez le groupe expérimental pour la compréhension mathématique. Selon National Council of Teachers of Mathematics (1999) et Manitoba Rural Learning Consortium (2016), le domaine de performance académique le plus faible en mathématiques est la géométrie. Des résultats semblables ont été observés dans le curriculum provincial de l'Ontario. Dans l'étude de Lewis et Edwards (1984), des élèves bilingues en 3^e année en Ontario ont obtenu de scores plus élevés dans le domaine de l'arithmétique comparativement au domaine de la géométrie, en français et en anglais, après une période d'enseignement de huit mois. Pour expliquer les différences entre les matières, les auteurs ont averti que contrairement aux concepts d'arithmétique, les concepts appris dans le domaine de la géométrie sont peu incorporés dans les autres domaines mathématiques et ne sont pas utilisés fréquemment dans la vie courante. Par conséquent, il est probable que les élèves avaient eu moins de temps et moins d'opportunités d'approfondir les concepts de géométrie au cours de leur scolarité. Également, les élèves de la 7^e année dans l'étude de Cormier et Turnbull (2009) ont démontré un progrès significatif dans la compréhension du sujet des séismes, mais

pas dans le sujet des volcans, malgré que la méthodologie et l'intervention étaient les mêmes. Les résultats dans l'étude de Cormier et Turnbull (2009) suggèrent que l'effet de l'approche littératiée n'est pas équivalent dans tous les domaines d'étude. En revanche, le thème de la géométrie n'était possiblement pas le meilleur domaine pour évaluer un progrès académique à court terme ; il aurait été intéressant de vérifier la même approche lors de l'enseignement d'autres concepts, tels que ceux du sens du nombre sur lesquels plus d'emphase a été mise et qui sont souvent interreliés aux autres domaines mathématiques.

Lors des entretiens au T2, nous avons observé que les participants du groupe contrôle ont beaucoup plus utilisé le matériel concret à leur disposition comparativement aux participants du groupe expérimental qui y étaient moins familiers. Puisque l'utilisation du matériel concret peut contribuer au développement de la compréhension mathématique en permettant aux élèves de se créer des images mentales des concepts souvent abstraits (Éducation Manitoba, 2013b; Golafshani, 2013; Moyer, 2001; Protheroe, 2007; Small, 2008), le groupe contrôle fut possiblement favorisé en ce sens. Il s'agit d'un facteur imprévu étant donné que nous avions inclus une liste spécifique de matériel concret dans la planification de l'unité. Si nous avions eu le même enseignant dans la classe expérimentale et la classe contrôle, comme cela était le cas dans l'étude de Cormier et Turnbull (2009), ce facteur qui est en soit une limite aurait été mieux contrôlé. Nous revenons sur ce point dans les prochaines sections de la discussion.

Sachant qu'un niveau de compétence linguistique limité peut nuire au niveau de compétences mathématiques (Morgan et coll., 2014; Vukovic et Lesaux, 2013) et que le degré d'habiletés langagières en L2 prédit la performance mathématique en géométrie (Vukovic et Lesaux, 2013), il y a lieu de se demander si les participants auraient démontré un niveau de connaissances et de compréhension conceptuelle plus élevé s'ils avaient eu plus de temps pour

développer de meilleures habiletés en communication orale en FL2. Contrairement à l'étude de Cormier et Turnbull (2009), les participants de la présente étude n'avaient pas été présentés l'option d'utiliser leur L1 (anglais) pour exprimer leur compréhension des concepts lors des entretiens au T1 et au T2. Il est possible qu'à cause de l'emphase langagière au cours de l'enseignement de la géométrie pendant la période de six semaines, les participants se concentraient davantage sur la précision de la langue lors des entretiens au T2 et par conséquent, que leurs efforts à tenter de communiquer en phrases complètes en se souciant de la terminologie, de la syntaxe et de la grammaire tout en essayant d'éviter l'anglais, les ont empêchés de pleinement partager leurs connaissances et compréhension des concepts. Ainsi, il aurait été intéressant de voir si les participants auraient mieux performé au niveau académique s'ils s'étaient exprimés davantage en anglais, puisque selon Latu (2005), le recours à la L1 augmente la performance académique des enfants bilingues.

Facteurs reliés aux habiletés en communication orale

L'ensemble des résultats en communication orale a démontré que les deux groupes d'élèves ont progressé de façon positive et équivalente à travers le temps et qu'il n'y avait pas de différence entre les groupes. L'analyse de la capacité globale en communication orale a révélé que le groupe expérimental a augmenté au niveau de la structure de phrase entre le T1 et le T2 comparativement au groupe contrôle, mais l'analyse de la précision langagière en communication orale n'a pas révélé cette même tendance. Dans la prochaine section, je mettrai en lumière des facteurs qui auraient pu influencer les résultats en communication orale, au niveau du vocabulaire mathématique, de la présence de l'anglais et de la structure syntaxique.

Vocabulaire mathématique.

L'utilisation de la terminologie précise est une indication d'un niveau de compréhension supérieur de la matière enseignée (Martiniello, 2008; Zazkis, 2000). L'ensemble des résultats du vocabulaire mathématique produit n'a démontré aucune interaction ou effet de groupe alors que l'effet de temps fût significatif. Bref, les deux groupes ont développé le vocabulaire mathématique de façon positive et égale. Malgré les diverses activités d'apprentissage littératié et l'utilisation de plusieurs outils favorisant l'apprentissage du lexique mathématique tel que le mur de mots, les organisateurs graphiques et les jeux de vocabulaire (Marzano, Pickering et Pollack, 2001), nous ne pouvons pas confirmer un lien significatif entre l'intervention et le développement du vocabulaire mathématique. Nous discuterons prochainement des explications possibles qui ont influencé l'acquisition du vocabulaire, telle que la quantité de mots mathématiques visés, l'enseignement par module ou domaine mathématique et l'absence de tâche finale.

En général, il est nécessaire de rencontrer et d'utiliser un nouveau mot de vocabulaire de huit à douze fois avant de pouvoir l'assimiler (Berteau, 2015; Laufer, 2005). Étant donné le nombre considérable de mots ciblés et le temps d'enseignement limité dans la présente étude, les participants n'ont vraisemblablement pas eu l'opportunité d'utiliser chacun des mots à cette fréquence. Il est possible que le nombre de mots ciblés fût trop large considérant la langue d'apprentissage immersive et la période d'enseignement de six semaines. Des recherches antérieures complétées avec des apprenants en contexte L1 (surtout anglophones) suggèrent l'enseignement de 5 à 10 nouveaux mots de vocabulaire par semaine dans une matière scolaire (Beck et coll., 2013; Biemiller, 2001; Marzano et Pickering, 2005; Monroe et Orme, 2002).

et sous-techniques pour pouvoir communiquer leurs connaissances et compréhension des concepts de géométrie prescrits par les programmes d'études, ce qui représentait un défi. En moyenne, ce total équivaut à plus de dix nouveaux mots par semaine, sans compter l'apprentissage d'autres mots de vocabulaire mathématique et de vocabulaire général qui ne furent pas explicitement enseignés, mais qui faisaient tout de même partie du bagage lexical nécessaire pour parler de la géométrie. De plus, puisque les participants étaient dans une classe combinée, ils étaient exposés à presque le double de mots mathématiques, rendant la maîtrise du vocabulaire ciblé encore plus difficile.

Selon les enseignants, les concepts reliés à la géométrie n'avaient pas été enseignés depuis près d'un an, ce qui pourrait aussi expliquer en partie pourquoi les participants n'avaient retenu qu'une portion de la terminologie à long terme. Puisque presque tous les participants parlaient uniquement l'anglais à la maison, le temps cloisonné d'enseignement consacré à la géométrie, en français, était la seule occasion d'apprendre et d'utiliser la terminologie.

Certaines recherches en contexte IF indiquent que les apprenants devraient avoir l'opportunité de réinvestir les éléments langagiers ciblés à la fin d'un bloc d'apprentissage (Lyster, 2007, 2016; Netten, 2016), ce qui ne fût pas le cas lors de cette étude. Au cours de la période d'intervention, l'enseignant de la classe expérimentale a mis de l'emphase sur les deux premières étapes selon le modèle de l'enseignement explicite (modélisation et la pratique interactive encadrée) pendant laquelle les participants se sont engagés dans des situations de pratique communicative autonome à travers les leçons. Faute de temps, la dernière étape de l'enseignement explicite, soit la pratique communicative autonome, n'a pas eu lieu. Dans les études de Laplante (2000) et Comier et Turnbull (2009) par exemple, les participants ont eu l'opportunité d'exécuter une tâche finale sous forme de projet afin de consolider les

apprentissages académiques et langagiers et ont démontré des gains lexicaux considérables.

Ainsi, si les participants avaient eu l'opportunité de mettre en application leurs nouvelles connaissances et habiletés de façon indépendante lors de la dernière étape de l'enseignement explicite (Rosenshine,1986) en contexte significatif, ceux-ci auraient possiblement mieux retenu et maitrisé la terminologie mathématique à l'étude. Puisque l'environnement de la salle de classe expérimentale était riche en support visuel, les participants avaient recours aux mots et aux expressions qui les entouraient lors des diverses activités d'apprentissage quotidiennes et n'étaient possiblement pas encore assez indépendants au niveau conceptuel et langagier pour communiquer spontanément avec le vocabulaire précis lorsqu'on les a sortis de la classe pour faire les entretiens. Ce fut aussi le cas de l'étude de Hart (2010) qui a observé que les quatre élèves hispanophones de la 6º année qui apprenaient l'anglais comme L2 aux États-Unis ont de plus en plus utilisé les mots mathématiques enseignés bien qu'ils se référaient souvent au mur de mots, ce qui n'était pas une option lors de cette étude.

Bref, le nombre abondant de mots mathématiques visés, l'enseignement indépendant du domaine mathématique géométrie et l'absence d'une tâche de réinvestissement autonome sont des facteurs qui pourraient expliquer pourquoi l'approche littératiée tel qu'utilisée dans la présente recherche n'a pas eu un effet sur l'emploi des mots de vocabulaire mathématique visés. Malgré les circonstances, les participants du groupe expérimental ont réussi à augmenter l'utilisation du vocabulaire ciblé par 26% entre le T1 et T2, comparativement au groupe contrôle qui a connu une hausse de 15%. Bien que cette hausse chez le groupe expérimental n'est pas statistiquement et significativement plus élevée comparativement au groupe contrôle, les résultats sont prometteurs. On pourrait supposer que les élèves bénéficieraient de l'approche littératiée en ayant plus d'expositions à la terminologie et plus d'occasions de réinvestissement.

Présence de l'anglais.

Le but de mesurer la présence de l'anglais dans les productions orales des participants était de vérifier si l'approche littératiée contribuerait à augmenter la proportion de mots français (et par conséquent diminuerait le nombre de mots anglais) utilisés et ainsi hausserait le niveau de précision langagière en français. L'ensemble des résultats de la présence de l'anglais n'a démontré aucune interaction ou effet de groupe alors que l'effet de temps fût significatif entre le T1 et le T2. D'autres études démontrent que les apprenants de l'anglais L2 ont recours à leur L1, principalement l'espagnol (Adler, 2002; Barwell, 2009, 2014; Moschkovich, 2007a, 2007b, 2010; Setati et Adler, 2000) et que les apprenants FL2 ont recours à l'anglais L1 (Culligan, 2017; Tang, 2008) dans le contexte IF pour communiquer mathématiquement. En général, ces études suggèrent que la L1 est souvent utilisée lorsque les concepts mathématiques deviennent plus complexes. Turbull et coll. (2011) ont aussi observé ce phénomène en sciences; au T2, les participants du groupe expérimental ont démontré un progrès statistiquement significatif au niveau conceptuel, expliquant la corrélation positive observée entre le recours à la L1 et la complexité des explications fournies. Dans le cas de cette étude, les participants n'avaient pas encore atteint le niveau conceptuel souhaité au T2 ce qui pourrait expliquer pourquoi ils se sont servi de l'anglais L1 comme outil cognitif (Moore, 2002). Une période d'intervention plus prolongée aurait possiblement permis aux participants de s'approprier d'une plus grande étendue de vocabulaire en français.

Il est probable que la complexité conceptuelle et le niveau d'habiletés langagières limité des participants ont contribué à l'utilisation de l'anglais pour communiquer mathématiquement (Tang, 2008; Turnbull et coll., 2011). Toutefois, la nature des mots anglais produits par les participants nous mène à explorer d'autres raisons expliquant pourquoi l'utilisation de la L2 (le

français) n'a pas augmenté entre le T1 et le T2. Selon Tang (2008), le choix de la langue de communication en classe de mathématiques peut dépendre du style d'interaction des apprenants en FL2. Puisque la nature de la majorité des mots anglais produits par les deux groupes était des expressions et des mots de transition de tous les jours, on pourrait déduire que les participants ont inséré ces mots anglais simplement parce qu'ils ne connaissaient pas la traduction en français ou bien qu'ils démontraient plutôt un comportement souvent observé chez les gens bilingues (Moschkovich, 2007a). En outre, si la tendance d'insérer des mots anglais d'utilité sociale dans des conversations se déroulant majoritairement en français faisait partie de la culture de la salle de classe et de l'école, il est compréhensible que la proportion de mots de transition soit demeurée stable entre le T1 et le T2. Dans un contexte langagier minoritaire, l'emploi de la L1 dans la classe de mathématiques n'est pas nécessairement une lacune (Culligan, 2017, 2015, 2010; Moschkovich, 2007b, 2009; Tang, 2008). Selon Marchand (2004), le parler francomanitobain contient souvent des interférences avec l'anglais et des alternances codiques. Ce comportement linguistique pourrait être expliqué par le « processus d'adaptation » caractérisant les apprenants d'une L2 qui utilisent la L1 stratégiquement, que ce soit consciemment ou pas, afin de différentier les idées et de mettre l'emphase sur certains points (Moore 2002). Par exemple, dans les extraits d'une transcription entre deux participants du groupe expérimental au T2, les mots anglais wait, like et well illustrent possiblement ce processus d'adaptation :

* 0 0 7: peut fais comme ça, ou bas, ou haut.

* 0 0 8 : comme ça, comme ça, comme.

* 0 0 8: wait@s, vertical ou horizontal.

* 0 0 7 : *horizontal?*

* 0 0 7: *non*.

* 0 0 7: tu prises [prend] de les formes de faire un photo, quelque chose.

- * 0 0 7: les formes devraient toujours toucher en.
- * 0 0 7 : *comme ça*.
- * 0 0 7: si tu fais dessus un papier tu devrais, peux pas **like**@s voir de blanc.
- * 0 0 8: well@s, pas le espace entre les formes.
- * 0 0 7: comme comment ce que nous mette les formes dessus?
- * 0 0 7: *comme trans(formation).*
- * 0 0 7 : c'est comme si c'est cette forme, si cette forme commence comme ça et fait un rotation horizontale de quatre-vingts.
- * 0 0 7 : non quatre vingt, non, cent quatre-vingts degrés je pense?
- * 0 0 8: oui.
- * 0 0 8 : mhmm, **well**@s, pour ça.
- * 0 0 8: j'ai juste comme fais.
- * 0 0 8 : j'ai tourne pour aller sur l'autre fa, face de le hexagone, alors.
- * 0 0 8: j'ai fait comme un rotation un petit peu, et pour.
- * 0 0 8 : mhmm, well@s, comme quatre-vingts degrés comme.

Ainsi, la présence importante des mots de liaison anglais dans les analyses de la communication orale reflète possiblement des alternances codiques favorisant la communication et le développement cognitif des élèves (Benamar, 2014). Selon Turnbull et coll. (2011), le va-et-vient entre la L2 et la L1 est une stratégie de construction de sens prouvée efficace et souvent observée lors de l'apprentissage simultané de la langue et du contenu en IF.

Structure syntaxique.

Quant à la structure syntaxique, l'ensemble des résultats n'a démontré aucun effet de groupe ou de temps. L'interaction fut statistiquement significative pour le groupe expérimental lors de l'analyse globale de la structure syntaxique alors qu'aucune interaction n'est ressortie des analyses détaillées de la structure syntaxique. Il se peut que la contradiction entre l'amélioration

des habiletés de communication orale au niveau global et l'absence d'amélioration de la précision langagière à l'oral soit le résultat des différentes méthodes utilisées pour évaluer les compétences reliées à la structure syntaxique, ce que nous discuterons prochainement.

Pour évaluer la catégorie structure syntaxique lors de l'évaluation globale de la communication orale, une grille d'évaluation fut utilisée pour attribuer un score de 1 (débutant) à 4 (avancé) pendant le visionnement des enregistrements vidéo au T1 et au T2. Ainsi, dans le but d'évaluer la communication orale telle que le ferait un enseignant en salle de classe (c.-à-d. de reproduire l'évaluation qui pourrait être complétée par un enseignant), un jugement général fut posé au niveau de la complexité des phrases (utilisation de connecteurs), de la précision des phrases (forme correcte) et de l'autocorrection d'erreurs syntaxiques observées. Les résultats de ces données suggèrent que l'enseignement selon l'approche littératiée a eu un effet positif sur la qualité des phrases formulées par les participants du groupe expérimental entre le T1 et le T2. Ces résultats globaux s'alignent avec ceux de l'étude de Laplante (2000) qui a aussi démontré une augmentation dans la structure syntaxique chez des élèves en 6º année dans un contexte IF. Une des méthodes d'évaluation de Laplante (2000) consistait à catégoriser les communications écrites des élèves selon certains critères reliés à la sémantique et à la syntaxe, ce qui s'avère un processus comparable à l'analyse globale de l'oral dans cette étude.

Pour évaluer la catégorie structure syntaxique lors de l'évaluation de la précision langagière en communication orale, nous avons codé les transcriptions afin de différentier les énoncés des phrases, d'analyser le niveau de complexité des phrases et le niveau de précision grammaticale des verbes. Puisque l'analyse globale de la structure syntaxique a révélé une amélioration significative pour la classe expérimentale, le but de l'analyse détaillée était de mieux comprendre la composition des phrases produites à l'oral et de comparer les forces et les

besoins langagiers des participants. Le manque de corrélation entre les résultats des analyses globales et détaillées pourrait être dû aux différences entre les deux méthodes d'évaluation utilisées. La première évaluation de la structure syntaxique, je le rappelle, portait sur une vue d'ensemble de l'emploi de structures de phrase, selon une échelle de 1 à 4. Cette deuxième évaluation cependant, quantifiait le nombre de phrases simples, combinées et complexes ainsi que le nombre de verbes conjugués et accordés à l'intérieur de ces phrases. De plus, l'autocorrection des erreurs de syntaxes n'a pas été prise en considération lors de l'analyse détaillée, comme cela a été le cas pour l'évaluation globale de l'oral.

