

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

ÉVALUATION DE L'IMPACT DE LA SIMPLIFICATION LINGUISTIQUE
SUR LA RÉUSSITE EN RÉOLUTION DE PROBLÈMES MATHÉMATIQUES
CHEZ LES ÉLÈVES D'ACCUEIL, ALLOPHONES ET FRANCOPHONES
DU SECONDAIRE

MÉMOIRE
PRÉSENTÉ
COMME EXIGENCE PARTIELLE
DE LA MAÎTRISE EN LINGUISTIQUE

PAR
SONIA FRÉCHETTE

MAI 2007

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL
Service des bibliothèques

Avertissement

La diffusion de ce mémoire se fait dans le respect des droits de son auteur, qui a signé le formulaire *Autorisation de reproduire et de diffuser un travail de recherche de cycles supérieurs* (SDU-522 – Rév.01-2006). Cette autorisation stipule que «conformément à l'article 11 du Règlement no 8 des études de cycles supérieurs, [l'auteur] concède à l'Université du Québec à Montréal une licence non exclusive d'utilisation et de publication de la totalité ou d'une partie importante de [son] travail de recherche pour des fins pédagogiques et non commerciales. Plus précisément, [l'auteur] autorise l'Université du Québec à Montréal à reproduire, diffuser, prêter, distribuer ou vendre des copies de [son] travail de recherche à des fins non commerciales sur quelque support que ce soit, y compris l'Internet. Cette licence et cette autorisation n'entraînent pas une renonciation de [la] part [de l'auteur] à [ses] droits moraux ni à [ses] droits de propriété intellectuelle. Sauf entente contraire, [l'auteur] conserve la liberté de diffuser et de commercialiser ou non ce travail dont [il] possède un exemplaire.»

REMERCIEMENTS

Je voudrais remercier ici tous ceux et celles qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce travail.

Dans un premier temps, je tiens à exprimer ma profonde reconnaissance à ma directrice de recherche, Mme Lori Morris, pour son soutien, sa grande générosité, sa patience et son tact, sans oublier la confiance qu'elle m'a témoignée depuis le début de mes études en didactique des langues secondes. Sans elle, ce travail n'aurait jamais été mené à terme. Un merci tout particulier à Mme Lucie Godard et Mme Daphnée Simard, mes lectrices, pour leur intérêt à l'égard de ma recherche. Je remercie également très sincèrement M. Stéphane Cyr, professeur au Département de mathématique de l'UQAM, d'avoir validé mon outil de mesure sur le plan mathématique et pour m'avoir prodigué de judicieux conseils facilitant sa création.

Merci ensuite à tous mes partenaires des diverses écoles, notamment de la CSDM et de la CSSMI, où j'ai effectué mes collectes de données, qui m'ont permis de réaliser mon projet de recherche. Un merci tout spécial à M. Boutros, M. Ben Saïd, Mme Bitar, Mme Ally et Mme Brassard, les enseignants qui ont accepté de participer avec enthousiasme à mon étude. Sans eux, rien n'aurait été possible.

Merci également à M. Bertrand Fournier, responsable du Service de consultation en analyse des données (SCAD) de l'Université du Québec à Montréal, de m'avoir initiée aux statistiques avec patience et humour.

Je remercie par ailleurs mon amie France pour ses précieux conseils linguistiques. Je remercie aussi mes collègues, Lynne, Josée, Nancy, Anne, Maryse et Élise qui

m'ont incitée à me relaxer malgré le travail à accomplir, surtout lors des moments les plus difficiles.

Enfin, je suis particulièrement reconnaissante envers Yeerken, mon conjoint et complice, qui m'a soutenue du début à la fin de mon aventure et n'a cessé de croire en moi : je le remercie de tout coeur de sa patience et de ses encouragements de tous les instants.

TABLE DES MATIÈRES

CHAPITRE 1 INTRODUCTION	1
CHAPITRE 2 PROBLÉMATIQUE	7
2.1 Objectifs spécifiques	7
2.2 Questions de recherche	10
CHAPITRE 3 REPÈRES THÉORIQUES	12
3.1 Lecture en langue maternelle et en langue seconde	12
3.1.1 Seuil lexical	13
3.1.2 Seuil de scolarité	15
3.2 Lecture des textes mathématiques	18
3.2.1 Transposition des difficultés en lecture à la lecture des textes mathématiques	19
3.2.2 Rôle de la complexité mathématique	22
3.2.3 Rôle des exigences lexicales d'un vocabulaire technique	26
3.2.4 Biais culturel	31
3.3 Impact des interventions lecture-mathématiques en milieu scolaire	34
3.4 Hypothèses de recherche	39
CHAPITRE 4 APPROCHE MÉTHODOLOGIQUE	42
4.1 Participants	43
4.2 Outil de mesure	50
4.3 Déroulement de la cueillette de données	54
4.4 Validation de l'outil de mesure	55
CHAPITRE 5 ANALYSE DES RÉSULTATS	57
5.1 Présentation des résultats bruts	58
5.2 Résultats du test statistiques	63