Limites de recherche

Les deux enseignants ont indiqué qu'ils se comparaient l'un à l'autre et en particulier, l'enseignant de la classe expérimentale ressentait une pression de se rattraper en matière de contenu mathématique. Après quelques semaines, ce même enseignant de la classe expérimentale a diminué l'utilisation des stratégies selon l'approche littératiée pour regagner du temps étant donné l'ampleur des exigences académiques des programmes d'études. Tel que décrit précédemment, il serait important d'augmenter la durée de l'intervention dans les prochaines études afin de vérifier l'effet de l'approche littératiée sur les concepts mathématiques et la communication orale. Par exemple, puisque le module de géométrie est un des plus complexes, la période d'intervention devrait durer au minimum 1500 minutes, pendant six semaines pour vraisemblablement viser une augmentation des concepts mathématiques et les structures de phrases. La recherche de Laplante (2000) devrait servir de modèle méthodologique et les recommandations du temps d'enseignement du programme d'études de mathématiques du Manitoba devraient aussi servir comme lignes directrices. Le réinvestissement des mots mathématiques et des structures visées dans les autres matières scolaires, telles que les arts

langagiers et les sciences par exemple, pourrait être une façon de maximiser l'apprentissage. Selon Beck et coll. (2013), Lapkin et Swain (1996) et Monroe et Panchyshyn (1995), l'exposition et l'utilisation répétée du vocabulaire et d'expressions dans divers contextes augmentent les chances de rétention des éléments langagiers et conceptuels en L1 et en L2.

De plus, deux différents enseignants ont participé à l'étude, un dans la classe expérimentale et l'autre dans la classe contrôle. Les limitations au niveau de la méthodologie témoignent l'importance d'utiliser un seul enseignant pour les deux groupes d'élèves. Bien que l'étude s'intéressait à l'effet de l'approche littératiée, il est possible que les différents styles d'enseignement et de pratiques pédagogiques dans la classe de mathématiques et les autres matières aient affecté l'apprentissage des participants. Cette limite fût aussi identifiée par Berteau, (2015) qui a complété une étude quantitative quasi expérimentale afin de comparer l'influence du rythme d'enseignement sur la mémorisation d'une banque lexicale entre des classes du primaire en IF et en français de base. Selon Berteau (2015), les différents styles des enseignants auraient possiblement eu un impact sur la motivation d'apprentissage des élèves et sur l'utilisation du vocabulaire. Dans le cas de la présente étude, il est possible que les enseignants se soient influencés au niveau de l'utilisation des matériaux pédagogiques (p. ex. les cartes de vocabulaire et les expressions affichées dans la salle de classe) puisqu'ils échangeaient et collaboraient régulièrement. De plus, l'enseignant de la classe contrôle a inévitablement enseigné plusieurs des mots de mathématiques visés étant donné que ceux-ci étaient inclus dans le manuel scolaire. Tel que décrit par Bauman et Graves (2010), « Il est naturel pour les enseignants de mathématiques d'enseigner la signification de la terminologie au fur et à mesure qu'elle apparait dans les leçons » (traduction libre, p.10).

Pistes de recherches futures

Pour les prochaines études, il serait préférable d'adopter le modèle méthodologique de Cormier et Turnbull (2009) où le même enseignant enseigne aux deux groupes (l'approche littératiée utilisée dans la classe expérimentale seulement) afin de mieux contrôler les variables pédagogiques. J'ai aussi appris que je devrais limiter le montant de données recueillies et axer mes questions de recherche plus spécifiquement au début du processus de l'expérimentation. Au fur et à mesure que je progressais dans ce projet, j'ai établi de nombreuses sous-questions et l'analyse et l'interprétation des résultats est donc un défi. Je crois qu'il aurait été plus efficace de me concentrer sur l'analyse d'un seul aspect de la précision langagière avant de commencer la période d'intervention et de me limiter à une seule méthode d'analyse de données, étant donné mon manque d'expérience. Il est clair que le processus d'analyse élaborée de la structure syntaxique surpasse la routine évaluative d'un enseignant puisqu'il serait impossible d'évaluer chaque élève de cette façon, faute de temps et de ressources humaines. Toutefois, je crois que le nombre important d'analyses au niveau des concepts mathématiques et de la communication orale de cette recherche empirique met en évidence le portrait linguistique des apprenants en FL2 et nous aide à mieux comprendre la complexité des dimensions linguistiques et conceptuelles de l'apprentissage des mathématiques dans le programme d'IF. C'est sous cet esprit que j'établirai des liens entre les résultats de la recherche et la pédagogie immersive dans la prochaine section.

Retombées pédagogiques

L'ensemble des recherches suggèrent que le rôle de l'enseignant de mathématiques en L2 est de supporter les apprenants dans le processus communicatif mathématique (Barwell, 2005; Berger, 2015; Culligan et coll., 2015; Kristmanson et coll., 2015; Le Bouthiller et Bourgoin, 2016; Liu, 2015; Moschkovich, 2012). Selon la vision renouvelée du programme d'IF au

Manitoba (Ministère de l'Éducation du Manitoba, 2007), les enseignants dans un contexte L2 doivent enseigner le contenu (p. ex. vocabulaire technique, sous-technique et usuel) et la langue (p. ex. structure de phrase) de façon simultanée, dans toutes les matières y inclus les mathématiques. Certains enseignants au Manitoba, dans un milieu FL2, reçoivent une brève formation initiale à propos de l'approche intégrée durant leur formation universitaire. Cependant, il est important de continuer de supporter le développement professionnel des enseignants en immersion en offrant, par exemple, des sessions pédagogiques, mais aussi une formation continue, car l'approche littératiée en L2 est hautement spécialisée (Cammarata et Tedick, 2012; Lyster, 2007, 2016; Lyster et de Zarobe, 2018). Selon Fortune, Tedick et Walker (2008), les enseignants en IF ont besoin de mieux comprendre comment explicitement intégrer la langue à travers les disciplines scolaires. Dans la prochaine section, j'évoque quelques pistes quant à la formation et aux ressources nécessaires à la mise en pratique et la durabilité de l'approche littératiée en mathématiques.

L'approche littératiée de cette étude mettait l'emphase autant sur le développement de la langue immersive que sur la construction conceptuelle en géométrie. L'enseignant de la classe expérimentale faisant partie de cette étude avait donc une tâche très complexe puisqu'étant conscient des besoins de ses élèves, il devait se soucier de l'acquisition du langage académique (Vukovic et Lesaux, 2013). Maintes recherches constatent la complexité de mettre en pratique l'enseignement simultané de la langue et du contenu mathématique en L2 (p. ex. Adler, 1999; Barwell, 2015; Castelli, 2013; Moschkovich, 2012). Bien que l'enseignant du groupe expérimental avait reçu une formation pédagogique initiale sur l'utilisation de l'approche littératiée, c'est la concrétisation d'une telle approche dans le contexte spécifique des mathématiques, sur le terrain, qui lui a permis une plus grande opportunité d'apprentissage en

appliquant ses connaissances. Grâce à la mise en pratique de stratégies d'enseignement favorisant la précision langagière en IF dans la classe de mathématiques et à notre travail collaboratif, l'enseignant est dorénavant mieux équipé pour soutenir le développement académique et langagier de ses élèves. Apprendre à utiliser l'approche littératiée de façon quotidienne doit donc devenir pratique courante dans le système scolaire afin de supporter le cheminement professionnel continu de tous les enseignants de mathématiques en FL2.

L'approche littératiée de cette étude était strictement proactive. Pendant l'enseignement explicite, les élèves étaient encouragés d'utiliser certaines structures de phrases lors des discussions orales et du travail écrit, après la modélisation de l'enseignant. Selon Lyster (2007, 2016), en plus d'enseigner les éléments langagiers à travers le contenu, l'enseignant en IF devrait aussi offrir de la rétroaction sur la forme de la langue tout au long du processus d'apprentissage afin d'amener les élèves à faire des liens explicites entre les erreurs et leur bonne formulation (Lyster, 2016). Malgré qu'on ne veut pas qu'il y ait plus d'emphase sur le développement langagier que sur le développement conceptuel dans la classe de mathématiques (Moshchovish, 2010), il serait intéressant de voir si la rétroaction corrective par rapport aux structures syntaxiques aurait eu un effet sur les résultats, sujet pertinent pour les futures recherches.

Même si la présence de l'anglais n'était pas le point focal de ce projet de recherche, les données recueillies quant à la nature des mots anglais utilisés présentent un aspect important du comportement linguistique des apprenants en FL2 et supportent l'idée qu'on ne peut pas ignorer la place de la L1 dans la classe de mathématiques en immersion (Culligan, 2017; Tang, 2008). Les résultats de cette étude ont démontré que l'approche littératiée n'a non seulement eu aucun effet significatif sur l'utilisation de l'anglais, mais aussi, que la plupart des élèves ont utilisé plus de mots anglais au T2, surtout ceux de la classe contrôle. Bien qu'il s'agit souvent d'une

pratique taboue en IF au Canada (Culligan, 2017), il s'avère nécessaire de conscientiser les enseignants et les élèves de l'emploi stratégique de l'anglais comme outil cognitif (Moore, 2002; Tang, 2008). Il n'y a présentement aucune étude qui porte sur la nature des mots anglais utilisés en situation de communication mathématique en FL2 alors il serait intéressant de poursuivre les recherches dans ce domaine dans le futur.

Les divisions scolaires et les directions d'école devraient supporter et faciliter la collaboration entre enseignants de mathématiques dans le but de planifier des situations d'apprentissage littératiées. Examiner des exemples concrets de productions en mathématiques tels que complétés dans cette étude permettrait de planifier selon les besoins langagiers et académiques spécifiques des élèves et de réfléchir sur leurs pratiques pédagogiques. Tel que démontré par Cammarata et Haley (2015), les communautés d'apprentissage peuvent avoir des répercussions positives sur les habiletés des enseignants à intégrer la langue et le contenu académique dans leurs classes d'IF.

De plus, sachant que « les élèves âgés de 12-13 ans doivent avoir un niveau minimum de compétence linguistique correspondant au niveau B1 du CECR dans tous les savoir-faire pour réussir en mathématiques » (Moe, Härmälä, Kristmanson, Pascoal et Ramoniené, 2016, p. 9), les programmes d'études de mathématiques devraient mettre en évidence le langage communicatif nécessaire à l'acquisition des connaissances et les habiletés mathématiques en IF. Plusieurs enseignants consacrent énormément de temps à cibler les éléments langagiers tels que le vocabulaire et les structures de phrases dans toutes les matières. À cet effet, le ministère de l'Éducation du Manitoba est présentement en train de créer des cartes de routes des apprentissages mathématiques par niveaux scolaires qui comprennent des exemples de conversations mathématiques ainsi qu'une « liste partielle du vocabulaire de mathématiques

auquel l'élève doit être exposé » pour chaque domaine (ministre de l'Éducation et de la Formation du Manitoba, n d.). Cette ressource est un excellent point de départ pour cibler des objectifs langagiers à travers le contenu mathématique.

De façon générale, le manque de ressources pédagogiques spécifiques aux matières scolaires dans le contexte de l'immersion représente un des défis majeurs pour les professionnels de l'immersion (ACPI, 2018). Ce besoin criant est certainement une réalité dans le contexte des mathématiques en IF. J'encourage donc les maisons d'édition à créer du matériel pédagogique, autant pour les élèves que les enseignants, qui met en valeur le développement de la langue française à travers différents contextes et qui portent spécifiquement sur l'intégration de la langue et du contenu mathématique en FL2.

Conclusions

Cette étude fait écho aux recommandations de recherches précédentes datant de plus de 40 ans qui suggèrent l'importance de considérer comment les apprenants d'une L2 communiquent en contexte académique (Allen et col, 1990; Cormier et Turnbull, 2009; Cummins, 2000a, 2014; Genessee, 1994; Lyster, 2004, 2007, 2016; Swain, 1996). L'intention principale de ce projet de recherche était donc d'explorer la relation entre l'approche littératiée, explicitement axée sur le vocabulaire et les structures langagières, et le développement des connaissances et de la compréhension mathématique ainsi que sur la précision langagière en communication orale en IF. Les participants de cette étude ont démontré un cheminement au niveau de l'acquisition de certains concepts de la géométrie et de la structure syntaxique, cependant une intervention plus directe, intensive et de plus longue durée serait nécessaire pour développer davantage le raisonnement mathématique et les habiletés de communication orale. Malgré le petit échantillon de participants, la réalité de ces apprenants en IF est que ceux-ci

avaient des besoins langagiers et académiques évidents, et que pour s'adapter, ils ont eu recours à différents modes de communication afin de transmettre leurs connaissances et leur compréhension mathématique, que ce soit les gestes, les expressions faciales, les représentations imagées, l'utilisation du concret et le recours à leur L1.

Le fruit de cette recherche renforce l'idée que la classe de mathématiques peut être un contexte authentique privilégié pour développer les compétences communicatives en FL2, mais plus de recherches sont nécessaires afin d'explorer le rôle complexe du langage oral dans l'apprentissage des concepts mathématiques en IF au Canada. D'autant plus, une approche littératiée basée sur l'approche socioconstructiviste de Vygotsky peut bénéficier tous les élèves qui apprennent le français comme langue additionnelle, d'un point de vue à la fois académique et langagier, mais la mise en pratique de cet « échafaudage linguistique en mathématiques » n'est pas évidente pour ceux et celles qui sont sur le terrain éducatif (Moe et coll., 2016. p. 58).

Ainsi, plus de recherches examinant le rôle de l'enseignant comme facilitateur de la pensée mathématique en FL2 bénéficieraient grandement l'évolution des pratiques pédagogiques spécifiques au contexte de l'immersion française au Canada.

Références

- Adler, J. (1998). A language of teaching dilemmas: Unlocking the complex multilingual secondary mathematics classroom. *For the learning of mathematics*, 18(1), 24-33.
- Adler, J. (1999). The dilemma of transparency: Seeing and seeing through talk in the mathematics classroom. *Journal for research in Mathematics Education*, *30*(1), 47-64.
- Adler, J. B. (2002). *Teaching mathematics in multilingual classrooms* (vol. 26), Netherlands: Springer.
- Allen, P., Swain, M., Harley, B. et Cummins, J. (1990). Aspects of classroom treatment: Toward a more comprehensive view of second language education. Dans Allen, P. (1990). *The development of second language proficiency* (p. 57-81). Cambridge: Cambridge University Press.
- Amodeo, G. (2000). Scoring oral communicative competence in second-language classrooms. (Mémoire de maîtrise). Université Queen, Kingston, ON. Repéré à http://www.nlc-bnc.ca/obj/s4/f2/dsk1/tape3/PQDD 0019/MQ52872.pdf
- Arias de Sanchez, G., Gabriel, M., Anderson, A., et Turnbull, M. (2018). Code-switching explorations in teaching early number sense. *Education Sciences*, 8(1), 38.
- Association canadienne des professionnels de (ACPI). (2018). Rapport final : Consultation pancanadienne. *Le journal de l'immersion*, 40(2).
- Ballinger, S., Lyster, R., Sterzuk, A. et Genesee, F. (2017). Context-appropriate crosslinguistic pedagogy. *Journal of Immersion and Content-Based Language Education*, *5*(1), 30-57.
- Barwell, R. (2005). Integrating language and content: Issues from the mathematics classroom. *Linguistics and education*, 16(2), 205-218.
- Barwell, R. (2007). Semiotic resources for doing and learning mathematics. For the Learning of Mathematics, 27(1), 31-32.
- Barwell, R. (2008). Discourse, mathematics and mathematics education. *Encyclopedia of language and education*, *3*(2), 317-328.
- Barwell, R. (2009). Mathematical word problems and bilingual learners in England. Dans Barwell, R. (2009). *Mathematics in multilingual classrooms: Global perspectives* (p. 63–77). Bristol, UK: Multilingual Matters.
- Barwell, R. (2015). Tensions in teaching mathematics through a second language. Language Issues: The ESOL Journal, 26(1), 52-54.
- Baumann, J. F., et Graves, M. F. (2010). What is academic vocabulary? *Journal of Adolescent & Adult Literacy*, 54(1), 4-12.

- Beck, I. L., McKeown, M. G. et Kucan, L. (2013). *Bringing words to life: Robust vocabulary instruction* (2nd Ed.). New York: Guilford Press.
- Benamar, R. (2014). La langue maternelle, une stratégie pour enseigner/apprendre la langue étrangère. *Multilinguales*, *3*, 139-158.
- Benoit, D. (2015, octobre). L'enseignement des mathématiques à des élèves apprenant la langue de scolarisation et une proposition méthodologique pour l'étudier. Communication présentée au colloque espace mathématique francophone (efm) 2015, à Alger, DZ. Repéré à http://emf.unige.ch/files/5614/6410/3182/EMF2015GT8BENOIT.pdf
- Berger, A. (2015). Conceptualizing the interaction between language and mathematics: An Integrated Language and Mathematics Model (ILMM) of word problem solving processes in English as a foreign language. *Journal of Immersion and Content-Based Education*, *3*(2), 285-313.
- Berteau, K. (2015). L'influence du rythme d'enseignement en salle de classe sur la mémorisation du vocabulaire chez les élèves en immersion française et en français de base. (Mémoire de maîtrise, Université du Québec, Montréal, QC). Repéré à https://archipel.uqam.ca/7596/1/M13774.pdf
- Biemiller, A. (2001). Teaching vocabulary: Early, direct, sequential. *The American Educator*, 25(1), 24-28.
- Bournot-Trites, M. et Reeder, K. (2001). Interdependence revisited: Mathematics achievement in an intensified French immersion program. *Canadian Modern Language Review*, 58(1), 27-43.
- Bruce, C. (2007). Student interaction in the math classroom: Stealing ideas or building understanding: What works? Research into Practice, Monograph# 1. *Toronto: The Literacy and Numeracy Secretariat, Ontario Ministry of Education*.
- Brumfit, C. (1984). *Communicative methodology in language teaching: The roles of fluency and accuracy* (vol. 129). Cambridge: Cambridge University Press.
- Cavanagh, M., et Cammarata, L. (2015). Enseigner en immersion française et en milieu francophone minoritaire canadien: synthèse des connaissances sur les défis et leurs implications pour la formation des enseignants. Rapport soumis au Conseil de recherches en sciences humaines (CRSH). Repéré à https://cloudfront.ualberta.ca/media/csj/aboutus/publications/professeurs/cavanaghcammaratacrshj2015.pdf

- Cammarata L. et Hailey, C. (2016, octobre). *Professional Development and French Immersion:*The Case of the WILDACT Project. Communication présentée au congrès de CARLA,
 Minneapolis, MN. Résumé repéré à

 https://carla.umn.edu/conferences/immersion2016/schedule_detail.html?ps-uid=25711&ps-v=540-9230
- Cammarata, L. et Hailey, C. (2018). Integrated content, language, and literacy instruction in a Canadian French immersion context: a professional development journey. *International Journal of Bilingual Education and Bilingualism*, 21(3), 332-348.
- Cammarata, L. et Tedick, D.J. (2012). Balancing content and language in instruction: the experience of immersion teachers. *The modern language journal*, 96(2), 251-269.
- Castelli, E. (2013). Mise en oeuvre d'activités langagières pour favoriser l'apprentissage des mathématiques chez des élèves de langue étrangère au Guatemala : un projet de recherche-action. (Mémoire de maîtrise. Université de St-Boniface, MB). Repéré à https://mspace.lib.umanitoba.ca/bitstream/handle/1993/22232/castelli_elizabeth.pdf?sequence=1
- CBC News (2017, 23 janvier). French Immersion changes in Kindergarten to Grade 3 passed by OCDSB. Repéré à https://www.cbc.ca/news/canada/ottawa/french-immersion-changes-passed-1.3441537
- Chambers, F. (1997). What do we mean by fluency? *System*, 25(4), 535-544.
- Cobb, P., Wood, T et Yackel, E. (1993). *Discourse, mathematical thinking, and classroom practice* dans Forman, E., Minick N. et Stone, C.A. *Context for learning: Sociocultural dynamics in children's development.* New York: Oxford University Press, p. 91-119.
- Cook, T. D. et Campbell, D. T. (1979). The design and conduct of true experiments and quasi-experiments in field settings. Dans Mowday, R. et Steers, R. (1979). *Research in Organizations: Issues and Controversies*. Santa Monica: Goodyear Publishing Company.
- Commissariat aux langues officielles. (2018, 13 septembre). Infographie : Le fait français au Manitoba. Repéré à https://www.clo-ocol.gc.ca/fr/statistiques/infographiques/presence-française-manitoba
- Conseil des ministres de l'Éducation du Canada (2016). À la hauteur : Résultats canadiens de l'étude PISA de l'OCDE. Le rendement des jeunes du Canada en sciences, en lecture et en mathématiques. Repéré à http://www.cmec.ca/Publications/Lists/Publications/Attachments/365/PISA2015-CdnReport-FR.pdf
- Conseil des ministres de l'Éducation du Canada (2018). Programme pancanadien d'évaluation PPCE 2016. Rapport de l'évaluation pancanadienne en lecture, en mathématiques et en

- sciences. Repéré à https://www.cmec.ca/Publications/Lists/Publications/Attachments/381/PCAP-2016-Public-Report-FR.pdf
- Cormier, M. et Turnbull, M. (2009). Une approche littératiée: apprendre les sciences et la langue en immersion tardive. *Canadian modern language review*, 65(5), 817-840.
- Creswell, J. W. (2009). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (3nd Ed.). Los Angeles: University of Nebraska-Lincoln.
- Culligan, K. (2010). Pente or slope? Using student voices to explore program choice and experiences in secondary French immersion mathematics. *The Canadian Modern Language Review*, 66(3), 421-444.
- Culligan, K. (2015). Exploring language in bilingual and multilingual mathematics classrooms. *Antistasis*, *5*(2), 1-9.
- Culligan, K. (2017). An exploration of high school French immersion students' communication during collaborative mathematics problem-solving tasks. (Thèse de doctorat, Université du Nouveau-Brunswick). Repéré à https://unbscholar.lib.unb.ca/islandora/object/unbscholar%3A9120/datastream/PDF/view
- Culligan, K., Dicks, J., Kristmanson, P. et Roy, A. (2014, avril). *Collaborative problem solving in French immersion mathematics*. Communication présentée au congrès international de l'éducation, Dublin, Irelande, 291-295. Repéré à https://www.researchgate.net/profile/Josee_Lebouthillier/publication/296704598_Talking_about_Mathematics_Linguistic-Repertoires-of-French_Immersion-Students.pdf
- Cummins, J. (2000a). Immersion education for the millennium: What we have learned from 30 years of research on second language immersion. Ontario Institute for Studies in Education of the University of Toronto. Repéré à http://iteachilearn.com/cummins/immersion2000.html
- Cummins, J. (2000b). *Language, power and pedagogy: Bilingual children in the crossfire*. Clevedon: Multilingual Matters.
- Cummins, J. (2014). Bilingualism Language Proficiency, and Metalinguistic Development. *Childhood bilingualism*, 71-88.
- Dale, T. C. et Cuevas, G. J. (1992). Integrating mathematics and language learning. *The multicultural classroom: Readings for content-area teachers*, 330-348.

- Day, E. M. et Shapson, S. M. (1991). Integrating formal and functional approaches to language teaching in French immersion: An experimental study. *Language Learning*, *41*(1), 25-58.
- de Garcia, L. A. (2013). How to get students talking! Generating math talk that supports math learning. Repéré à http://mathsolutions.com/documents/how_to_get_students_talking.pdf
- De l'Europe, C. (2001). Cadre européen commun de référence pour les langues: apprendre, enseigner, évaluer (CECR). Paris: Didier.
- de l'Ouest, P. du Nord canadiens de collaboration concernant l'éducation (PONC, 2006). Cadre commun des programmes d'études de mathématiques M-9. Protocole de l'Ouest et du Nord canadiens. Western and Northern Canadian Protocol for Collaboration in Basic Education (Kindergarten to Grade 12). Repéré à http://www5.sd71.bc.ca/math/uploads/secondary/CCF_K_to_9.pdf
- Dicks, J., Roy A. et Lafragne C. (2016). Référentiel des compétences à l'écrit en immersion française. [En collaboration avec l'Association canadienne des professionnels de l'immersion (ACPI).] Repéré à https://www.acpi.ca/documents/refrentielecrit.pdf
- Diller, D., Beauregard, M. et Saint-Onge, R. (2012). Les centres de mathématiques pour les élèves de 5 à 8 ans: Une démarche d'enseignement pour susciter l'engagement et l'autonomie des élèves. Montréal: Chenelière Éducation.
- Division scolaire Rivière Seine (2016). Assessing French speaking skills. *Report to the community Via the Seine*. Repéré à https://www.srsd.ca/About/VIA/Documents/June%202016.pdf
- Dolk, M. et Twomey, F. (2006). *Sharing submarine sandwiches, Grade 5-8: A context for fractions*. Portsmouth, NH: Heinemann.
- Ellis, R. (2009). The differential effects of three types of task planning on the fluency, complexity, and accuracy in L2 oral production. *Applied linguistics*, *30*(4), 474-509.
- Elliott, P. C. et Kenney, M. J. (1996). *Communication in Mathematics, K-12 and Beyond. 1996 Yearbook.* Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Fortune, T. W., Tedick, D. J. et Walker, C. L. (2008). Integrated language and content teaching: Insights from the immersion classroom. Dans Fortune, T.W., et Tedick, D.J. (Eds.). (2008). *Pathways to multilingualism: Evolving perspectives on immersion education* (vol. 66, p.71-96). Cleveland: Multilingual Matters, Ltd.
- Gauthier, C., Bissonnette, S. et Richard, M. (2007). L'enseignement explicite. Repéré à https://r-libre.teluq.ca/1598/7/gauthier2007c.pdf

- Gauthier, C., Bissonnette, S., Richard, M. et Castonguay, M. (2013). *Enseignement explicite et réussite des élèves : la gestion des apprentissages*. Montréal: Pearson.
- Genesee, F. (1994). Integrating language and content: Lessons from immersion. Repéré de https://escholarship.org/uc/item/61c8k7kh
- Germain, C. et Netten, J. (2001). La précision et l'aisance en langue seconde ou étrangère. *Synergies Corée*, 1, 78-97.
- Germain, C. et Netten, J. (2002, décembre). La précision et l'aisance en FLE/FL2 : définitions, types implications pédagogiques. Communication présentée au colloque international *La didactique des langues face aux cultures linguistiques et éducatives*, Paris. Repéré à http://www.mmecarr.ca/ICF/Paris_Precision-aisance.pdf
- Germain, C. et Netten, J. (2006). Stratégies d'enseignement de la communication à l'oral en L2. *Le français intensif : Guide pédagogique interprovincial*, 21-38. Repéré à http://www.mmecarr.ca/ICF/ICF_PDFs/IFstrategies.pdf
- Germain, C. et Netten, J. (2007). Transdisciplinarité français langue étrangère et français langue seconde : les fondements du français intensif. Écarts de langue, écarts de culture À l'école de l'Autre, 103-112.
- Gifford, M., et Gore, S. (2008). The effects of focused academic vocabulary instruction on underperforming math students. Alexandria, VA: ASCD Report.
- Graves, M. F. (2016). *The vocabulary book: Learning & instruction* (2nd Ed.). New York: Teachers College Press.
- Gifford, M., et Gore, S. (2008). The effects of focused academic vocabulary instruction on underperforming math students. Alexandria, VA: ASCD.
- Golafshani, N. (2013). Teachers' Beliefs and Teaching Mathematics with Manipulatives. *Canadian Journal of Education*, *36*(3), 137-159
- Halsall, N. D. (1989). *Immersion/Regular Program Study: Research and development*. Nepean, ON: Carleton Board of Education.
- Harley, B. (2013). *La langue en jeu dans les classes communicatives de français langue seconde. Fascicule 2: Le vocabulaire*. (p. 17-48). Repéré à https://www.caslt.org/files/pd/resources/other-langue-en-jeu.pdf#page=10
- Harmon, J. M., Wood, K. D. et Hedrick, W. B. (2006). *Instructional Strategies for Teaching Content Vocabulary: Grades 4-12*. Nemark: International Reading Association.

- Hart, H. (2010). *Mathematics Vocabulary and English Learners: A Study of Students' Mathematical Thinking*. (Mémoire de maîtrise, Brigham Young University, Utah).
 Repéré à http://scholarsarchive.byu.edu/etd/2573/
- Hull, T.H., Balka, D.S. et Miles, R.H. (2011). *Visible thinking in the K-8 mathematics classroom*. Thousand Oaks, CA: Corwin; NCTM.
- IBM Corp. (2016). IBM SPSS Statistics for Windows, Version 24.0. Armonk, NY: IBM Corp.
- Jackson, M. B. et Phillips, E. R. (1983). Vocabulary instruction in ratio and proportion for seventh graders. *Journal for Research in Mathematics Education*, 337-343.
- Janzen, J. (2008). Teaching English language learners in the content areas. *Review of Educational research*, 78(4), 1010-1038.
- Jean, G. et Simard, D. (2011). Grammar teaching and learning in L2: necessary, but boring? *Foreign language annals*, 44(3), 467-494.
- Karsenti, T. et Collin, S. (2007). *Référentiel de compétences orales pour les élèves apprenant le français*. [En collaboration avec l'Association canadienne des professionnels de l'immersion (ACPI)]. Repéré à https://www.acpi.ca/documents/outils/ref-orale/referentiel.pdf
- Khisty, L. L. (1993). A naturalistic look at language factors in mathematics teaching in bilingual classrooms. Dans Statzner, E. L. (1996). *Proceedings of the third National Research Symposium on Limited English Proficient Student Issues: Focus on Middle and High School Issues*. Washington, DC: UD Department of Education, Office of Bilingual and Minority Language Affairs.
- King, A. (1994). Guiding knowledge construction in the classroom: Effects of teaching children how to question and how to explain. *American educational research journal*, 31(2), 338-368.
- Kotsopoulos, D. (2007). It's like hearing a foreign language. *Mathematics teacher*, 101(4), 301-305.
- Kranda, J. (2008). *Precise mathematical language: Exploring the relationship between student vocabulary understanding and student achievement.* (Mémoire de maîtrise, Université de Nebraska-Lincoln). Repéré à http://blogs.gssd.ca/smuir/wp-content/uploads/2012/10/KrandaJ.pdf
- Krashen, S. D. (1985). *The input hypothesis: Issues and implications* (6th Ed.). London, UK: Longman.

- Kristmanson P., Le Boutiller J., Dicks J. et Bourgoin R. (2015). Talking about mathematics: Linguistic Repertoire of French Immersion Students. Ireland International Conference on Education, 92-95. Repéré à https://www.researchgate.net/profile/Josee_Lebouthillier/publication/296704598_Talking_about_Mathematics_Linguistic-Repertoires-of-French-Immersion-Students.pdf
- Labrosse, P. (2013). Conception, mise à l'essai et validation d'une famille de situations relative au développement et à l'évaluation de la compétence à communiquer en mathématiques destinée à des élèves du premier cycle du secondaire. (Thèse de doctorat, Université de Montréal, Québec). Repéré à http://196.1.95.56/EMF2009/Groupes%20de%20travail/GT4/Labrosse.pdf
- Lampert, M. (1990). When the problem is not the question and the solution is not the answer: Mathematical knowing and teaching. *American educational research journal*, 27(1), 29-63.
- Lampert, M., Rittenhouse, P. et Crumbaugh, C. (1998). Agreeing to disagree: Developing sociable mathematical discourse. *The handbook of education and human development: New models of learning, teaching, and schooling.* 701-732.
- Lapkin, S. et Swain, M. (1996). Vocabulary teaching in a grade 8 French immersion classroom: A descriptive case study. *Canadian Modern Language Review*, *53*(1), 242-256.
- Lapkin, S., Hart, D. et Turnbull, M. (2003). Grade 6 French immersion students' performance on large-scale reading, writing, and mathematics tests: Building explanations. *Alberta Journal of Educational Research*, 49(1), 6-23.
- Lapkin, S., Swain, M. et Shapson, S. (1990). French immersion research agenda for the 90s. *The Canadian Modern Language Review*, 46(4), 638-674.
- Laplante, B. (1993). Stratégies pedagogiques et enseignement des sciences en immersion française: le cas d'une enseignante (Pedagogical Strategies and Science Instruction in French Immersion: The Case of a Teacher). *Canadian Modern Language Review*, 49(3), 567-88.
- Laplante, B. (2000). Apprendre en sciences, c'est apprendre à « parler sciences »: Des élèves de l'immersion nous parlent des réactions chimiques. *Canadian modern language review*, *57*(2), 245-271.
- Larson, C. (2007). *The importance of vocabulary instruction in everyday mathematics*. (Mémoire de maîtrise, Université de Nebraska-Lincoln, NE). Repéré de https://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1033&context=mathmidactionresearch

- Latu, V. (2005). Language factors that affect mathematics teaching and learning of Pasifika students. Dans *Building connections: Research, theory and practice* (*Proceedings of the 28th annual conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia*, (Vol. 2, p. 483-490). Sydney: Mathematics Education Research Group of Australasia (MERGA).
- Laufer, B. (2005). Instructed second language vocabulary learning: The fault in the default hypothesis. Dans Housen, A. et Pierrard, M. (Eds.). (2005). *Investigations in Instructed Second Language Acquisition*. (vol. 25, p. 286-3030). Amsterdam: Walter de Gruyter
- Le Bouthiller, J. et Bourgoin, R. (2016). Repenser l'enseignement des mathématiques en immersion. *Le journal de l'immersion*, 38(2), 31-36
- Lefrançois, P., Montésinos-Gelet, I. et Anctil, D. (2016). La conception de la phrase chez les enseignants et les élèves québécois du primaire. *Revue de linguistique et de didactique des langues*, *Immersion*, 54, 75-91. Repéré à http://journals.openedition.org/lidil/4056
- Lewis, F. et Edwards H.P. (1984). Mathematics achievement: Effects of language of instruction and teachers' use of new curriculum materials. *Canadian Journal of Behavioural Science* 16(2), 120-129
- Liu, K. K. (2015). The influence of the math classroom context on students' academic English production. *Journal of Immersion and Content-Based Education*, 3(1), 127-147.
- Lyster, R. (1987). Speaking immersion. *Canadian Modern Language Review*, 43(4), 697-713.
- Lyster, R. (2004). Research on form-focused instruction in immersion classrooms: Implications for theory and practice. *Journal of French language studies*, *14*(3), 321-341.
- Lyster, R. (2007). Learning and teaching languages through content: A counterbalanced approach. Amsterdam: John Benjamins.
- Lyster, R. (2016). *Vers une approche intégrée en immersion*. [En collaboration avec l'Association canadienne des professionnels de l'immersion (ACPI)]. Montréal, QC: Les éditions CEC.
- Lyster, R. et de Zarobe, Y. R. (2018). Introduction: instructional practices and teacher development in CLIL and immersion school settings. *International Journal of Bilingual Education and Bilingualism*, 21(3), 273-274.
- MacWhinney, B. (2000). *The CHILDES Project: Tools for Analyzing Talk* (3rd Ed.). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates

- Mandin, L. (2010). Portfolio langagier: Les finissants des programmes d'immersion se révèlent. *Canadian Journal of Applied Linguistics/Revue canadienne de linguistique appliquée*, *13*(1).Repéré à https://journals.lib.unb.ca/index.php/CJAL/article/view/19932
- Marzano, R. J. et Pickering, D. J. (2005). Building academic vocabulary: Teacher's manual. Alexandria, ASCD.
- Manitoba Education and Advanced Learning. (2016). *French Language Education Review 2013-2013*. Repéré à https://www.edu.gov.mb.ca/k12/docs/reports/imm_profile/imm_profile.pdf
- Manitoba. Éducation et formation. (n.d.). Évaluation. Résultats provinciaux des élèves de 7^e et 8^e année. Repéré de https://www.edu.gov.mb.ca/m12/eval/resultats/resultat_7-8_acc.html
- Manitoba. Éducation et formation (n.d.). Programmes d'études. Programme d'immersion française. Répartition du temps suggérée pour le programme de la 1^e à la 8^e année. Repéré à https://www.edu.gov.mb.ca/m12/progetu/prog-imm-fr.html
- Manitoba. Ministère de l'Éducation. (n.d.). Profils de rendement scolaire en mathématiques du bulletin scolaire du Manitoba, 1º à la 8º année. Catégorie de matière-Connaissances et compréhension. Repéré à https://www.edu.gov.mb.ca/m12/eval/bulletin_scolaire/notation/docs/math_conn_comp.pdf
- Manitoba. Ministère de l'Éducation (2010). La communication orale au quotidien en immersion française. Repéré à http://www.edu.gov.mb.ca/m12/eval/coq/index.html
- Manitoba. Ministère de l'Éducation (2013a). Ensemble multimédia ; Interagir avec aisance et précision à l'oral. Grille d'appréciation de la 3^e à la 12^e année. Repéré à http://www.edu.gov.mb.ca/m12/eval/multimedia/
- Manitoba. Ministère de l'Éducation (2013b). *Mathématiques. Programme d'immersion* française. Programme d'études: Cadre des résultats d'apprentissage. Maternelle à 8^e année. Repéré à https://www.edu.gov.mb.ca/m12/frpub/ped/ma/cadre_m-8 imm/index.html
- Manitoba. Ministère de l'Éducation (2014). Division du bureau de l'éducation française. Fondements pour apprendre et parler une autre langue. Le programme d'immersion française. Repéré à http://www.edu.gov.mb.ca/m12/frpub/me/fondements/index.html
- Manitoba. Ministère de l'Éducation (2016a). *Cadre curriculaire français-Maternelle à la 12^e année. Programme d'immersion française*. Repéré àhttps://www.edu.gov.mb.ca/m12/frpub/ped/f12/cadre_m-12/docs/document_complet.pdf