CHAPITRE 6 DISCUSSION	69
6.1 Résultats significatifs de la variable EN	70
6.2 Connaissances antérieures	78
6.3 Influences de la lecture sur la performance en mathématiques et résultats obtenus	81
CHAPITRE 7 CONCLUSION	91
7.1 Limites de l'étude	92
7.2 Résumé des principaux résultats	99
RÉFÉRENCES	103
ANNEXE A Problèmes écrits originaux	109
ANNEXE B Outils de mesures A et B	112

LISTE DES TABLEAUX

Tableau	Page
4.1 Participation à l'expérimentation	49
4.2 Distribution des items des outils de mesure A et B selon les variables linguistiques et le type de problème	51
5.11 Résultats bruts de la population en général pour les outils de mesure A et B.....	59
5.12 Résultats bruts pour les outils de mesure A et B selon la force.....	59
5.13 Test t à échantillonnages pairés. Comparaisons des moyennes des versions A et B pour chaque sous-groupe.....	60
5.14 Résultats bruts pour les outils de mesure A et B selon la catégorie.....	61
5.15 Résultats bruts pour chaque item selon le milieu socio-économique.....	62
5.21 Moyenne des problèmes jumelés simplifiés et de non simplifiés et moyenne de la différence pour chaque variable dépendante.....	64
5.22 Analyses statistiques Whitney-Mann U des données brutes.....	66

RÉSUMÉ

Lorsque des élèves tentent de résoudre un problème mathématique écrit, il n'est pas rare de les entendre se plaindre de la difficulté de la tâche. Ainsi, on serait en droit de se demander ce qui rend à leurs yeux cet exercice si complexe et exigeant. Outre la réflexion exigée par la tâche mathématique que comporte la résolution d'un problème, une tâche préalable et qui s'avère parfois très difficile pour eux complique le processus. Il s'agit de la compréhension linguistique du texte et de la compréhension des énoncés qui s'y rattachent. Dans cette étude, nous nous intéresserons plus précisément à la composition linguistique des énoncés des problèmes mathématiques, c'est-à-dire aux facteurs linguistiques qui complexifient inutilement la tâche de compréhension linguistique du texte et de compréhension de la tâche à accomplir pour les élèves. Notre objectif principal est de mesurer et de comparer la performance d'élèves en classes d'accueil¹, d'élèves allophones intégrés au système régulier et d'élèves francophones provenant de classes régulières au secondaire confrontés à des problèmes mathématiques dont les énoncés seraient simplifiés linguistiquement avec d'autres problèmes non simplifiés.

Après l'analyse des résultats de cinq variables linguistiques, nous avons découvert que l'influence de la simplification linguistique de l'anaphore assurée par le pronom *en* s'est révélée significative pour la majorité des catégories comparées. D'autre part, nous avons noté une différence significative entre la performance des élèves d'accueil et les autres lorsque le contenu culturel de la mise en situation correspond à leur expérience d'adolescents de 14 ans vivant à Montréal.

¹ Les élèves provenant des classes d'accueil sont des élèves immigrants qui ne parlent pas le français ou qui possèdent une connaissance trop limitée de la langue pour réussir dans une classe régulière. On accorde généralement à ces élèves entre un an et deux ans pour se mettre à niveau et par la suite ils sont intégrés dans le système dit régulier.

CHAPITRE 1

INTRODUCTION

Lorsque des élèves tentent de résoudre un problème mathématique écrit, il n'est pas rare de les entendre se plaindre de la difficulté de la tâche. Ainsi, on serait en droit de se demander ce qui rend à leurs yeux cet exercice si complexe et exigeant. Outre la réflexion mathématique que comporte la résolution d'un problème, une tâche préalable et parfois insurmontable complique le processus de résolution de problème. Il s'agit de la compréhension linguistique du texte et de la compréhension des énoncés qui s'y rattachent. Contrairement à certaines croyances populaires, cette difficulté n'est pas attribuable uniquement à l'habileté en lecture des élèves. Des chercheurs comme Wasserer et Boule (1987) expliquent que les énoncés des problèmes mathématiques sont particulièrement complexes notamment à cause du mélange de langues qu'ils comportent (soit la langue naturelle, du langage mathématique et des symboles) et constituent un langage technique relativement hermétique. De plus, par souci de précision et de concision les rédacteurs d'énoncés mathématiques utilisent des mots peu fréquents et des structures de phrases rares et compliquées. Citons par exemple l'emploi fréquent du lexique technique, de termes polysémiques et d'expressions propres à la mathématique telles que « si et seulement si... ». Il y a également des complexités syntaxiques causées par l'utilisation d'anaphores et de groupes nominaux accompagnés de compléments comportant eux aussi des compléments (Laborde,

1990). Il en résulte que les élèves sont souvent confrontés en situation de résolution de problèmes à un niveau de langue beaucoup plus élevé que celui dans lequel ils évoluent au quotidien. C'est principalement ce qui rendrait la résolution de problèmes mathématiques si difficile chez la plupart des élèves en général (Castellani, 1995).