- Manitoba. Ministère de l'Éducation (2016b). La langue au cœur du programme d'immersion française. Une approche intégrée dans la pédagogie immersive. Repéré à http://www.edu.gov.mb.ca/m12/frpub/me/langue_coeur/index.html
- Manitoba. Ministère de l'Éducation (2017). *Le programme d'immersion française au Manitoba*. Une vision renouvelée-2017. Repéré à https://www.edu.gov.mb.ca/m12/frpub/ped/fl2/vision/docs/vision_renouvelee.pdf
- Manitoba. Ministère de l'Éducation (2019). Commission sur l'éducation de la maternelle à la 12^e année du Manitoba. Revue du système scolaire du Manitoba. Repéré à https://www.edu.gov.mb.ca/revueeducation/docs/resume.pdf
- Manitoba. Ministre de l'Éducation et de la Formation. À paraître. Les cartes de route des apprentissages mathématiques, M à 6^e année. Document non publié.
- Manitoba Rural Learning Consortium (2016). Numeracy Achievement Project Report 2016-2017. Repéré de https://sites.google.com/a/manitobarurallearning.org/mrlc/what-we-are-learning/numeracy-report
- Marchand, A. S. (2004). La francophonie plurielle au Manitoba. *Francophonies d'Amériques*, 17(1), 147-159.
- Marks Krpan, C. (2013). *Math expressions; developing student thinking and problem solving through communication*. Toronto, ON: Pearson Education
- Martiniello, M. (2008). Language and the performance of English-language learners in math word problems. *Harvard Educational Review*, 78(2), 333-368.
- Marzano, R. J., Pickering, D. J. et Pollock, J. E. (2001). *Classroom instruction that works:* Research-based strategies for increasing student achievement. Alexandria, VA: ASCD.
- Marzano, R. J. et Pickering, D. J. (2005). *Building academic vocabulary: Teacher's manual*. Alexandria, VA: ASCD.
- McConnell, M. (2008). Exploring the influence of vocabulary instruction on students' understanding of mathematical concepts. (Mémoire de maîtrise, Université de Nebraska-Lincoln, NE). Repéré à https://digitalcommons.unl.edu/mathmidactionresearch/54/
- Moe, E., Härmälä, M., Kristmanson, P. L., Pascoal, J. et Ramoniené, M. (2016). Des compétences linguistiques pour des apprentissages disciplinaires réussis. Descripteurs liés au CECR pour les mathématiques et l'histoire/éducation civique. Conseil de l'Europe. Repéré à https://www.ecml.at/Portals/1/mtp4/language_descriptors/documents/language_descriptors-FR.pdf
- Monroe, E. E. et Orme, M. P. (2002). Developing mathematical vocabulary. *Preventing school failure: Alternative education for children and youth*, 46(3), 139-142.

- Monroe, E. E. et Panchyshyn, R. (1995). Vocabulary considerations for teaching mathematics. *Childhood Education*, 72(2), 80-83.
- Moore, D. (2002). Case Study Code-switching and Learning in the Classroom. *International J Bilingual Eduation and Bilingualism*, *5*, 279–293.
- Moore, D. et Sébastier, C. (2012). Une semaine en classe en immersion française au Canada: Approche ethnographique pour la formation : Le projet CECA au Canada. Grenoble, FRA: Presses universitaires de Grenoble.
- Morgan, C., Craig, T., Schütte, M. et Wagner, D. (2014). Language and communication in mathematics education: an overview of research in the field. *ZDM: The International Journal of Mathematics Education*, 46(6), 843-853.
- Morneau, M. J. (2013). La communication orale au cœur de l'apprentissage. *Le journal de l'immersion*. *35*(1), 19-21. Repéré à https://www.acpi.ca/documents/Journaux/Vol35No1_2013_finale.pdf
- Moschkovich, J. (1999). Supporting the participation of English language learners in mathematical discussions. *For the learning of mathematics*, *19*(1), 11-19.
- Moschkovich, J. (2003). What Counts as Mathematical Discourse? *International Group* for the Psychology of Mathematics Education, 3, 325-332.
- Moschkovich, J. (2007a). Bilingual mathematics learners: How views of language, bilingual learners, and mathematical communication impact instruction. *Improving access to mathematics: Diversity and equity in the classroom*, 89-104
- Moschkovich, J. (2007b). Using two languages when learning mathematics. *Educational studies in Mathematics*, 64(2), 121-144.
- Moschkovich, J. (2012). Mathematics, the Common Core, and language:
 Recommendations for mathematics instruction for ELs aligned with the Common Core. Commissioned Papers on Language and Literacy Issues in the Common Core State Standards and Next Generation Science Standards, 94, 17-27.
- Moyer, P. S. (2001). Are we having fun yet? How teachers use manipulatives to teach mathematics. *Educational Studies in mathematics*, 47(2), 175-197.
- Nagy, W. E., Herman, P. A. et Anderson, R. C. (1985). Learning words from context. *Reading research quarterly*, 20(2), 233-253.
- Nagy, W. et Townsend, D. (2012). Words as tools: Learning academic vocabulary as language acquisition. *Reading Research Quarterly*, 47(1), 91-108.

- National Council of Teachers of Mathematics. (1999). Geometry: The forgotten strand. Repéré à https://www.nctm.org/News-and-Calendar/Messages-from-the-
 President/Archive/Glenda-Lappan/Geometry_-The-Forgotten-Strand/
- National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and standards for school mathematics* (vol. 1). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Netten, J. (n.d.) L'approche neurolinguistique: une nouvelle conception du « comment » on apprend une langue seconde. Repéré à http://francaisintensif.ca/media/Article_Final_(no_footnotes)_AQEFLS.pdf
- Netten, J. (2015). Le rôle du cerveau dans l'apprentissage du français en immersion. Journal de l'Immersion de l'ACPI. 37(3), 22-28.
- Office de la qualité et de la responsabilité en éducation, OQRE (2017). Résultats aux tests provinciaux en Ontario. Repéré à http://www.eqao.com/fr/tests/resultats/Pages/resultats.aspx
- Ontario. Éducation en Ontario (2006). *Guide d'enseignement efficace des mathématiques de la maternelle à la 6^e année. Fascicule 1 : Éléments fondamentaux.* Repéré à http://www.atelier.on.ca/edu/resources/guides/GEE math M 6 fasc1.pdf
- Ontario. Ministère de l'Ontario (2005). La littératie en tête. Stratégies pour toutes les matières de la 7^e à la 12^e année. Lecture, écriture et communication orale. CFORP. Repéré à http://www.ontla.on.ca/library/repository/mon/16000/254359.pdf
- Ontario. Ministère de l'Ontario (2019, 15 mars). L'éducation à l'œuvre pour vous-Modernisation de l'apprentissage. [Salle de presse]. Repéré à https://news.ontario.ca/edu/fr/2019/03/leducation-a-loeuvre-pour-vous-1.html
- Pelletier, M. et Demers, M. (1994). Recherche qualitative, recherche quantitative : expressions injustifiées . *Revue des sciences de l'éducation*, 20(4), 757–771.
- Poirier, L. (1997). Rôle accordé aux interactions entre pairs dans l'enseignement des mathématiques-une illustration en classe d'accueil. *Éducation et francophonie*, 25(1), 25-1.
- Poisson, Y. (1983). L'approche qualitative et l'approche quantitative dans les recherches en éducation. *Revue des sciences de l'éducation*, 9(3), 369-378.
- Protheroe, N. (2007). What Does Good Math Instruction Look Like? *Principal*, 87(1), 51-54.
- Raiker, A. (2002). Spoken language and mathematics. *Cambridge Journal of Education*, 32(1), 45-60.

- Rehner, K. (2014). French as a second language (FSL): Student proficiency and confidence pilot project 2013-2014-Sypnopsis of findings. Curriculum Services Canada Repéré à http://www.edugains.ca/resourcesFSL/PDF/Research/Synopsis_FINAL-1.pdf
- Robertson, K. (2009). Math Instruction for English Language Learners. Repéré à https://www.colorincolorado.org/article/math-instruction-english-language-learners?theme=print
- Rosenshine, B. (1986). Vers un enseignement efficace des matières structurées. Un modèle d'action inspiré par le bilan des recherches processus-produit. *L'art et la science de l'enseignement*, 81-96.
- Roy, S. (2010). Not truly, not entirely... Pas comme les Francophones. *Canadian Journal of Education/Revue canadienne de l'Éducation*, 33(3), 541-563.
- Roy, S. (2017). L'immersion en français au Canada, Guide pratique d'enseignement (3^e éd.). [En collaboration avec l'Association canadienne des professionnels de l'immersion (ACPI)]. Montréal: Chenelière Éducation.
- Salvas, K. S. (2015). *Oral French Communication in French Immersion Canadian and World Studies Classrooms: A Primer for Educators* (Mémoire de maîtrise, Université de Brock, Sainte-Catherine, Ontario). Repéré à http://www.dr.library.brocku.ca/bitstream/handle/10464/6993/Brock_Salvas_Kristen_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Sammons, L. (2011). Building mathematical comprehension. Using literacy strategies to make meaning. Huntington Beach, CA: Shell Education.
- Sasse, E. M. (2016). *Teaching academic vocabulary in Mathematics to English language learners*. (Mémoire de maîtrise, Université de St-Paul, Minnesota). Repéré à https://sophia.stkate.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1134&context=maed
- Schwarz, J. C. (1999). *Vocabulary and its effects on mathematics instruction*. (Mémoire de maîtrise, Université de Saint Xavier, Illinois, Chicago). Repéré à https://eric.ed.gov/?id=ED439017
- Scott, J. A., Jamieson-Noel, D. et Asselin, M. (2003). Vocabulary instruction throughout the day in twenty-three Canadian upper-elementary classrooms. *The Elementary School Journal*, *103*(3), 269-286.
- Setati, M. et Adler, J. (2000). Between languages and discourses: Language practices in primary multilingual mathematics classrooms in South Africa. *Educational Studies in Mathematics*, 43(3), 243-269.

- Small, M. (2008). Sens des nombres et des opérations : connaissances et stratégies; PRIME : Ressource pédagogique pour l'enseignement des mathématiques. Montréal, QC: Groupe Modulo.
- Small, M. (2014). *Bonnes questions: l'enseignement différentié des mathématiques.* Montréal, QC: Groupe Modulo.
- Snow, C. E., Lawrence, J. F. et White, C. (2009). Generating knowledge of academic language among urban middle school students. *Journal of Research on Educational Effectiveness*, 2(4), 325-344.
- Snow, M. A., et Genesee, F. (1989). A conceptual framework for the integration of language and content in second/foreign language instruction. *Tesol Quarterly*, 23(2), 201-217.
- Statistiques Canada (2018, 2 novembre). Enquête sur l'enseignement primaire et secondaire pour le Canada, les provinces et les territoires, 2016-2017. Repéré à https://www150.statcan.gc.ca/n1/daily-quotidien/181102/dq181102c-fra.htm
- Swain, M. (1974). Writing Skills of Grade Three French Immersion Pupils. *Canadian Modern Language Review*, 21(2), 117-129.
- Swain, M. (1988). Manipulating and complementing content teaching to maximize second language learning. *TESL Canada Journal*, *6*(1), 68-83.
- Swain, M. (1996). Discovering successful second language teaching strategies and practices: From program evaluation to classroom experimentation. *Journal of Multilingual and Multicultural development*, 17(2-4), 89-104.
- Swain, M. (2008). The output hypothesis: Its history and its future. *Foreign Language Teaching and Research*, 40(1), 45-50.
- Swain, M. et Carroll, S. (1987). The immersion observation study dans Harley, B., Allen, P., Cummins, J. et Swain., M. *The development of bilingual proficiency: Final report* (2). Toronto, ON: Modern Language Center, OISE.
- Swain, M. et Lapkin, S. (1982). *Evaluating Bilingual Education: A Canadian Case Study*. Clevedon, Eng: Multilingual Matters.
- Swain, M. et Lapkin, S. (2000). Task-based second language learning: The uses of the first language. *Language teaching research*, *4*(3), 251-274.
- Tang, M. (2008). Student use of language in French immersion mathematics (Thèse de doctorat, Université de Simon Fraser, Vancouver, CB). Repéré à http://www.peterliljedahl.com/wp-content/uploads/Thesis-Monica-Tang.pdf

- Tavares, N. J. (2015). How strategic use of L1 in an L2-medium mathematics classroom facilitates L2 interaction and comprehension. *International Journal of Bilingual Education and Bilingualism*, 18(3), 319-335.
- The Education Alliance. (2006). *Closing the achievement gap: Best practices in teaching mathematics*. Charleston, WV: Education Alliance.
- Townsend, D. (2009). Building Academic Vocabulary in After-School Settings: Games for Growth with Middle School English-Language Learners. *Journal of Adolescent & Adult Literacy*, 53(3), 242-251.
- Turnbull, M., Cormier, M. et Bourque, J. (2011). The first language in Science class: A quasi-experimental study in late French Immersion. *The Modern Language Journal*, 95, 182-198.
- Turnbull, M. et Dailey-O'Cain, J. (2009). First language use in second and foreign language learning (vol. 44). Bristol, Buffalo: Multilingual Matters.
- Vacca, R. T. et Vacca, J. A. L. et Mraz, M. (2014). *Content area reading: Literacy and learning across the curriculum* (11th Ed.). Boston, Massachusetts: Pearson Education.
- Van der Maren, J. M. (2004). *Méthodes de recherche pour l'éducation* (2^e éd.). Montréal: Presses de l'Université de Montréal.
- Van de Walle, J.A. et Lovin, L. H. (2008). L'enseignement des mathématiques : l'élève au centre de son apprentissage (2° éd.). Saint-Laurent, QC: Pearson ERPI.
- Vermeer, A. (1992). 12 Exploring the second language learner lexicon. *The construct of language proficiency: Applications of psychological models to language assessment*, 147.
- Vukovic, R. K. et Lesaux, N. K. (2013). The language of mathematics: Investigating the ways language counts for children's mathematical development. *Journal of Experimental Child Psychology*, 115(2), 227-244.
- Vygotsky, L. S. (1962). *Thought and language*. Cambridge, MA: The Massachusetts Institute of Technology
- Vygotsky, L. (1978). *Mind in society; The development of higher psychological Processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Wells, G. (1999). *Dialogic inquiry: Towards a socio-cultural practice and theory of education*. Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- Wiggins, G. P. et McTighe, J. (2006). *Understanding by design* (2nd Ed.). Upper Saddle River, NJ: Pearson.

- Wood, T., Cobb, P. et Yackel, E. (1991). Change in teaching mathematics: A case study. *American Educational Research Journal*, 28(3), 587-616
- Zazkis, R. (2000). Using code-switching as a tool for learning mathematical language. *For the Learning of Mathematics*, 20(3), 38-43.
- Zwiers, J. (2007). Teacher practices and perspectives for developing academic language. *International journal of applied linguistics*, 17(1), 93-116.
- Zwiers, J. et Crawford, M. (2011). *Academic conversations: Classroom talk that fosters critical thinking and content understandings*. Portland, ME: Stenhouse Publishers
- Zwiers, J., O'Hara, S. et Pritchard, R. H. (2014). Common core standards in diverse classrooms: Essential practices for developing language and disciplinary literacy. Portland, ME: Sternhouse Publishers

Appendices

Appendice A-Questionnaire sur la démographie et l'utilisation de la langue



Faculté d'éducation

200, rue de la Cathédrale Winnipeg (Manitoba) Tél.: 204-233-0210

Questionnaire 1

All information provided will remain strictly confidential.

Toutes les informations fournies demeureront strictement confidentielles.

Date:

Child's last name:		
Child's first name:		
Child's mother tongue:		
Child's gender:		
Child's date of birth:		
Child's age:		
School attending:		
Father's name:		
Mother's name:		
Address:		
Telephone:		
Email:		

Questionnaire 2

Date:			Child' Birtl	h Date:	
Experimenter's Nar	me:		Child's Age	e:	
1. What language(s)	are spoken at home?				
2. How long has you	r child attended the F	rench Im	nmersion pro	gram?	
3. At what age was y	our child first expose	d to Eng	lish? French	? Others?	
English:	French:			_ Other:	
•	rt will give us informate or he		out the langu	ages that your child	hears and is spoken to
Person	First Language of person:	Langua with ch	age used nild:	Amount of time spent with child on a weekday in hours:	Amount of time spent with child on a weekend in hours:
mother					
father					
siblings					
Other people:					
5. What language do	es your child prefer to	use?			
• with mother					
• with father					
• with siblings					
• with others ():		_		
6. Does your child ha	ve a language learnir	ng disabi	lity?		

7. What was your child's grade in MATHEMATICS in the category of PROBLEM SOLVING on the March 2017 report card?
8. What was your child's grade in FRANÇAIS in the category of WRITING on the March 2017 report card?
9. What was your child's grade in FRANÇAIS in the category of SPEAKING & REPRESENTING on the March 2017 report card?
10. In what school subject does your child achieve the highest in?
Please note:
Your child's participation is voluntary. You may withdraw your child from the study at any time without any consequences. In this case, the information and the data collected will be destroyed. No matter what decision you make, your child's education will not in any case be affected.
All questionnaire responses will be kept confidential and will only be accessible by the researcher and her supervisor. Please indicate that you, and your child, have read the consent form and are willing to participate in this study by both signing below.
Your name:
Child`s name:
Please return this questionnaire to your child`s teacher along with the completed consent form.
PLEASE RETURN TO YOUR CHILD'S TEACHER ASAP.
Thank you! Merci!

Marie-Josée Morneau

Daniel Bérubé

ÉTA	PE 1: Définir les Résul	tats d'apprentissage visés
OBJECTIFS de mathématiques		
OBJECTIFS de langue		
	ENVIRONNEMENT	D'APPRENTISSAGE
	Support visual	Matériel concret

ÉTAPE 2: Déterminer les j	preuves d'apprentissage
Tâche Finale:	
Critères d'évaluation:	
CONTENU	LANGUE
JE PEUX:	

ÉTA	PE 3: Planifier les Tâches d'Apprentissage
	Transfert des apprentissages-Leçon #
Modélisation (aux élèves)	
Encadrement (Avec élèves-entre élèves)	□ Jeu de vocabulaire □ Activité d'interaction □ Tâche ouverte
Autonomie (par les élèves)	
Évaluation <i>Formative</i>	

Appendice C-Vocabulaire mathématique de géométrie 7e année

Vocabulaire technique	Vocabulaire sous-technique	Vocabulaire symbolique	Vocabulaire général
des droites parallèles des droites perpendiculaires un segment de droite une médiatrice une bissectrice un plan cartésien l'axe des x, l'axe des y les quadrants une paire ordonnée un angle aigu un angle droit un triangle équilatéral un triangle isocèle un triangle scalène un parallélogramme un quadrilatère un trapèze un losange un polygone un pentagone le centre de rotation	les coordonnées une paire ordonnée une figure une image une réflexion une translation une rotation une orientation une reproduction un point un déplacement les étiquettes le sommet l'aire une échelle l'origine congruent	o (signe de degré) ABC ∠ABC D(-2,3) AB A B A B A B A B	coïncider couper faire subir calquer, tracer autour du point vertical horizontal diagonal dans le sens des aiguilles d'une montre des aiguilles d'une montre

Appendice D-Vocabulaire mathématique de géométrie 8e année

Vocabulaire technique	Vocabulaire sous-technique	Vocabulaire symbolique	Vocabulaire général
un dessin isométrique un axe de réflexion le centre de rotation une figure composée la conservation de l'aire un segment de droite la vue d'un objet un quadrilatère un polygone un hexagone un octogone un heptagone un nonagone un parallélogramme un triangle acutangle un triangle obtusangle le sens antihoraire	un plan un dallage le point une figure l'aire un prisme la base le sommet la rotation une réflexion une translation une transformation le déplacement la face une arête l'alignement adjacent congruent convexe	o (signe de degré) D(-2,3) AB	faire subir aligner chevaucher dans le sens des aiguilles d'une montre dans le sens inverse des aiguilles d'une montre vertical horizontal la gauche, la droite l'avant, l'arrière le dessus, le dessous identique la hauteur la largeur la longueur une courtepointe un motif

Appendice E-Structures langagières de 7e et 8e année

Structures langagières

Je remarque qu'il y a... Aussi, je vois que... Voici un exemple...

Je vois que... Cela signifie que...

Je sais que... parce que...

Si... alors... Donc...

Dans ce dallage, il y a Aussi, il y a ... Mais il n'y a pas ...

Les similarités entre ces 2 objets sont... tandis que les différences entre ces 2 objets sont que...

Cela s'explique parce que...

Pour faire la rotation de cet objet, j'ai...

Je suis d'accord-Je ne suis pas d'accord parce que...

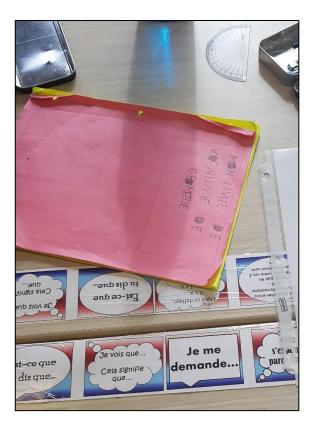
Premièrement, ... Ensuite... Puis ... Finalement, ...

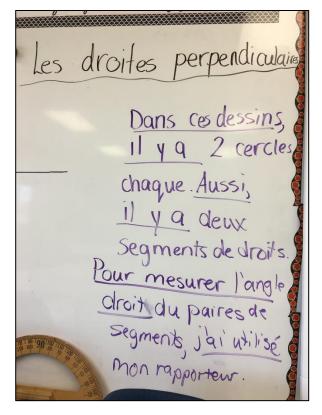
Je me demande ...

Est-ce que tu dis que...?

Appendice F-Photos des cartes de vocabulaire et des structures langagières







Appendice G-Questions d'entrevue au T1-7e année

Tâ	che orale #1A (7 ^e année)
	☐ Dire le nom et le code de chaque participant
	☐ Écrire le nom de chaque participant et le mettre devant eux
don et j con que	njour! Durant les 15 prochaines minutes, je vais vous poser quelques questions dans le maine de la géométrie. Vous pouvez vous servir du matériel à votre disposition en tout temps le vous demande d'expliquer à voix haute tout ce qui se passe dans votre tête et de mmuniquer entre vous. Je vous rappelle que ce n'est pas pour des notes sur votre bulletin et le vos résultats seront confidentiels. C'est simplement pour mon projet de recherche. Avezus des questions?
	crire les propriétés d'objets à trois dimensions et de figures à deux dimensions et analyser les ations qui existent entre elles.
1.	Voici différentes images d'objets dans l'environnement. Pouvez-vous identifier différents segments de droites sur certaines images? Que remarquez-vous de certaines paires de droite? Comment s'appellent ces pairs de segments de droite? Comment savez-vous que ce sont des?
	(Si les élèves ne comprennent pas, leur demander directement d'identifier des segments de droites parallèles et perpendiculaires, médiatrices et bissectrices)
2.	Quelles méthodes et outils pourriez-vous utiliser pour vérifier et confirmer qu'il y a une/des sur cette image?
	Pouvez-vous expliquer votre raisonnement à votre partenaire et lui montrer différentes façons de prouver que ces segments de droites sont et que ceux-ci sont svp?
3.	Pouvez-vous me montrer et m'expliquer comment dessiner: a. Des droites parallèles? b. Des droites perpendiculaires? c. Êtes-vous d'accord avec votre partenaire ou non et pourquoi? d. Que pouvez-vous ajouter?





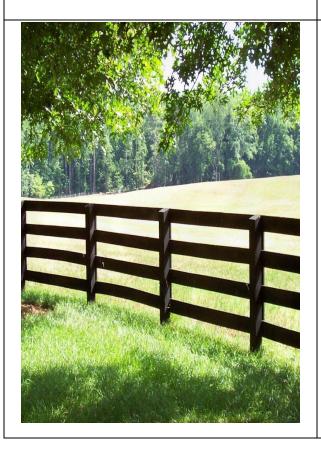














Tâche orale #1B (7^e année)

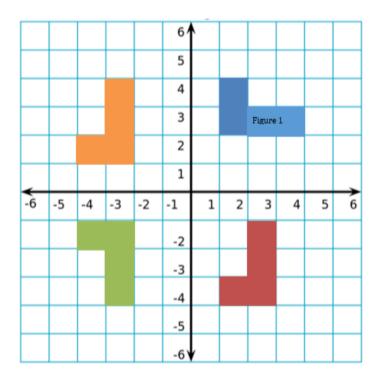
Décrire et analyser les positions et les déplacements d'objets et de figures.

- ☐ Dire le nom et le code de chaque participant
- ☐ Écrire le nom de chaque participant et le mettre devant eux

Voici un ? Qu'est-ce que c'est? (Plan cartésien)

Une figure 1 se trouve dans le premier quadrant du plan cartésien.

- 1. Pouvez-vous me dire quelle **transformation** chaque figure 2, 3, 4 représente? (Si les élèves ne comprennent pas, leur dire que transformation veut dire changement ou déplacement)
- 2. À tour de rôle, expliquez-moi de façon détaillée, étape par étape, comment faire subir ces transformations à partir de la figure 1. Vous pouvez vous servir du matériel et des outils à votre disposition.



3. Quelles sont les similarités entre la figure 1 et les autres figures? Que remarquez-vous? Qu'est-ce qui reste pareil?

Je vous remercie beaucoup de votre participation! Vous pouvez maintenant retourner en classe. Bonne journée ©!

Appendice H-Questions d'entrevue au T1-8^e année

Tâche orale #1A (8e année)

- ☐ Dire le nom et le code de chaque participant
- ☐ Écrire le nom de chaque participant et le mettre devant eux

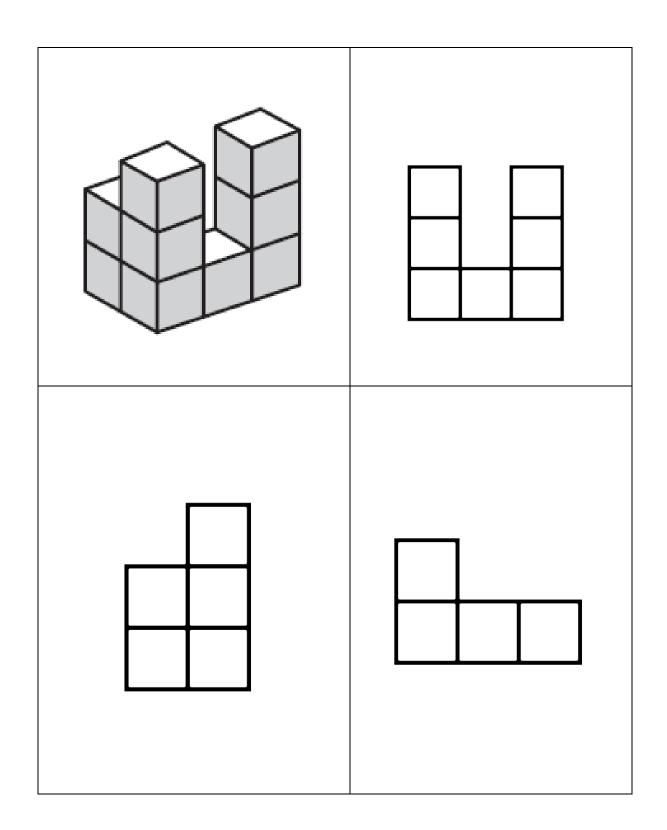
Bonjour! Durant les 15 prochaines minutes, je vais vous poser quelques questions dans le domaine de la géométrie. Vous pouvez vous servir du matériel à votre disposition en tout temps et je vous demande d'expliquer à voix haute tout ce qui se passe dans votre tête et de communiquer entre vous. Je vous rappelle que ce n'est pas pour des notes sur votre bulletin et que vos résultats seront confidentiels. C'est simplement pour mon projet de recherche. Avezvous des questions?

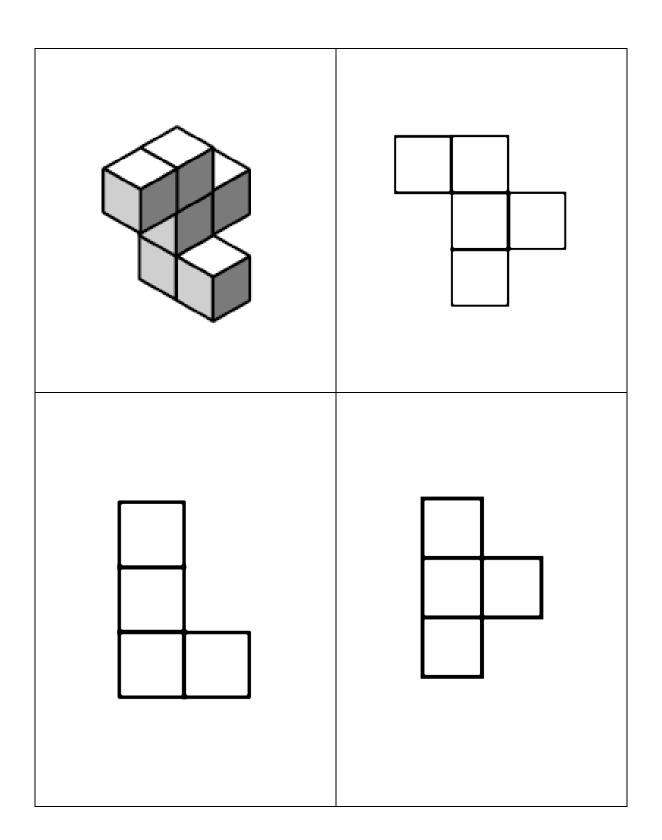
Décrire les propriétés d'objets à trois dimensions et de figures à deux dimensions et analyser les relations qui existent entre elles.

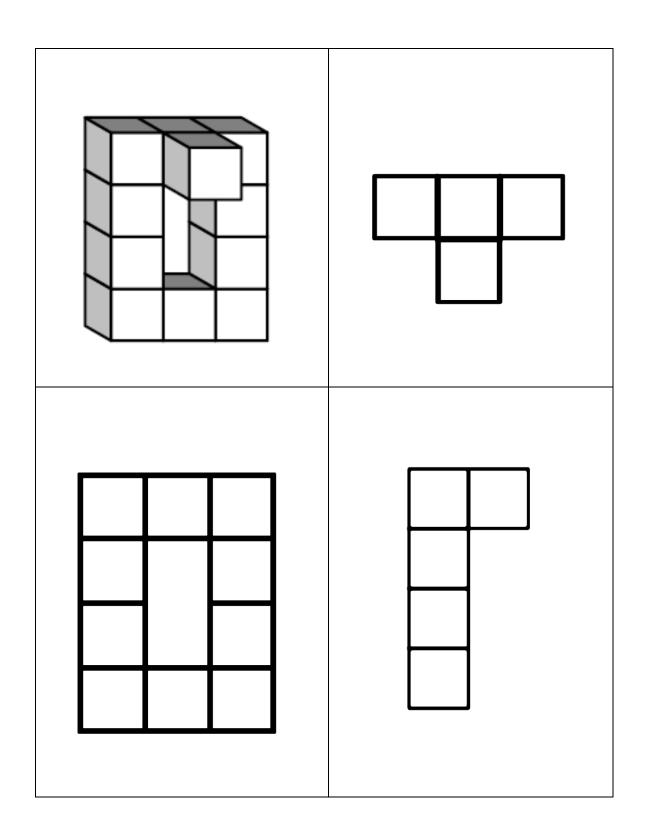
- 1. Voici différentes cartes d'objets devant vous et vous avez chacun de cartes des vues de ces objets. Pouvez-vous associer chaque objet à ses 3 différentes vues? Dites-moi quelles sont les vues et discuter avec votre partenaire comment vous le savez. Vous pouvez vous servir de tous les outils à votre disposition pour aider à expliquer vos idées.
 - (Si les élèves ne comprennent pas, leur donner un exemple)
 - Petits tableaux blancs et feutres
 - Papier et crayons
 - Mira
 - Règle
 - Papier à points
 - Papier quadrillé
 - Papier calque
 - Cubes emboîtables
 - Blocs formes

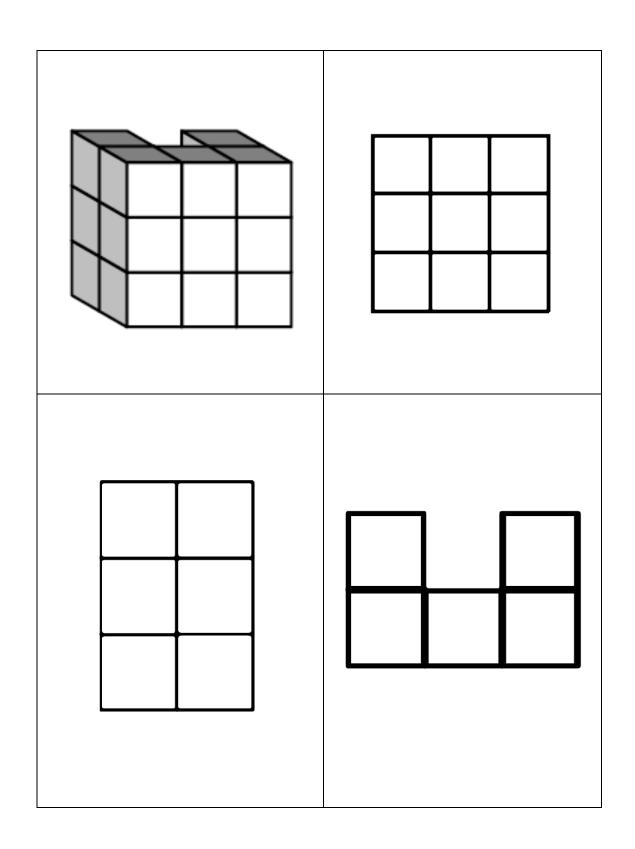
•

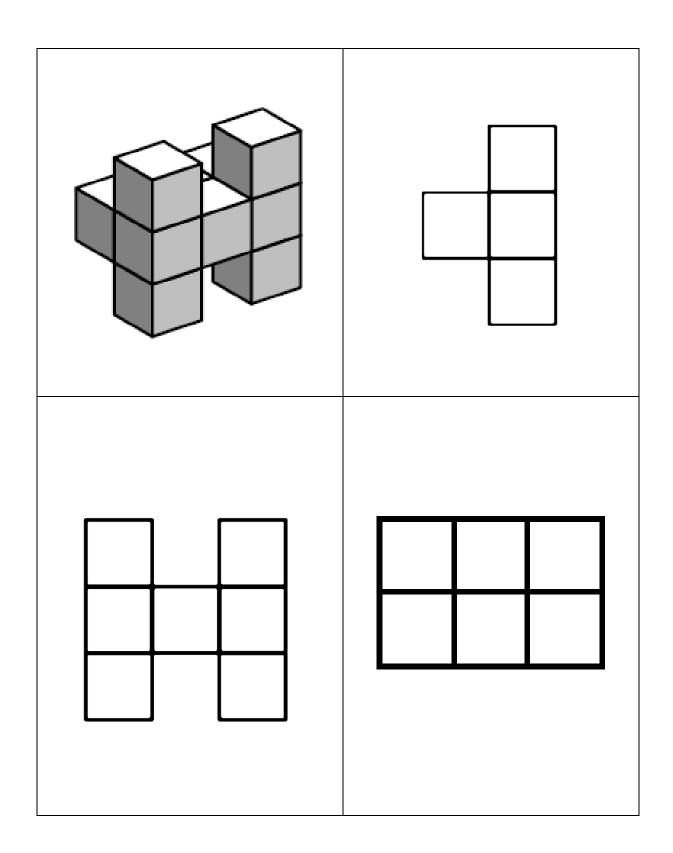




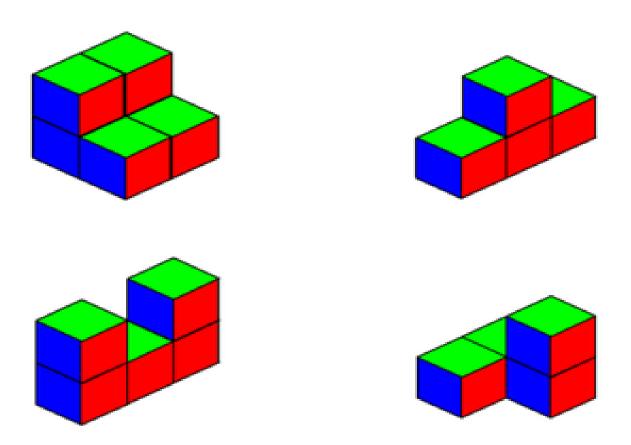








- 2. Prenez chacun un de ces objets et faites pointer la face (surface bleue) vers vous.
- 3. Faites subir une rotation de votre choix à votre objet et dessinez les vues de dessus, de face et de côté.
- 4. À tour de rôle, expliquez à votre partenaire quelle orientation votre objet a subi et comment vous avez fait, étape par étape.
- 5. Êtes-vous d'accord avec votre partenaire ou non et pourquoi?