Dans cette étude, nous nous intéresserons plus précisément à la composition linguistique des énoncés des problèmes mathématiques, c'est-à-dire aux facteurs linguistiques qui complexifient inutilement la tâche de compréhension linguistique du texte et de compréhension de la tâche à accomplir pour les élèves. Notre objectif principal est de mesurer et de comparer la performance d'élèves en classes d'accueil², d'élèves allophones intégrés au système régulier et d'élèves francophones provenant de classes régulières au secondaire confrontés à des problèmes mathématiques dont les énoncés seraient simplifiés linguistiquement avec d'autres problèmes non simplifiés. De ce fait, nous nous situons à la croisée des domaines de l'acquisition des langues secondes (L2), de l'acquisition et des habiletés en lecture et de la mathématique.

Alors que la performance en résolution de problèmes des élèves en L2 par rapport à celle des anglophones aux États-Unis a été mesurée (Abedi et Lord 2001), aucune étude n'a été menée à notre connaissance en français sur le sujet et aucune au Québec, notamment en ce qui concerne les élèves néo-québécois fréquentant les classes d'accueil. Ce constat est établi alors même que l'on sait que beaucoup d'élèves immigrants accusent des retards scolaires tant en français qu'en mathématique (Statistiques Canada 2004) et (MEQ 1997).

² Les élèves provenant des classes d'accueil sont des élèves immigrants qui ne parlent pas le français ou qui possèdent une connaissance trop limitée de la langue pour réussir dans une classe régulière. On accorde généralement à ces élèves entre un an et deux ans pour se mettre à niveau et par la suite ils sont intégrés dans le système dit régulier.

Le Québec, comme le reste du Canada, accueille chaque année de nombreux élèves issus de familles immigrantes. Certains possèdent dès leur arrivée une connaissance suffisante du français pour bien fonctionner dans les classes régulières du système scolaire alors que d'autres, non francophones, n'arrivent pas momentanément à poursuivre leurs études normalement. Pour aider ces élèves néo-québécois ne maîtrisant pas suffisamment le français à intégrer le système scolaire francophone, le ministère de l'Éducation du Québec a mis sur pied les *classes d'accueil*, une mesure visant à l'intégration sociale et à l'acquisition du français des élèves immigrants non francophones. Pendant un maximum de deux ans, ces élèves sont réunis en petits groupes de 14 à 19 et reçoivent des cours de mathématique et de français langue seconde qui leur permettront d'intégrer le plus rapidement possible le système scolaire québécois. Le but de cette mesure est de permettre aux élèves néo-québécois d'apprendre la langue orale, à lire et à écrire, de même que de se remettre à niveau en mathématique. Durant cette période, l'élève doit apprendre en lecture à décoder, acquérir au minimum les 1000 mots les plus communs et intégrer les règles de syntaxe, rien de moins. Lors de cet apprentissage, il n'est pas étonnant que de multiples difficultés surviennent lorsque vient le temps d'attaquer la résolution de problèmes et même la lecture autonome des consignes et des explications. Dans un contexte où l'enseignant de mathématique adopte un mode de fonctionnement individualisé pour s'adapter au niveau de chaque élève, il nous semble crucial de s'intéresser aux solutions permettant d'accélérer au maximum l'accès à la lecture dans ce domaine particulier pour lui permettre de progresser normalement et de ne pas accumuler de retard supplémentaire.

Une fois les deux ans de classe d'accueil écoulés, les élèves doivent intégrer le système régulier où ils ne sont plus en petits groupes et où ils ne bénéficient plus d'un enseignement adapté à leur niveau linguistique. Chez les élèves en L2 issus de classes d'accueil au secondaire, le passage vers les classes du système régulier

s'avère parfois difficile et les notes qu'ils obtiennent une fois intégrés dans le système régulier ne reflètent pas toujours leur réel potentiel intellectuel. Alors qu'on pourrait s'attendre à ce qu'un élève arrivé au Québec à l'âge de 13 ou de 14 ans accuse encore un retard en français par rapport à ses camarades de classe francophones deux ou trois ans après son intégration dans le système scolaire québécois, les difficultés en mathématique ou en science, surtout dans le cas d'un enfant qui était très performant dans ces matières dans son propre pays, sont plus difficiles à comprendre et à accepter. Le problème majeur de ces élèves repose sur l'idée préconçue que l'apprentissage de la langue effectuée lors de leur passage en classe d'accueil leur est suffisant pour faire face au défi que représente l'intégration en classe régulière. Or, leur bagage linguistique reste encore rudimentaire, bien qu'il tende à se développer au fil du temps pour rattraper le niveau de compétence des francophones. Entre temps, leur faiblesse relative en lecture — c'est-à-dire leur insuffisance lexicale, leur difficulté face aux structures complexes fréquentes en mathématique et le décalage de l'ensemble des connaissances antérieures qu'ils ont acquis par rapport à celles partagées par leurs pairs francophones — les handicape et les amène à obtenir des résultats moindres à leur capacité et parfois même à des échecs.

Par ailleurs, il n'y a pas que les élèves provenant des classes d'accueil du secondaire nouvellement intégrés au système régulier qui semblent éprouver des difficultés scolaires en lien avec la maîtrise de la langue. Selon l'étude de Statistiques Canada (2004) qui traite des problèmes scolaires propres aux enfants d'immigrants, les retards de ces élèves seraient en grande partie attribuables aux lacunes reliées aux compétences linguistiques et se résorberaient pour la majorité dès la fin du primaire. Or, lorsqu'ils arrivent à atteindre un niveau de maîtrise en lecture équivalent à la moyenne des élèves natifs du Canada, les allophones obtiennent des résultats similaires à la moyenne ou plus élevés dans toutes les

matières. D'autre part, l'étude du MEQ (1997) considère les élèves d'accueil au même titre que les enfants d'immigrants de deuxième génération ou qui sont arrivés ici très jeunes, suggérant ainsi que tous ces élèves éprouvent des difficultés similaires. Pourtant, alors qu'on pourrait s'attendre à constater des différences perceptibles entre les élèves néo-québécois et les autres allophones quant à la compétence linguistique, aucune étude à notre connaissance ne démontre de distinctions précises à ce sujet.

Dans ce contexte, mieux connaître et comprendre les difficultés reliées à la compréhension des énoncés des problèmes mathématiques revêt un intérêt considérable à plusieurs égards. D'abord, le nombre d'élèves immigrants reçus chaque année représente un défi quant à l'intégration de ces jeunes, surtout au secondaire. De plus, comme le révèle l'étude du MEQ (Ministère de l'Éducation du Québec) *Portrait scolaire des élèves issus de l'immigration : de 1994-1995 à 2003-2004*, une part appréciable de cette clientèle (soit 45,6 % d'entre eux) constitue une très importante population potentiellement en retard scolaire. Les contre-performances en mathématique de certains élèves issus des classes d'accueil sont ainsi devenues le point de mire de notre recherche. En tant qu'enseignant de français langue seconde, nous avons surtout voulu comprendre si les difficultés rencontrées par les élèves en L2 en mathématique, tant chez les néo-Québécois que chez les allophones, résultaient de leurs faiblesses en français plutôt que d'un problème plus spécifique d'apprentissage ou d'intégration culturelle. Sans connaître la source de leurs difficultés, il nous était impossible de leur venir en aide efficacement.

Dans ce mémoire, nous faisons part de notre recherche et de nos résultats. Le chapitre suivant nous permettra de délimiter de façon plus spécifique le problème dont nous voulons traiter, et nous exposerons les questions de recherche autour desquelles s'est articulé notre travail. Afin de bien comprendre la problématique

de la présente étude, nous présenterons dans le troisième chapitre la recension des écrits qui a orienté notre recherche. La description de l'outil de mesure de même que la démarche méthodologique que nous avons adoptée lors de son administration seront présentées dans le quatrième chapitre de ce mémoire. Les résultats obtenus seront ensuite décrits au chapitre cinq et finalement, le sixième chapitre sera consacré à l'interprétation et à la discussion de ces résultats. Nous exposerons une brève conclusion à cette étude dans le septième chapitre.

CHAPITRE 2

PROBLÉMATIQUE

2.1 Objectifs de l'étude

Le lien entre la compétence linguistique et la performance en mathématique est une problématique si vaste qu'une exploration restreinte du domaine s'impose. Nous avons élu de nous limiter à quatre aspects distincts du rapport qui existe entre la compétence en lecture et la résolution de problèmes mathématiques. D'abord, nous tenterons de cerner ce qui est particulier à la mathématique en ce qui concerne le style d'écriture utilisé. Puis, nous déterminerons les facteurs lexicaux et syntaxiques ayant de l'impact sur la compréhension linguistique du texte des énoncés mathématiques. Finalement, nous tenterons de déterminer le rôle des connaissances antérieures rattachées aux mises en situation des problèmes écrits en mathématique.

Nous avons décidé de restreindre notre recherche au seul domaine de la résolution de problèmes mathématiques pour deux raisons pratiques. D'abord, les textes accompagnant les problèmes à résoudre en mathématique, relativement courts, nous permettaient d'isoler plus facilement chacune des variables linguistiques que nous voulions étudier. Ensuite, la structure des problèmes à résoudre est conçue pour diriger l'élève vers une démarche qui mène à une réponse précise. Ainsi, ce type de texte nous apparaît tout à fait approprié pour mesurer la compréhension de l'énoncé, car il suffit de suivre le raisonnement de l'élève pour savoir d'où

provient l'erreur, notamment si elle se situe au niveau de la compréhension linguistique de l'énoncé ou des notions reliées à la mathématique.