Vue de face	Vue de dessus	Vue de côté

Tâche orale #1B (8e année)

□ Dire le nom et le code de chaque participant
 □ Écrire le nom de chaque participant et le mettre devant eux

Décrire et analyser les positions et les déplacements d'objets et de figures.

- 1. À l'aide d'au moins 2 différentes sortes de blocs mosaïques, créez un dallage. Est-ce que vous savez c'est quoi un dallage? (Si les élèves ne comprennent pas, leur expliquer qu'un dallage c'est le recouvrement d'un plan par plusieurs polygones sans superposition ni espace libre.)
- 2. Décrivez de façon détaillée votre dallage à votre partenaire. Discutez des étapes et des transformations utilisées dans ce dallage. Pourquoi avez-vous choisi certaines figures et pas d'autres?
 - (Si les élèves ne comprennent pas transformations, leur expliquer que c'est synonyme de changement ou déplacement)
- 3. Selon vous, quelles méthodes et quels outils pourraient être utilisés pour expliquer ces transformations?

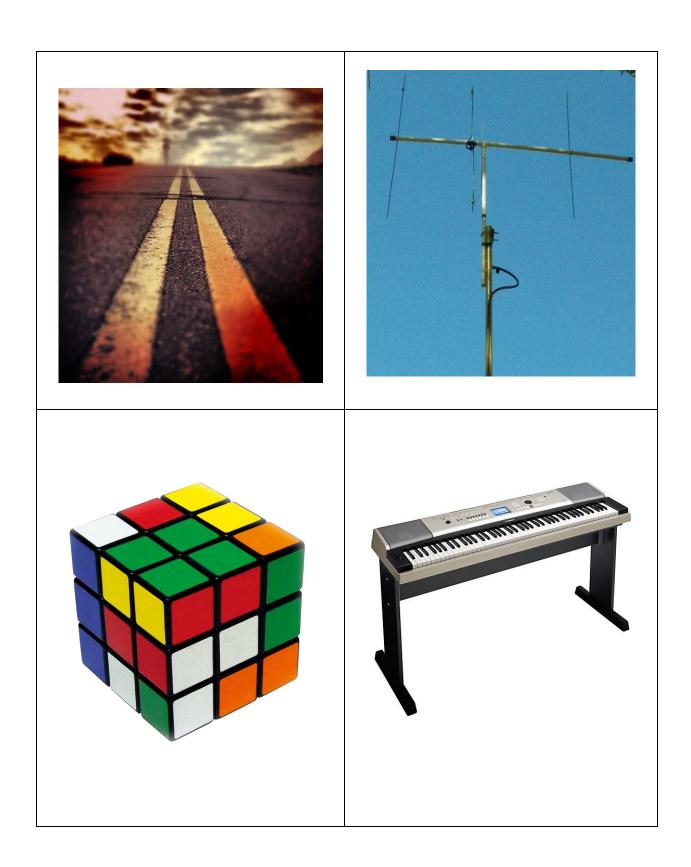


Je vous remercie beaucoup de votre participation!

Vous pouvez maintenant retourner en classe. Bonne journée ©!

Appendice I-Questions d'entrevue au T2-7^e année

Ta	□ Dire le nom et le code de chaque participant
	☐ Écrire le nom de chaque participant et le mettre devant eux
don et j con que	onjour! Durant les 15 prochaines minutes, je vais vous poser quelques questions dans le maine de la géométrie. Vous pouvez vous servir du matériel à votre disposition en tout temps je vous demande d'expliquer à voix haute tout ce qui se passe dans votre tête et de mmuniquer entre vous. Je vous rappelle que ce n'est pas pour des notes sur votre bulletin et e vos résultats seront confidentiels. C'est simplement pour mon projet de recherche. Avezus des questions?
	crire les propriétés d'objets à trois dimensions et de figures à deux dimensions et analyser les ations qui existent entre elles.
1.	Voici différentes images d'objets dans l'environnement. Pouvez-vous identifier différents segments de droites sur certaines images? Que remarquez-vous de certaines paires de droite? Comment s'appellent ces pairs de segments de droite? Comment savez-vous que ce sont des? (Si les élèves ne comprennent pas, leur demander directement d'identifier des segments de droites parallèles et perpendiculaires, médiatrices et bissectrices)
2.	Quelles méthodes et outils pourriez-vous utiliser pour vérifier et confirmer qu'il y a une/des sur cette image? Pouvez-vous expliquer votre raisonnement à votre partenaire et lui montrer différentes façons de prouver que ces segments de droites sont et que ceux-ci sont svp?
3.	Pouvez-vous me montrer et m'expliquer comment dessiner: a. Des droites parallèles? b. Des droites perpendiculaires? c. Êtes-vous d'accord avec votre partenaire ou non et pourquoi? d. Que pouvez-vous ajouter?

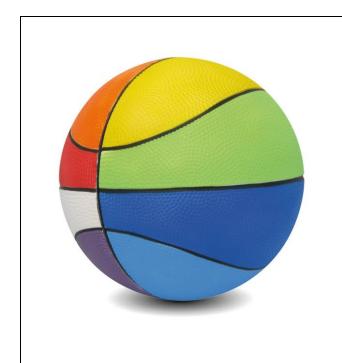


















Tâche orale #2B (7° année)

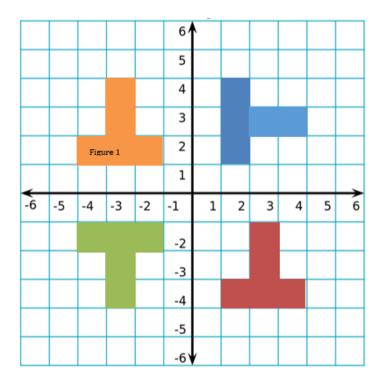
Décrire et analyser les positions et les déplacements d'objets et de figures.

- ☐ Dire le nom et le code de chaque participant
- ☐ Écrire le nom de chaque participant et le mettre devant eux

Voici un ? Qu'est-ce que c'est? (Plan cartésien)

Une figure 1 se trouve dans le premier quadrant du plan cartésien.

- 1. Pouvez-vous me dire quelle **transformation** chaque figure 2, 3, 4 représente? (Si les élèves ne comprennent pas, leur dire que transformation veut dire changement ou déplacement)
- 2. À tour de rôle, expliquez-moi de façon détaillée, étape par étape, comment faire subir ces transformations à partir de la figure 1. Vous pouvez vous servir du matériel et des outils à votre disposition.



3. Quelles sont les similarités entre la figure 1 et les autres figures? Que remarquez-vous? Qu'est-ce qui reste pareil?

Je vous remercie beaucoup de votre participation! Vous pouvez maintenant retourner en classe. Bonne journée ©!

Appendice J-Questions d'entrevue au T2-8^e année

Tâche orale #2A (8e année)

- ☐ Dire le nom et le code de chaque participant
- ☐ Écrire le nom de chaque participant et le mettre devant eux

Bonjour! Durant les 15 prochaines minutes, je vais vous poser quelques questions dans le domaine de la géométrie. Vous pouvez vous servir du matériel à votre disposition en tout temps et je vous demande d'expliquer à voix haute tout ce qui se passe dans votre tête et de communiquer entre vous. Je vous rappelle que ce n'est pas pour des notes sur votre bulletin et que vos résultats seront confidentiels. C'est simplement pour mon projet de recherche. Avezvous des questions?

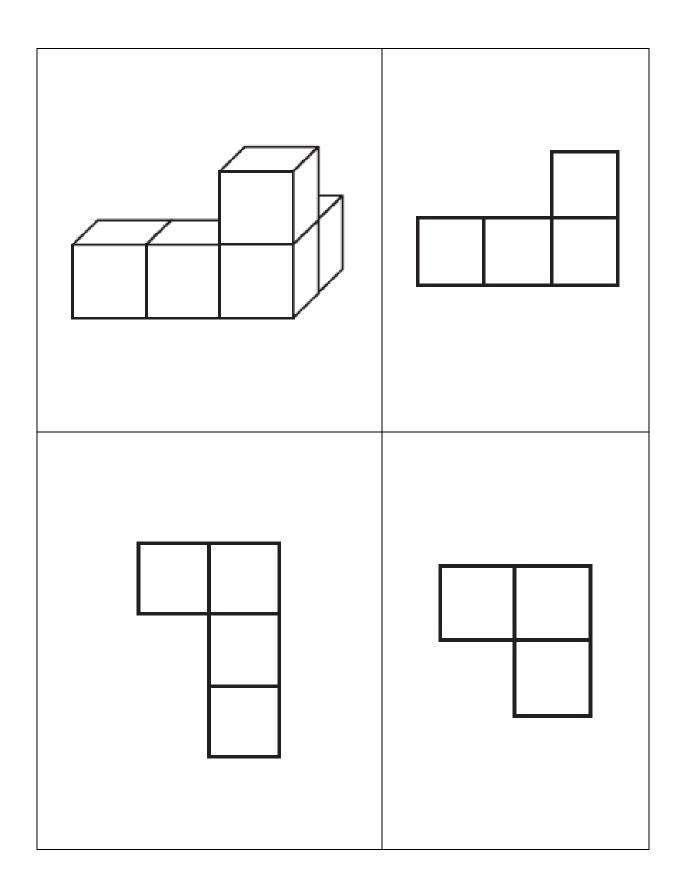
Décrire les propriétés d'objets à trois dimensions et de figures à deux dimensions et analyser les relations qui existent entre elles.

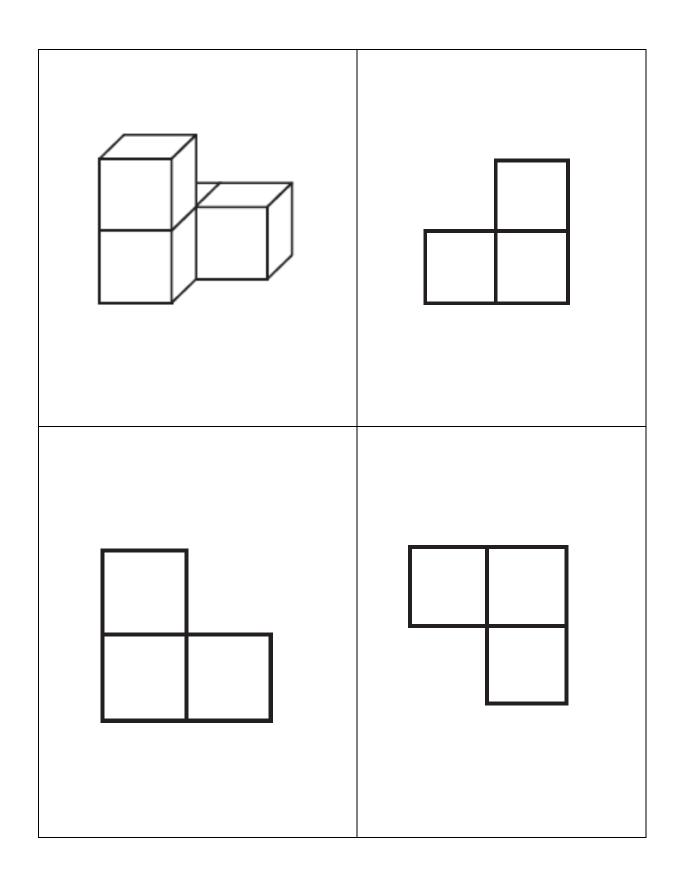
 Voici différentes cartes d'objets devant vous et vous avez chacun de cartes des vues de ces objets. Pouvez-vous associer chaque objet à ses 3 différentes vues? Dites-moi quelles sont les vues et discuter avec votre partenaire comment vous le savez. Vous pouvez vous servir de tous les outils à votre disposition pour aider à expliquer vos idées. (Si les élèves ne comprennent pas, leur donner un exemple)

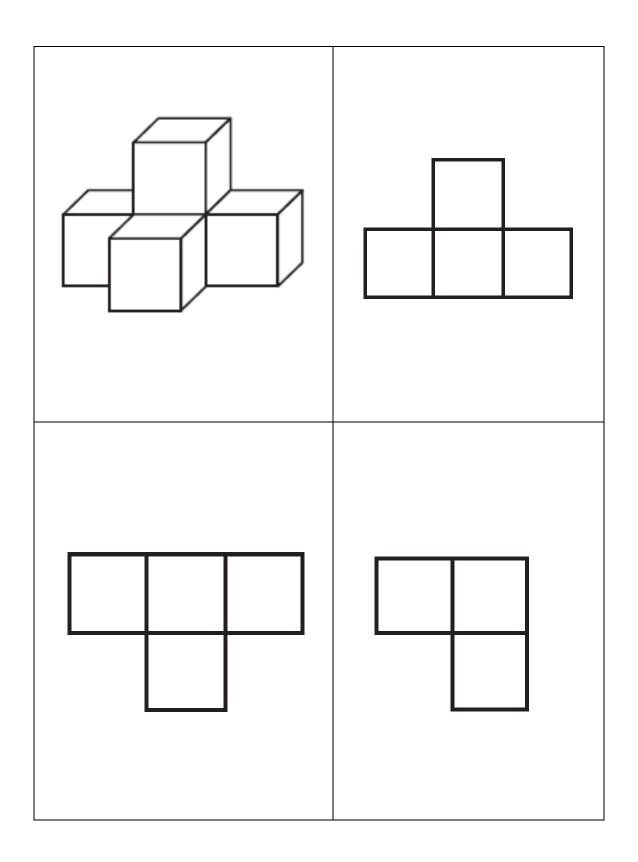
- Petits tableaux blancs et feutres
- Papier et crayons
- Mira
- Règle
- Papier à points
- Papier quadrillé
- Papier calque
- Cubes emboîtables
- Blocs formes

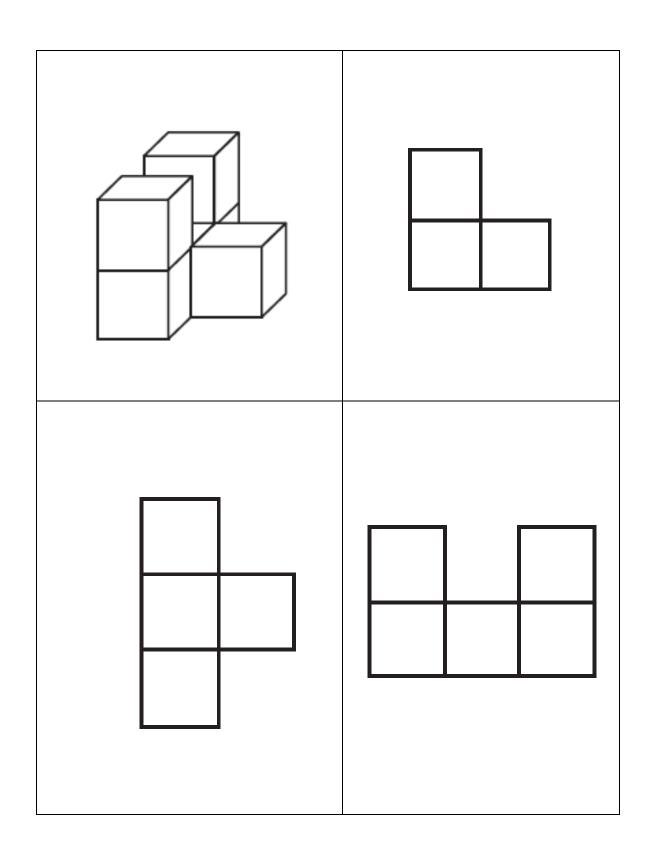
•

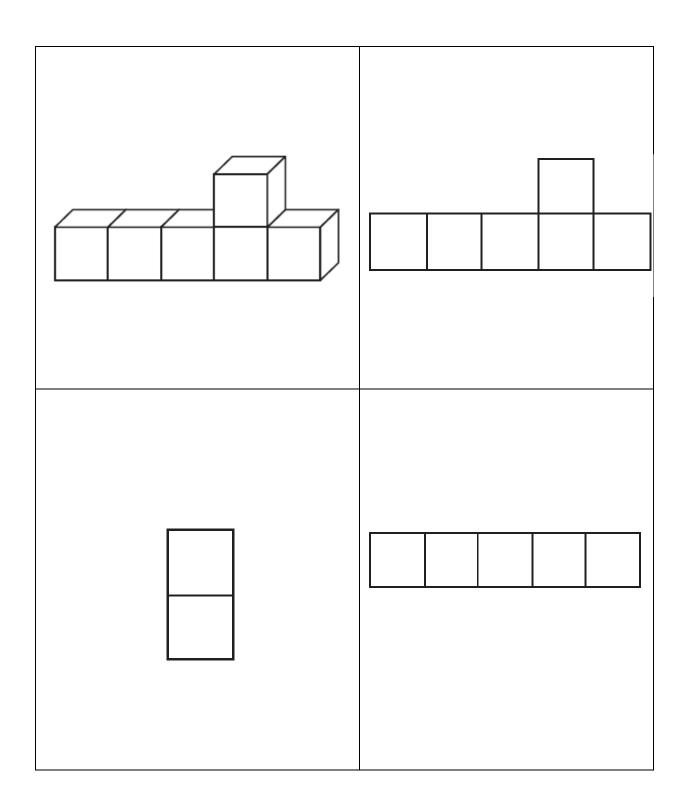












- 2. Prenez chacun un de ces objets et faites pointer la face vers vous.
- 3. Faites subir une rotation de votre choix à votre objet et dessinez les vues de dessus, de face et de côté.
- 4. À tour de rôle, expliquez à votre partenaire quelle orientation votre objet a subi et comment vous avez fait, étape par étape.
- 5. Êtes-vous d'accord avec votre partenaire ou non et pourquoi?







Vue de face	Vue de dessus	Vue de côté
		_

Tâche orale #2B (8° année)

□ Dire le nom et le code de chaque participant
 □ Écrire le nom de chaque participant et le mettre devant eux

Décrire et analyser les positions et les déplacements d'objets et de figures.

- 1. À l'aide d'au moins 2 différentes sortes de blocs mosaïques, créez un dallage. Est-ce que vous savez c'est quoi un dallage?
 - (Si les élèves ne comprennent pas, leur expliquer qu'un dallage c'est le recouvrement d'un plan par plusieurs polygones sans superposition ni espace libre.)
- 2. Décrivez de façon détaillée votre dallage à votre partenaire. Discutez des étapes et des transformations utilisées dans ce dallage. Pourquoi avez-vous choisi certaines figures et pas d'autres?
 - (Si les élèves ne comprennent pas transformations, leur expliquer que c'est synonyme de changement ou de déplacement)
- 3. Selon vous, quelles méthodes et quels outils pourraient être utilisés pour expliquer ces transformations?



Je vous remercie beaucoup de votre participation!