Notre intuition, de même que notre expérience en tant qu'enseignante, nous portent à croire qu'au cœur des difficultés mathématiques vécues par les élèves issus des classes d'accueil se trouve la maîtrise de la langue, plus précisément celle de la compétence en lecture. L'objectif premier de cette étude consiste à déceler les sources de difficultés linguistiques qui pourraient potentiellement influencer la performance en mathématique de tous les élèves en général et des élèves néo-Québécois — les élèves immigrants qui parlent le français et qui sont dans les classes du système scolaire régulier — et allophones — les élèves qui sont en apprentissage du français en vue d'intégrer le système scolaire régulier — en particulier. Nous avons donc fait une recension des écrits dans le domaine de l'interaction entre les connaissances linguistiques et la performance mathématique. De toutes les études consultées, quelques-unes nous ont particulièrement marquée, car elles nous ont permis de confirmer notre intuition et d'orienter notre recherche. Il s'agit du travail de Clarkson (1991) et de Mestre (1988), deux recherches effectuées auprès d'élèves étudiant la mathématique en langue seconde, du travail de Wasserer et Boule (1987) et de Shorrocks-Taylor et Hargreaves (1999), deux équipes de chercheurs qui ont consulté de volumineux corpus de textes provenant de manuels de mathématique, et finalement du travail d'Abedi et Lord (2001), chercheurs qui ont mené une étude auprès d'élèves américains anglophones et allophones sur l'effet de la simplification linguistique d'énoncés en résolution de problèmes. Tous ces chercheurs affirment que les énoncés mathématiques comportent des difficultés linguistiques propres au style d'écriture utilisé qui nuisent proportionnellement à la compréhension linguistique du texte des énoncés des problèmes quant à l'habileté en lecture et à la maîtrise de la langue en général.

À ce propos, nous avons décidé de suivre le design de recherche d'Abedi et Lord (2001), c'est-à-dire de mesurer puis de comparer la performance d'élèves au regard de la force en mathématique, du milieu socio-économique et du niveau de maîtrise du français, selon qu'ils ont à résoudre un problème simplifié ou non simplifié à l'aide de certaines variables linguistiques précises. D'après la définition d'Abedi et Lord, un énoncé linguistiquement simplifié est une mise en situation de problème mathématique qui a été modifiée selon une variable linguistique particulière dans le but de faciliter la compréhension linguistique du texte proposé. Du moins, c'est l'hypothèse que ces chercheurs ont avancée et qui s'est avérée pour certaines des variables linguistiques qu'ils ont mesurées.

Concernant les variables linguistiques choisies, nous avons décidé de ne mesurer que cinq variables linguistiques. Nous avons jugé que dix problèmes, soit deux problèmes par variable dont l'un simplifié et l'autre non simplifié, constitueraient un examen relativement long en rapport avec la capacité de concentration des élèves. Pour éviter des biais causés par la fatigue, nous nous sommes limitée à cinq variables. En nous basant sur les résultats d'Abedi et Lord (2001) et sur la fréquence des diverses variables linguistiques retrouvées problèmes rencontrés des divers manuels scolaires québécois consultés, nous avons fait un choix parmi toutes les variables proposées. Nous allons donc évaluer l'influence de la polysémie, de la fréquence des mots, de l'anaphore assurée par le pronom *en*, des questions complexes et des connaissances antérieures sur la compréhension en lecture et par conséquent, sur la performance en mathématique.

Dans le cadre de l'évaluation des effets de la simplification linguistique sur la compréhension en lecture, nous avons décidé de comparer des groupes d'élèves selon la force en mathématique, le milieu socio-économique et le niveau linguistique. Pour ce qui est de la force en mathématique, nous avons divisé en deux la population en général, soit les plutôt faibles ayant 65 % et moins et les

plutôt forts ayant 66 % et plus de moyenne générale en classe. Le milieu socio-économique est également constitué de deux groupes d'élèves, soit ceux provenant d'un milieu défavorisé où le revenu familial moyen se situe autour de 20 000 \$ par année, et ceux provenant d'un milieu aisé où le revenu familial moyen se situe autour de 60 000 \$ par année. Quant au niveau de maîtrise de français, nous avons créé trois groupes distincts. D'abord, il y a les élèves provenant des classes d'accueil, qui ont un niveau de maîtrise de la lecture en français de base, c'est-à-dire qu'ils sont en fin de parcours et qu'ils sont donc prêts à se débrouiller dans des cours de français réguliers. Le deuxième groupe est constitué d'élèves immigrants de 1^{re} génération (dont plusieurs proviennent des classes d'accueil, mais qui ont complété au minimum une année en classe régulière) et de 2^e génération, enfants d'immigrants qui sont nés ici, qui fréquentent le système scolaire régulier. Finalement, le troisième regroupement comprend des élèves qui ont tous en commun le français comme langue maternelle.

Maintenant que la problématique est établie et les termes définis, passons aux questions de recherche qui ont guidé notre étude.

2.2 Questions de recherche

La recherche portant sur le lien entre la compétence en lecture et la performance en mathématique soulève beaucoup de questions. Dans la présente étude, nous nous limiterons à ces quelques questions de recherche auxquelles nous tenterons de répondre :

- 1- La compétence linguistique affecte-t-elle la compréhension des mises en situation accompagnant les problèmes à résoudre en mathématique? Si tel était le cas, dans quelle mesure affecterait-elle en général la performance en résolution de problèmes mathématiques des diverses

catégories d'élèves, c'est-à-dire des élèves provenant des classes d'accueil, de classes régulières allophones et francophones?

2- Quelles variables linguistiques affecteraient le plus la compréhension des mises en situation accompagnant les problèmes à résoudre en mathématique?

3- Dans quelle mesure la simplification des mises en situation accompagnant les problèmes à résoudre en mathématique pourrait-elle favoriser la réussite en général en résolution de problèmes?

4- Le fait de simplifier les mises en situation accompagnant les problèmes à résoudre pourrait-il affecter la performance des élèves forts en mathématique?

Dans le prochain chapitre, nous exposerons en détail le contenu de notre recension des écrits et les hypothèses de recherche qui en découlent.

CHAPITRE 3

REPÈRES THÉORIQUES

Comme il s'agit ici d'une recherche qui porte sur une problématique complexe qui implique à la fois la lecture, les élèves en L2, la performance scolaire en général et la performance en mathématique en particulier, nous avons cru bon d'organiser la recension des écrits en plusieurs volets et sous-volets afin de traiter en détail chaque composante. Nous avons élu de commencer par le plus général, la compétence en lecture, et, d'y rajouter une série d'autres facteurs, dont les difficultés lexicales, syntaxiques et morphologiques des problèmes mathématiques, les difficultés d'adaptation culturelle vécues par les élèves qui arrivent d'autres pays et d'autres systèmes scolaires. Nous en arrivons ainsi au cœur de notre problématique, celle des élèves en L2 aux prises avec un système symbolique, celui de la mathématique, présenté par le biais d'un deuxième système symbolique, celui du français, qui est plus ou moins bien maîtrisé.

3.1 Lecture en langue maternelle et en langue seconde

Au Canada, les difficultés scolaires des élèves immigrants constituent un phénomène bien documenté. Un rapport publié pour le compte de gouvernement fédéral intitulé :

Les enfants d'immigrants : comment se débrouillent-ils à l'école? apporte des données à ce sujet. Ce rapport s'inspire des résultats de recherche de Statistiques Canada (2004), qui, en s'appuyant sur les données de l'Enquête longitudinale nationale sur les enfants et les jeunes (ELNEJ), a évalué le rendement scolaire de 1994 à 1998 des enfants qui sont nés au Canada de parents immigrants et y a constaté leur retard scolaire notamment en lecture. On y apprend notamment que la plupart des élèves ont rattrapé ce retard vers la fin du primaire, corroborant ainsi les propos de Collier (1989) et McLaughlin (1992) qui soutiennent qu'une période de cinq à sept ans serait suffisante pour combler le retard. Au Québec, aucune étude ne semble faire de distinction entre les élèves d'accueil nouvellement intégrés et les allophones nés au pays. Ce constat suggère qu'il n'y aurait aucune différence perceptible entre ces deux catégories d'élèves. Pourtant, nous avons l'intuition qu'il devrait y avoir des caractéristiques et des besoins propres aux élèves issus des classes d'accueil et aux autres allophones. C'est pour cette raison que nous avons l'intention de comparer la performance de chacune de ces catégories en résolution de problèmes pour tenter d'identifier les faiblesses particulières à chacun de ces groupes menant peut-être à des solutions adaptées à chaque situation.

3.1.1 Seuil lexical

D'autre part, les résultats de recherche en langue seconde nous indiquent très clairement que les élèves qui arrivent au Québec sans aucune connaissance du français et qui fréquentent les classes d'accueil pendant la période maximale de deux

ans n'intègrent pas les classes régulières avec suffisamment de mots de vocabulaire pour lire et comprendre la plupart des textes de leurs manuels scolaires. Selon Giasson (1990, 1995), l'acquisition du lexique chez les élèves moyens en langue maternelle se ferait à un rythme d'environ 1000 mots par année, dont environ 300 auront été enseignés en classe. Ce nombre peut varier d'un individu à l'autre, pouvant aller jusqu'à 5000 mots par année chez les plus doués, expliquant ainsi des écarts lexicaux qui peuvent s'observer dans les classes. Un élève québécois moyen devrait posséder à son entrée en première année du secondaire au minimum 6000 mots de lecture appris en classe, en plus d'un lexique d'au moins 10000 à 12000 mots acquis dans le quotidien par d'autres sources comme le milieu familial, la communauté, la télévision, l'Internet et les lectures personnelles, etc. Par contraste, un élève immigrant qui arrive au Québec à l'âge de 12 ans et qui commence à apprendre le français dans une classe d'accueil aurait acquis entre 1000 et 2000 mots de la langue d'enseignement au moment d'intégrer le système scolaire régulier (Giasson, 1995).