Vous pouvez maintenant retourner en classe. Bonne journée ©!

Appendice K-Grille d'évaluation des connaissances et de la compréhension mathématique

Pro	ils de rendement sco	olaire en mathématiques du	s en mathématiques du bulletin scolaire du Manitoba – de	Profils de rendement scolaire en mathématiques du bulletin scolaire du Manitoba – de la 1 ¹⁸ à la 8 année (ébauche)	nche)
Indicateur de catégorie	Mesure dan	s laquelle l'élève répond aux rés	ultats d'apprentissage du niveau s	Mesure dans laquelle l'élève répond aux résultats d'apprentissage du niveau scolaire ¹ selon l'échelle de notation du bulletin scolaire	du bulletin scolaire
)	Ne démontre pas (ND)	Limitée (1)	Acceptable (2)	Bonne (3)	Très bonne à excellente (4)
Démontre une compréhension des concepts et des procédures		A besoin de soutiens considérables et continus de l'enseignant ou de directives pour choisir les stratégies ou pour expliquer les concepts et les procédures. Ne reconnit pas nécessairement que des résultats sont déraisonnables	A besoin d'un soutien occasionnel de l'enseignant ou de ses camarades pour choisir et expliquer les stratégies et procédures appropriées. Reconnait quand les résultats sont hautement improbables.	Représente et explique les concepts avec précision et clarté, choisit et explique des stratégies et des procédures appropriées. Reconnait quand des résultats sont déraisonnables.	Représente les concepts avec précision, clarté et souplesse et choisit constamment des stratégies et des procédures efficaces. Reconnaît quand des résultats ne sont pas précis.
Établit des liens entre les connaissances et les habiletés mathématiques et leurs applications afin d'acquérir de nouvelles connaissances	N'est pas encore en mesure de démontrer la compréhension ou l'application requise des concepts et d'habiletés. Éprouve des difficultés fécurrentes oui nuisent à récurrentes oui nuisent à	A besoin de soutiens considérables et continus de l'enseignant pour : • établir des liens entre les concepts mathématiques et l'application appropriée des habiletès • appliquer des concepts dans des situations semblables.	A besoin d'un soutien occasionnel de l'enseignant ou de ses camarades pour : • faire des liens entre les concepts mathématiques et l'application appropriée d'habiletès • appliquer des concepts dans des situations semblables.	Démontre les relations entre les concepts mathématiques et applique les habiletés appropriées. Applique correctement des concepts dans des situations semblables.	Établit des liens, applique des relations et des habiletés efficacement Applique constamment et couramment des concepts dans des situations semblables et nouvelles.
	/acauisition de				
Communique et applique un raisonnement mathématique de façon : concrète concrète e orale écrite	connaissances et d'habiletés.	A besoin de soutiens considérables et continus de l'enseignant pour : • décrire son raisonnement en utilisant un vocabulaire mathématique	A besoin d'un soutien occasionnel de l'enseignant ou de ses camarades pour : • décrire son raisonnement en utilisant un vocabulaire	Peut avoir besoin d'être sondé (encouragé) de temps à autre pour obtenir des clarifications. Justifie et explique son raisonnement en utilisant un vocabulaire	Justifie et explique clairement et entièrement son raisonnement en utilisant un vocabulaire mathématique. Soutient son raisonnement.
imagée/diagrammes mots symbolique/nombres graphiques/tableaux		choisir er faire des liens entre les modes de représentation communiquer sa pensée mathématique et son raisonnement.	mathematique • choisir et faire des liens entre les modes de représentation • communiquer sa pensée et son raisonnement mathématique.	mathematique. Choisit et fait des liens entre les modes de représentation et communique sa pensée et son raisonnement mathématique.	Fait des liens entre les modes de représentation couramment et de façon appropriée et communique sa pensée et son raisonnement mathématique.

¹²¹ Tel qu'appropriée au développement pour la période de l'année en vue d'atteindre les résultats d'apprentissage de la fin de l'année scolaire, ou de résultats d'apprentissage décrites dans un plan éducatif personnalisé. Les références dans le tableau au « soutiens », etc., ne se référent pas à des adaptations définies comme « un changement dans l'enseignement, le matériel didactique, les devoirs ou les produits de l'élève pour favoriser l'atteinte des résultats d'apprentissage prèvus ». (www.edu.gov.mb.ca/mt/2/enfdiff/pps/edaptation.html)

Profils de rendement scolaire en mathématiques du bulletin scolaire du Manitoba, 1º à la 8º année. Catégorie de matière-Connaissances et compréhension mathématiques. Repéré à https://www.edu.gov.mb.ca/m12/eval/bulletin_scolaire/notation/docs/math_conn_comp.pdf

Appendice L-Grille d'évaluation de la communication orale au niveau global

	NIVEAU 1	NIVEAU 2	NIVEAU 3	NIVEAU 4
	Limité	Acceptable	Bon	Très bon à excellent
Vocabulaire mathématique	L'élève a un vocabulaire très restreint et utilise très peu de termes mathématiques. Le vocabulaire n'est ni clair ni précis.	L'élève a un vocabulaire restreint et utilise quelques termes mathématiques. Le vocabulaire est minimalement clair et précis.	L'élève utilise le vocabulaire mathématique avec suffisamment de clarté et d'exactitude pour communiquer ses idées.	L'élève utilise un vocabulaire mathématique varié pour communiquer ses idées avec clarté et précision.
Constitution des énoncés	L'élève utilise des mots et énoncés isolés et des expressions figées.	L'élève fait des phrases courtes constituées de groupes de mots ou d'expressions figées.	L'élève fait des phrases complètes et utilise plusieurs expressions figées correctement.	L'élève utilise différents types de phrases, des périphrases et une variété d'expressions figées fréquemment et efficacement.
Structure syntaxique	L'élève fait un usage très limité de structures syntaxiques appartenant à un répertoire mémorisé.	L'élève fait des erreurs élémentaires de syntaxe. Il utilise des connecteurs simples tels que <i>et, mais, parce que</i> .	L'élève utilise des structures syntaxiques courantes. Il peut enchaîner et relier une série d'éléments courts, simples et distincts.	L'élève fait peu d'erreurs de syntaxe et le plus souvent les corrige lui-même. Il structure sa production par des connecteurs.
Présence de l'anglais	L'élève utilise peu de mots et d'énoncés en français et ceux-ci sont isolés ou insérés dans des phrases en anglais. L'élève utilise toujours l'anglais pour communiquer avec ses pairs.	L'élève utilise l'anglais lorsqu'il ne parvient pas à exprimer son raisonnement mathématique en français. L'élève utilise parfois le français et parfois l'anglais pour communiquer avec ses pairs.	L'élève a recourt à l'occasion à l'anglais pour exprimer son raisonnement mathématique. L'élève communique avec ses pairs en français la plupart du temps.	L'élève a rarement recourt à l'anglais pour exprimer son raisonnement mathématique. L'élève communique avec ses pairs uniquement en français.

Adapté de Karsenti, T. et Collin, S. (2007). *Référentiel de compétences orales pour les élèves apprenant le français*. Ottawa, ON : Association canadienne des professionnels de l'immersion

Adapté de Small, M. (2008). Sens des nombres et des opérations : connaissances et stratégies, Ressource pédagogique pour l'enseignement des mathématiques, PRIME. Éditions DUVAL.

Appendice M-Guide d'analyse de la structure syntaxique

phrase simple (groupe sujet et groupe verbe-non conjugué) =1
phrase simple (groupe sujet et groupe verbe-conjugué) =2
phrase simple (groupe sujet et groupe verbe conjugué et bien accordé) =3
phrase combinée : bon emploi des conjonctions de coordination simples (et, ou, mais, donc) entre 2 phrases simples (au moins 1 verbe non conjugué) =4
phrase combinée: bon emploi des conjonctions de coordination simples (et, ou, mais, donc)* entre 2 phrases simples (verbes conjugués) =5
phrase combinée: bon emploi des conjonctions de coordination simples (et, ou, mais, donc)* entre au moins 2 phrases simples (verbes conjugués et accordés) =6
phrase complexe : bon emploi de conjonctions de subordination (si, que, quand, comme, parce que, lorsque, après que, afin que, pour que) entre au moins 2 phrases simples (au moins 1 verbe non conjugué) =7
phrase complexe: bon emploi de conjonctions de subordination (si, que, quand, comme, parce que, lorsque, après que, afin que, pour que) entre au moins 2 phrases simples (verbes conjugués) =8
phrase complexe: bon emploi de conjonctions de subordination (si, que, quand, comme, parce que, lorsque, après que, afin que, pour que) entre au moins 2 phrases simples (verbes conjugués et accordés) =9
Phrase complexe mixte: bon emploi d'une conjonction de subordination ou de coordination entre une phrase simple et une phrase combinée (la face de ce cube est devant <u>et</u> je fais une rotation de 90° <u>parce que</u> je tourne dans le sens horaire) OU bon emploi d'une conjonction de coordination entre une phrase simple et une phrase complexe (<u>si</u> je fais la rotation de 90° <u>et que</u> je tourne dans le sens horaire, la face va être ici, <u>mais quand</u> je fais la rotation de 270, la face va être là.) (verbes conjugués et accordés) =12
Phrase complexe élaborée : bon emploi des conjonctions de subordination (dans une combinaison de phrases combinées ou complexes (verbes conjugués et accordés) =18

Appendice N-Notes explicatives de la grille d'analyse de la structure syntaxique

- 1. Le but de cette analyse est de faire ressortir ce que les élèves peuvent faire.
- 2. Seulement les phrases qui ont du sens (qui transmettent un message compréhensible) comptent comme des phrases.
- 3. L'ordre des parties d'une phrase combinées ou complexes n'a pas d'importance. Par exemple, « Je vois une face carrée si je regarde par le haut. » et « Si je regarde par le haut, je vois une face. » sont des phrases complexes.
- 4. Les verbes en anglais ne comptent pas pour un verbe dans la phrase. Par exemple, « Je *get* un rapporteur d'angle. » ne compte pas pour une phrase. Si un des deux verbes dans une phrase combinée est en anglais par exemple, celles-ci compteront comme une phrase simple.
- 5. Les phrases combinées et complexes doivent avoir une conjonction qui relie les phrases simples porteuses d'idées. Par exemple, « rotation que j'ai fait, j'ai dans tourné comme ça. » est considérée comme 2 phrases simples.
- 6. Les phrases composées d'au moins 2 phrases simple dont l'une a un verbe d'opinion telles que « Je pense que », « Je crois que » sont considérées des phrases complexes en autant que le la conjonction de subordination « que » est présente. *
- 7. Dans le cas d'un deuxième verbe devant être à l'infinitif, la phrase est considérée comme ayant un verbe non conjugué. Par exemple, « Tu peux fais un losange avec ces triangles. »
- 8. Les phrases impératives seront comptées seulement s'il est évident que c'était l'intention de l'élève de donner une commande. En cas de doute, l'énoncé ne sera pas compté comme phrase.
- 9. <u>Les autres conjonctions de subordination non incluses dans les listes, telles que les synonymes sont acceptés</u>. Par exemple, « puisque » au lieu de « parce que » ou « lorsque » au lieu de « quand ». Les conjonctions de subordination composées avec « que » telles que « pour que, afin que, après que, sauf que, plutôt que, avant que, tandis que... » sont des exemples.
- 10. Le temps de verbe n'est pas pris en considération dans cette analyse, donc non pénalisé dans ce cas.

Appendice O-Lettre explicative aux parents des participants



Faculté d'éducation

200, rue de la Cathédrale Winnipeg (Manitoba) R2H 0H7

Tél.: 204-233-0210

Information and consent form

Project title

Learning to communicate and communicating to learn in math in a French immersion program

[Apprendre à communiquer et communiquer pour apprendre en mathématiques dans le programme d'immersion française]

Names of the researchers

Principal Investigator: Daniel Bérubé, PhD, Assistant Professor, University of Saint-Boniface

Project coordinator: Marie-Josée Morneau, student in the Master's Degree (University of St-Boniface)

Invitation to participate in a study

As a completion of my Master's Degree, I am participating in a research aimed at improving the understanding of French language development and mathematical reasoning among children learning mathematics in the French Immersion program in Manitoba. Today we are inviting your child to participate. Please read this information form in order to decide whether you are interested in having your child participate in this study. It is important that you fully understand this form. Please do not hesitate to ask any questions you may have. Take the time you need to make your decision.

What is the nature of this study?

In general, French Immersion students' French language skills progresses over the school years through the learning of different subject areas in a school setting. In such a program, students are learning mathematical concepts in an additional language, French. What the research has found over the past 40 years is that French Immersion students tend to have good fluency skills in oral communication but their accuracy skills are often not as advanced in areas such as vocabulary, grammar and sentence structure. Since learning mathematics is no longer a matter of computing but rather involves the abilities to use a variety of strategies to problem solve and communicate reasoning by doing, writing and speaking; this means that our French Immersion students are expected to communicate higher level thinking in the language of instruction, which is not their first language.

Recently, the province of Manitoba has announced that French should be taught in all subject areas of the French Immersion program instead of simply teaching the subject areas in French. This is a big shift in our current practice to teach specific language components in a mathematic classroom and this is why this study will help in understanding the benefit of such practices and how it can be done concretely. The goal of this project is to see if teaching the French vocabulary and sentences structures to students in Grades 5

to 9 over the course of one mathematic unit will have an effect on their oral communication skills and on their mathematical reasoning abilities. This study will explore how teaching specific vocabulary and sentences structures in mathematics may help students in communicating more effectively about mathematics and hopefully help improve teaching pedagogy in mathematics in French immersion programs. In collaboration with the Université de Saint-Boniface, we would like to recruit a minimum of 20 Grade 7 and Grade 8 French Immersion students from the School Division to participate in this study.

What does your participation in this study involve?

Your child will participate in an oral assessment twice over this research project. The interviews will take place in a quiet area at the student's school. During that time, participants, in groups of 2 or 3, will be invited to solve a mathematic problem and explain their thinking out-loud. They will also have the option to use concrete materials as well as other tools such as pen and paper, white boards and markers to support their thinking and come up with a solution together. Your child will be interviewed twice: once in March 2017 and a second time in April 2017. Each interview will take about 15 minutes. The participants will also solve a similar mathematic problem in written form, during the interviews.

Before these interviews, we will ask you, the parent, to complete a questionnaire to gather general and specific information about your child (e.g., first language, exposure to French, grades on the report cards).

At the end of the project, you may also ask for a copy of the video file as well as a summary of the results collected from this research project.

What are the advantages and benefits?

There are no immediate or direct benefits in participating in this study. In the case that we detect your your child has atypical language or mathematical development, we will contact you and your child could then be referred to the appropriate resources.

This study will provide key information regarding the language and mathematical development of French Immersion students who are studying mathematics in French. The information obtained in this study will influence pedagogical practice for professionals of second language education and for researchers working in the areas of language acquisition in mathematic in French Immersion.

What are the inconveniences and risks?

The evaluation will take approximately 15 minutes at the beginning and the end of the unit of study, for a total of 30 minutes. There are no physical, psychological, or social risks in participating in this study. Although the unfamiliar study context may cause some mild stress for certain children. To reduce this stress, the tasks will be presented in the form of engaging problem solving tasks and students will be encouraged to use a variety of tools and strategies collaboratively. Each task includes a brief familiarization step that will allow the child to become more familiar with the task, the environment, and the material.

Confidentiality

All information gathered for this study will remain confidential unless otherwise required by law. A code will be associated to each child's documents to preserve their confidentiality. The personal information that would allow for the identification of the participant (e.g., name, address) will be stored separately and only those responsible for the project (Daniel Bérubé and Marie-Josée Morneau) will have access to this information. The videos and paper documents will be kept under lock and key at the Centre de recherche de l'Université de St-Boniface for a period of 7 years following the end of this study.

However, for the purposes of auditing the proper conduct of the study and ensuring your protection, it is possible that a delegate from the Saint-Boniface University Research Ethics Board or representatives from the funding organizations will consult your child's study data.

Furthermore, the study's findings may be published or released at future scientific meetings, but no identifiable information about your child will be given at that time.

Freedom to Participate

Your child's participation in the study is completely voluntary. You may withdraw your child from the study at any time. In the case that you choose to withdraw your child from the study, the video recordings and any other piece of data about your child will be destroyed. Whatever your decision may be, it will not affect the quality of education that your child will be given.

Is there any compensation planned for your expenses and inconveniences?

Participants will not receive any monetary or other form of compensation.

Should I Have Any Questions or Difficulties, Whom May I Talk to?

For more information concerning this study, contact the principal researcher at the University of Saint-Boniface, Daniel Bérubé at 204 237-1818, ext. 443 or by email at dberube@ustboniface.ca

For any information on your child's rights as a participant in this study, please contact the Research Ethics Committee at the Université de Saint-Boniface: 203-233-0210.

Appendice P-Formulaire de consentement et d'assentiment aux parents des participants



Faculté d'éducation

200, rue de la Cathédrale Winnipeg (Manitoba) R2H 0H7

Tél.: 204-233-0210

Consent and Assent

Learning to communicate and communicating to learn in math in a French immersion program

[Apprendre à communiquer et communiquer pour apprendre en mathématiques dans le programme d'immersion française]

The nature and conduct of the study have been explained to me. I have read this consent form or it has been explained to me and I have received a copy. I have had the opportunity to ask questions, which have been answered to my satisfaction and have had the opportunity to discuss the study with my child. After thinking about it, I agree that my child may participate in this study and I authorize a video and audio recording be made of each session.

By signing this consent form, you do not waive any of your or your child's legal rights. Furthermore, you

do not relieve the investigators or the sponsor from their legal and professional liabilities.

Child's name (Block Letters)		Date
My child has given verbal assent to p Yes No	participate and understands the natu	re of the study:
Name of Parent, Tutor (Block Letters)	Consent (signature)	 Date
I have explained all the relevant aspe answered the questions that were ask completely voluntary and that they m	ed of me. I have pointed out to the	n that participation in the study is
Name of person who obtained the consent (Block Letters)	Signature	Date

PLEASE RETURN TO YOUR CHILD'S TEACHER BEFORE APRIL 4TH, 2017

Appendice Q- Approbation du comité d'éthique de l'Université de St-Boniface



Une éducation supérieure depuis 1818.

Le 6 mars 2017

Deniel Bérubé

FÉÉP INTRA

Dossler

Objet Chercheur principal Étudiante à la maîtrise

ETH2017.6 mars: Daniel Bérubé Marie-Josée Morneau

Apprendre à communiquer et communiquer pour apprendre en

methémetiques dans le programme d'immersion française

Ce projet de recherche est une composante du mémoire de l'étudiante Marie-Josée Momeau, étudiante de la Faculté d'éducation à l'Université de Saint-Boniface. Daniel Bérubé est le directeur de thèse et superviseur du projet de recherche.