De plus, la recherche en langue seconde indique que même un élève allophone très performant qui aurait réussi à apprendre 2000 mots en deux ans ne posséderait pas suffisamment de mots pour comprendre les textes qui sont à lire au niveau secondaire (P. ex., Hsueh-Chao et Nation, 2000 ; Nation, 2001 ; Waring, 1990, Laufer, 1989 ; Corson, 1997). Nation et Waring (1997) arrivent à la conclusion très claire que même si les 2000 mots connus représentaient 80 % des mots d'un texte à lire en anglais, l'élève allophone n'arriverait pas à décoder les informations convenablement.

With a vocabulary size of 2,000 words, a learner knows 80% of the words in a text which means that 1 word in every 5 (approximately 2 words in every line) are unknown. Research by Liu Na and Nation (1985) has shown that this ratio of unknown to known words is not sufficient to allow reasonably successful guessing of the meaning of the unknown words. (Nation et Waring 1990, p.8)

Quoi qu'il en soit, le déficit lexical des élèves allophones persiste longtemps. Pour les élèves immigrants qui arrivent au Québec déjà scolarisés dans leur langue maternelle, les difficultés éprouvées en lecture en français qui sont largement attribuables à leurs lacunes lexicales finiront par disparaître après qu'ils aient été exposés un certain temps à un vocabulaire varié (Collier 1989). Par contre, pour les élèves immigrants sous-scolarisés, les lacunes en lecture constituent un problème majeur qui nécessite beaucoup plus que de l'enrichissement lexical, comme nous le verrons dans la prochaine section.

3.1.2 Seuil de scolarité

Lorsqu'un élève immigrant doit apprendre une nouvelle langue avant de s'adapter à son nouveau milieu de vie et scolaire, on est en droit de s'attendre à un ralentissement momentané — c'est-à-dire jusqu'à ce qu'il acquiert une certaine aisance à l'oral et en lecture — des apprentissages et voire même de la performance. Or, si l'élève immigrant a été peu ou pas scolarisé dans son pays d'origine avant son arrivée au Canada ou s'il éprouve déjà des difficultés d'apprentissage, les problèmes qu'il connaît en lecture en langue seconde sont systématiquement accrus. Au Québec, on

accorde à ces élèves dits sous-scolarisés deux ans pour non seulement apprendre un minimum de mots pour se débrouiller comme les autres néo-Québécois, mais également à lire, à écrire et parfois même à compter (MELS, 2005). Compte tenu du retard accumulé par ces jeunes pour toutes sortes de raisons, on pourrait déjà imaginer aisément l'ampleur du défi pour ces élèves qui leur permettrait de combler leur retard dans leur langue. Pourtant, ces derniers doivent par la suite s'adapter à un nouveau milieu lors de leur intégration en plus d'avoir à apprendre une multitude de concepts nouveaux, et ce, sans pouvoir avoir recours à la langue écrite comme appui à l'apprentissage et souvent à leurs connaissances antérieures.

Selon une étude statistique du MEQ (Ministère de l'Éducation du Québec) intitulée *Portrait scolaire des élèves issus de l'immigration : de 1994-1995 à 2003-2004*, tout élève ayant accumulé un an de retard ou plus est considéré en grand retard scolaire, qu'il soit sous-scolarisé ou qu'il éprouve des difficultés d'apprentissage, sans distinction. En 2003-2004, le nombre de ces nouveaux arrivants fréquentant l'école secondaire en grand retard scolaire se chiffrait à 45,6 %, soit 15 187 élèves en tout. En outre, les auteurs de la politique d'intégration scolaire et d'éducation culturelle du MELS (Ministère de l'Éducation des Loisirs et du Sport) *Une école d'avenir. Prendre le virage du succès* étayent ces données en ajoutant que :

Les élèves de l'immigration sont proportionnellement plus nombreux que l'ensemble des élèves à accuser un retard scolaire. [...] Enfin, le retard scolaire est plus important parmi les élèves nouvellement arrivés que parmi

ceux qui n'en sont pas à leur première année dans le système scolaire québécois. (MEQ 1997, p.30)

Qui plus est, l'obstacle que représente le retard scolaire semble à peu près insurmontable, et très souvent les élèves sous-scolarisés quittent l'école avant de pouvoir maîtriser le français. Le *Portrait scolaire des élèves issus de l'immigration : de 1994-1995 à 2003-2004* est très éloquent à ce sujet :

D'autres élèves immigrants et immigrantes qui arrivent au cours de la scolarisation au secondaire risquent de ne pas obtenir leur diplôme au secteur des jeunes et doivent poursuivre leur scolarisation au secteur des adultes. [...] ce qui signifie un nouveau déracinement et une nouvelle adaptation. Or, les élèves ne parviennent pas plus facilement à obtenir leur diplôme au secteur des adultes. (MELS 2005, p.10)