Lettre de la Division scolaire

du 24 février

2017.

Dates. Demande de prolongation :

Repport final

Dur 15 Niverer 2017 au 1º décembre 2017

Le 1" décembre 2017 Le 1" décembre 2017

Monsteur,

Le Comité d'éthique de la recherche a pris connaissance de votre projet. Celui-ci servira également à l'obtention d'une matrise de la part de Marie Josée Momeau (FÉÉP).

Au terme de son évaluation, il estime que le projet répond aux normes en matière d'éthique de la recherche.

Il est entendu que les vidéos des mineurs ne serviront qu'à l'analyse des données. Aucune projection, autre que par les deux membres de l'équipe de recherche, n'est autorisée par le certificat d'ethique.

Je vous prie d'agréer l'expression de mes sentiments les meilleurs.

Président par intérim, CÉR

Antoine Cantin Brault, Ph.D.

Appendice R- Approbation du conseil scolaire

Mr. Daniel Bérubé M. Marie-Josée Université de Saint-Boniface 200, rue de la Cathédrale Winnipeg, Manitoba R2H 0H7

February 24, 2017

To Mr Bérubé and M. Momeau:

Re: Learning to communicate and communicating to learn in mathematics in the context of French immersion programs [Apprendre à communiquer et communiquer pour apprendre en mathématiques dans le programme d'immersion française]

I am writing this letter to grant permission to both of you to commence your research study within

Our division is very excited to support your research into increasing the knowledge of French language development for children in immersion programs. Improving immersion programming requires strong research from the field and we look forward to reading your completed study and the subsequent impact on immersion programs.

The division's approval includes the following:

- · Permission to complete the project as presented in your proposal
- Permission to communicate with parents and children to participate in this study
- Recognition that if a parent, child or teacher decides to opt out at any point in the study
 that all of the information pertaining to those individuals will be required to be deleted

The Division will encourage teachers, parents and students to participate in this important study. We also require regular updates including the commencement date of the study, any modifications and/or changes to the study and we require that the results of the findings and the completed research paper to be shared with the school division.

If the study is used in any future publications we require acknowledgement of Division as a partner in the study and reserve the right to remove our participation at any time in the future.

If you have any questions or would like further information, please do not hesitate to contact me. Good lack in your important field of research.



Appendice S-Lettre explicative aux enseignants

LETTRE D'INFORMATION DE L'ENSEIGNANT

Titre du projet de recherche : Apprendre à communiquer et communiquer pour apprendre en mathématiques dans le programme d'immersion française

Chers enseignants, Chères enseignantes,

Je sollicite votre participation à un projet de recherche dans le cadre de mon projet de mémoire du programme de maîtrise en éducation de l'université de St-Boniface. Cette lettre d'information vous détaille en quoi consiste cette étude. Je vous invite à prendre le temps de lire, de comprendre et de considérer les renseignements qui suivent avant d'accepter de participer à ce projet et de signer ce formulaire de consentement.

Quels sont les objectifs de l'étude?

L'objectif de ce projet est d'explorer l'effet de l'enseignement explicite du vocabulaire et des structures de phrases, sur le développement du langage oral en français dans le contexte des mathématiques. Des recherches antérieures ont démontré que les élèves en immersion française éprouvent certaines difficultés en production orale, limitant par conséquent leurs habiletés de communiquer leur raisonnement mathématique. Sachant que les enseignants doivent accorder une plus grande importance au développement de la langue immersive en mathématiques afin d'appuyer les habiletés langagières et académiques des élèves en français langue seconde (FL2), cette étude a donc pour but d'évaluer les effets d'un encadrement langagier explicite, centré sur l'interaction orale, sur la précision langagière et le raisonnement mathématique des élèves de niveau intermédiaire (5° à la 9° année) en immersion française.

Deux groupes de dix élèves du même niveau scolaire dans la même école seront comparés : un groupe expérimental et l'autre contrôle. Guidés par Marie-Josée Morneau, tous les élèves des deux groupes participeront à un entretien semi-dirigé avant et après l'intervention. En groupes de deux, les élèves auront à collaborer afin de résoudre une question ouverte à propos des concepts à l'étude. Les élèves seront donc invités à expliquer dans leurs propres mots leur compréhension des concepts à l'étude tout en utilisant les stratégies de leur choix pour résoudre la question ouverte présentée. Les conversations des élèves en train d'expliquer leur raisonnement mathématique à l'oral seront enregistrées par vidéo et par audio. Ces enregistrements d'environ 10 minutes, soit un minimum de 5 minutes par participant, seront par la suite transcrits puis analysés au niveau conceptuel et langagier par les chercheurs.

Quel est déroulement de l'étude? Quel est le rôle des enseignants et des chercheurs?

Il y a trois phases dans l'étude : 1) avant la période d'intervention, 2) pendant la période d'intervention et 3) après la période d'intervention

1) Avant la période de 6 semaines d'intervention

• Collecte du questionnaire aux parents (l'enseignant distribuera les questionnaires aux élèves)

- Collecte du formulaire de consentement des parents (l'enseignant distribuera le formulaire aux parents)
- Planification de l'unité de mathématique (Marie-Josée Morneau et l'enseignant)
- Entrevues orales à partir de questions ouvertes (menées par Marie-Josée Morneau; complétées à l'extérieur de la salle de classe)
- Tâche écrite à partir de questions ouvertes (Marie-Josée Morneau et l'enseignant)

Pendant la période de 6 semaines d'intervention

- Enseignement quotidien des leçons de mathématiques planifiées (mené par l'enseignant et appuyé par Marie-Josée Morneau)
- Tenue d'un journal de bord pour assurer le déroulement des leçons (enseignant et Marie-Josée Morneau)

Après la période de 6 semaines d'intervention

- Entrevues orales à partir de questions ouvertes (menées par Marie-Josée Morneau; complétées à l'extérieur de la salle de classe)
- Tâche écrite à partir de questions ouvertes (Marie-Josée Morneau et l'enseignant)
- Analyse de la communication orale avant et après l'intervention (Marie-Josée Morneau)
- Analyse du raisonnement mathématique avant et après l'intervention (Marie-Josée Morneau)

Quelles sont les attentes des deux enseignants?

En participant à ce projet, vous vous engagez à :

- Distribuer et recevoir les questionnaires et les formulaires de consentement
- Collaborer afin de sélectionner les mêmes concepts mathématiques du programme d'étude de mathématiques du Manitoba qui seront enseignés pendant 6 semaines consécutives
- Enseigner les concepts mathématiques visés selon le même matériel pédagogique pendant six semaines consécutives (le groupe expérimental recevra aussi un enseignement spécifique des éléments langagiers en mathématiques)
- Maintenir un journal de bord afin de noter la démarche d'enseignement, les réflexions personnelles et le nombre de minutes d'enseignement des mathématiques au quotidien (gabarit à remplir sous forme anecdotique)

Quelles sont les attentes additionnelles de l'enseignant de la classe expérimentale?

- Participer à une journée de planification pour identifier le vocabulaire académique et les structures langagières afin de répondre aux besoins langagiers suggérés par les objectifs de contenu (avec Marie-Josée)
- Enseigner les éléments langagiers sélectionnés à travers les concepts mathématiques visés selon la méthode de l'enseignement explicite en trois étapes pendant six semaines consécutives
- Rencontrer Marie-Josée une ou deux fois par semaine (15 à 20 minutes)
- Ne pas divulguer à l'enseignant de la classe contrôle les mots de vocabulaire et les structures langagières visés lors de l'enseignement explicite

Sachez que vous êtes libres d'accepter ou de refuser de participer à cette étude. De plus, vous êtes libres de vous retirer de l'étude à n'importe quel moment et ceci n'affectera pas votre statut. Toute information vous concernant recueillie pendant cette étude sera traitée de façon confidentielle.

Si vous avez des questions sur cette étude, n'hésitez pas à communiquer avec monsieur Daniel Bérubé qui est mon directeur de thèse et le superviseur de ce projet de recherche. Vous pouvez le rejoindre à l'adresse courriel suivante : <u>dberube@ustboniface.ca</u> ou par téléphone (204) 237-1818, poste 443.

Pour toutes informations sur vos droits comme participant au projet, svp communiquez avec le Bureau de la recherche :

Université de Saint-Boniface 200, de la Cathédrale avenue Winnipeg MB (204) 237-1818, poste 467 recherche@ustboniface.ca

Je vous remercie d'avoir pris le temps de lire cette lettre d'information. Si vous êtes d'accord pour participer à cette recherche, nous vous invitons à signer le formulaire de consentement ci-joint.

Marie-Josée Morneau

Daniel Bérubé

Appendice T- Formulaire de consentement des enseignants



Faculté d'éducation

200, rue de la Cathédrale Winnipeg (Manitoba)

R2H 0H7

Tél.: 204-233-0210

FORMULAIRE DE CONSENTEMENT POUR LA PARTICIPATION À LA RECHERCHE

Je soussigné(e) l'étude <i>Apprendre à communiquer et communiquer pour</i> programme d'immersion française.	
 Les objectifs et modalités de l'étude m'ont été cla projet de recherche, Marie-Josée Morneau. 	irement expliqués par la coordonnatrice de ce
☐ J'ai lu et compris la fiche d'information qui m'a é	té remise.
☐ J'ai bien compris que ma participation à l'étude es à n'importe quel moment sans préjudice sur mon s	
Après en avoir discuté et avoir obtenu la réponse à toutes i volontairement de participer à la recherche qui m'est prop	
Signature de l'enseignant	Date

Je vous remercie de votre intérêt et de votre participation dans ce projet de recherche qui me tient tellement à cœur! Je suis ravie que vous rendiez possible l'avancement de la recherche dans le domaine de l'éducation française au Canada.

Marie-Josée Morneau Daniel Bérubé

Appendice U-Mots de vocabulaire technique produits au T1 et T2

_	Groupe expérimental		Groupe contrôle		
MOTS TECHNIQUES	TOTAL T1	TOTAL T2	TOTAL T1	TOTAL T2	
segments de droites	2	5			
parallèle	22	33	5	8	
segments de droites parallèles					
perpendiculaire	9	18	3	7	
segments de droites		2			
perpendiculaires					
médiatrice		8		8	
bissectrice		8		4	
plan cartésien	3	6		2	
axe		9		16	
axe des x		15			
axe des y		10			
axe de réflexion					
paire ordonnée					
centre de rotation					
dessin isométrique					
figure composée					
conservation de l'air					
vue d'un objet			5	1	
sens horaire				2	
sens antihoraire		6		1	
translation		16		9	
converse					
angle	34	22	6	15	
angle aigu					
angle obtus		2	1		
angle droit	1	3		7	
parallélogramme					
quadrilatère					
trapèze		2			
losange		6		1	
polygone	1				
pentagone					
hexagone	8	2	1	3	
triangle	9	6	8	4	
rectangle			2		
90	22	28	8	26	
180	10	7	1	14	
270		2		1	
360	2	3			
degrés	23	46	8	56	
prisme					
vertical	11	7	3	10	
horizontal	14	7	2	5	
diagonal	1	1	3		

Appendice V-Mots de vocabulaire sous-technique produit au T1 et T2

	Groupe ex	périmental	Groupe contrôle		
MOTS SOUS-TECHNIQUES	TOTAL T1	TOTAL T2	TOTAL T1	TOTAL T2	
coordonnées		7			
quadrant		10		2	
réflexion		20		18	
transformation	1	10	6	5	
orientation					
reproduction					
rotation	2	35	7	42	
point	5	4	2	3	
étiquettes					
aire	5	4	1	9	
origine					
dallage		4		5	
alignement		2			
adjacent					
congruent					
faire subir		13			
sens des aiguilles d'une montre					
sens inverse des aiguilles d'une montre					
figure	16	23	3	13	
sommet	10				
base					
face	13	4	9	29	
arrête	-	-			
segment		3			
droite	4	7	7	11	

Appendice W-Pourcentages des mots mathématiques produits au T1 et T2

	Groupe expérimental			Groupe contrôle				
Mots mathématiques mentionnés au moins 1 fois	Total T1	%	Total T2	%	Total T1	%	Total T2	%
Mots techniques (43)	16	37%	27	63%	14	33%	21	49%
Mots sous-techniques (25)	7	28%	14	56%	7	28%	10	40%
Mots mathématiques (68)	23	34%	41	60%	21	31%	31	46%

Appendice X-Mots anglais produits par le groupe expérimental au T1 et T2

	TOTAL	MOTS ANGLAIS-GROUPE EXPÉRI			
ET1-001	11	1 l, 1 am, 1 zero, 1 one, 2 like, 2 yeah, 1 graph, 1 amo	unt, 1 and		
ET1-002	9	2 I, 1 graph, 2 guess, 3 so, 1 well			
ET1-003	3	1 so, 1 yeah, 1 well			
ET1-004	6	1 meet, 1 out, 2 so, 1 sticking, 1 yeah			
ET1-005	4	4 yeah			
ET1-006	5	1 towel, 3 yeah, 1 so			
ET1-007	9	1 wait, 3 yeah, 1 get, 2 pattern, 1 acute, 1 obtuse			
ET1-008	5	1 wait, 1 well, 1 wrong, 2 yeah			
ET1-009	25	19 yeah, 1 so, 3 right, 1 actually, 1 pattern,			
ET1-010	40	1 and, 1 shapes, 3 so, 1 then, 34 yeah			
ET1-011	11	2 bottom, 1 pattern, 1 shape, 1 so, 6 yeah			
ET1-012	4	1 curtain ,1 flip, 1 fold, 1 no			
ET1-013	1	1 yeah		T	
TOTAL	133	Expressions, mots de transitions	108	81,2%	
		Mots de la vie courante	10	7,5%	
	RATIO	Mots mathématiques 9 6,8%			
	0,03	Mots mathématiques (techniques ciblés) 2 1,5%			
	(0,02)	Mots mathématiques (sous-techniques ciblés) 4 3%			
ET2-001	37	2 I, 1 and, 1 bricks, 1 fireplace, 5 just, 8 like, 1 measure, 1 met, 2 not, 2 number,			
		2 or, 1 said, 1 so, 1 that, 1 this, 1 thought, 1 today, 2 wait, 1 was, 2 yeah			
ET2-002	8	2 actually, 4 so, 1 well, 1 yeah			
ET2-003	1	1 so			
ET2-004	12	1 crooked, 1 measure, 2 or, 1 rubrics cube, 1 same, 1	sign, 3 so, 2 y	eah	
ET2-005	11	7 yeah, 1 though, 3 no			
ET2-006	2	1 patch, 1 yeah			
ET2-007	5	1 like, 1 pattern, 1 wait, 1 well, 1 yeah			
ET2-008	9	1 or, 3 wait, 4 well, 1 yeah			
ET2-009	14	1 no,1 reverse,2 right, 2 so,1 wait,1 y, 6 yeah			
ET2-010	22	2 never mind, 12 yeah, 6 so, 1 and, 1 then,			
ET2-011	17	3 flip, 3 like, 1 on, 1 one, 2 so, 2 this, 1 top,1 well, 3 yeah			
ET2-012	7	1 yeah, 1 well, 2 like, 1 all, 1 the, 1 way			
ET2-013	2	1 still, 1 yeah			
TOTAL	147	Expressions, mots de transitions	120	81,6%	
		Mots de la vie courante	25	17%	
	RATIO	Mots mathématiques	2	1,4%	
	0,02	Mots mathématiques (techniques ciblés) 0			
	(0,02)	Mots mathématiques (sous-techniques ciblés) 0			

Appendice Y-Mots anglais produits par le groupe contrôle au T1 et T2

	TOTAL	MOTS ANGLAIS-GROUPE CON	TRÔLE				
CT1-001	2	1 well, 1 straight	1 well 1 streight				
CT1-001	26	4 and, 1 gosh, 2 oh, 5 then, 1 wait, 2 what, 10 yeah, 1	vesterday				
CT1-002	12	4 yeah, 1 straight, 1 right, 1 angle, 1 acute, 1 graph, 2		,			
CT1-004	13	1 diagonal, 3 like,1 short, 5 so, 2 straight, 1 then	30, 1 Decause				
CT1-005	32	1 , 1 also, 5 and, 1 based, 1 be, 1 board, 1 can, 1 it, 1	iust 6 like 1 (off 3 then 1			
0.1.003	32	was, 7 yeah, 1 yesterday	just, o inte, i t	311, 3 then, 1			
CT1-006	2	1 pattern, 1 so					
CT1-007	3	3 yeah					
CT1-008	22	10 yeah, 2 well, 9 so, 1 and, 1 then					
CT1-009	9	1 no, 8 yeah					
CT1-010	14	1 actually, 2 and, 1 copy, 1 paste, 1 right, 2 then, 6 ye	ah				
TOTAL	135	Expressions, mots de transitions	115	85,2%			
		Mots de la vie courante	12	8,9%			
	RATIO	Mots mathématiques 2 1,5%					
	0,05	Mots mathématiques (techniques ciblés) 3 2,2%					
	(0,04)	Mots mathématiques (sous-techniques ciblés) 3 2,2%					
CT2-001	36	13 like, 1 ninety, 1 no,1 or, 1 say, 3 so, 2 that, 1 unit, 1 well, 12 yeah					
CT2-002	37	2 what, 19 yeah, 1 sorry, 3 well, 1 measure, 1 what, 3 wait, 1 my, 1 God, 1 l, 1					
		don't, 1 know, 1 then, 1 flip					
CT2-003	14	1 actually, 2 and, 1 copy, 1 paste, 1 right, 2 then, 6 ye					
CT2-004	23	1 like, 1 straight, 5 so, 1 and, 2 then, 8 yeah, 1 like, 1					
CT2-005*	63	1 what, 8 yeah, 1 here, 6 and, 6 then, 7 so, 5 like, 1 c					
		2 is, 4 it, 1 in, 1 French, 3 well, 1 because, 1 this, 2 I, 2	get, 2 alright,	2 wait, 1 or,			
	_	1 something, 1 would, 1 be					
CT2-006	4	4 yeah					
CT2-007	14	1 just, 1 no, 1 so, 11 yeah					
CT2-008	17	5 so, 1 which, 1 well, 5 yeah, 1 sure, 1 wait, 1 no, 1 it, 1 is					
CT2-009	19	1 right, 2 so, 1 stuff, 15 yeah					
CT2-010	9	1 actually, 1 mean, 1 never mind, 1 so,1 top, 4 yeah	202	05.534			
TOTAL	236	Expressions, mots de transitions 202 85,6%					
	DATIO	Mots de la vie courante	29	12,4%			
	RATIO 0,04	Mots mathématiques	2	0,8%			
	(0,03)	Mots mathématiques (techniques ciblés) 2 0,8%					
	(0,03)	Mots mathématiques (sous-techniques ciblés) 1 0,4%					