Comme nous avons pu le noter jusqu'à présent, l'adaptation des élèves néo-Québécois dans les classes régulières du secondaire est jalonnée d'obstacles dont le plus difficile à franchir serait le retard scolaire. En outre, plus les élèves arrivent vieux, plus leur chance de décrocher un diplôme s'amenuise, car les obstacles, telles les exigences en français de plus en plus élevées au fur et à mesure du parcours scolaire, la lenteur de leur progression, etc., s'accumulent et allongent d'autant le temps d'étude requis pour l'obtention du diplôme (MELS, 2005). Le problème ne semble pas se résorber à l'éducation aux adultes, bien au contraire, car en plus d'être confrontés aux mêmes difficultés qu'à l'école secondaire, ces jeunes adultes ne

reçoivent plus l'encadrement ni l'aide adaptée à leurs besoins (MELS, 2005). Par conséquent, l'obtention d'un diplôme, qui plus est en langue seconde, représente une tâche colossale, voire un but inaccessible pour plusieurs d'entre eux. Dans ces conditions, ce n'est pas surprenant qu'ils décrochent souvent avant d'avoir obtenu un diplôme.

Maintenant que sont définis les principaux concepts relatifs à la lecture en langue maternelle et en langue seconde, la question suivante consiste à savoir quelles sont les particularités propres à la compréhension des textes qui ont trait à la mathématique.

3.2 Lecture des textes mathématiques

Ayant démontré dans la partie précédente un lien clair entre l'habileté en lecture et la réussite scolaire, nous avons aussi découvert que plusieurs chercheurs, dont Cocking et Chipman (1991) et Mestre (1991), croient que l'habileté en lecture augmenterait proportionnellement les chances de réussite en mathématique. Par contre, d'autres chercheurs tels que Castellani (1995), Wasserer et Boule (1987) ou Clarkson (1991) ajoutent que la complexité textuelle propre aux textes mathématiques de même que la méconnaissance du vocabulaire technique constitueraient des obstacles aussi importants en compréhension linguistique des textes des énoncés que la compétence en lecture, pour les lecteurs tant en langue maternelle qu'en langue seconde. En langue seconde, des chercheurs comme Droop et Verhoeven (1998) affirment que le

contenu culturel de ces textes constitue un facteur déterminant dans la compréhension des textes.

En d'autres termes, la compréhension des mises en situation des problèmes mathématiques ne se résume pas qu'à l'habileté en lecture ; elle serait en fait influencée par le texte lui-même, c'est-à-dire par le style d'écriture utilisé, l'emploi de mots techniques relatifs à la mathématique tout comme par le contenu culturel propre à chaque énoncé. Quelle est l'influence de l'habileté en lecture sur la compréhension des textes relatifs à la mathématique? Qu'est-ce qui caractérise le contenu linguistique de ce type de textes? Voilà les principales questions qui constitueront le fil conducteur de la prochaine section.

3.2.1 Transposition des difficultés en lecture à la lecture des textes mathématiques

Les chercheurs qui ont exploré les liens qui existent entre la lecture et la réussite en mathématique arrivent à peu près tous à la conclusion que l'habileté en lecture de l'élève a un impact important sur sa capacité de résoudre les problèmes mathématiques qui lui sont présentés par écrit. Autrement dit, à compétences mathématiques égales, un bon lecteur et un lecteur faible n'obtiendraient pas les mêmes résultats face à la même série de problèmes mathématiques s'il faut décoder un texte afin d'arriver à la solution. Ici, nous pouvons citer la conclusion tirée par

Cocking et Chipman (1991) dans leur revue de la littérature traitant des problèmes rencontrés par les élèves provenant de minorités linguistiques.

Although general intelligence can account for a proportion of the common variance between math and verbal ability, [...] the majority of the correlations between math ability and general intelligence drop considerably when reading ability is partialled out. [...] In the general population, a positive relationship between math achievement and verbal ability has been documented over the school grade range. (Cocking et Chipman 1991, p. 23-25)

Il y a également Konior (1993), dans son analyse de plus d'une centaine de textes mathématiques, qui arrive à la conclusion qu'il existe une corrélation positive entre la performance en lecture et celle en mathématique. Il soutient que tout élève ne possédant pas une connaissance suffisante de la langue naturelle éprouvera des difficultés à comprendre le langage mathématique. Bernhardt et Kamil (1995) arrivent à une conclusion semblable dans une étude menée auprès d'étudiants en espagnol de l'académie de l'armée de l'air des États-Unis qui avait pour objectif de déterminer si les difficultés en lecture éprouvées par les apprenants en langue seconde étaient de nature langagière ou provenaient du manque d'habileté en lecture. À la suite de leur expérimentation, ils ont constaté que la compétence en lecture en langue maternelle chez ces élèves constitue un indicateur de la performance en lecture en langue seconde.

Mestre (1988), dans son étude portant sur les difficultés en mathématique des élèves hispanophones des États-Unis, a trouvé que tout élève présentant des lacunes en lecture se voit désavantagé dans son processus d'apprentissage de la mathématique, et ce, particulièrement en ce qui concerne la résolution de problèmes écrits, car cela nécessite la compréhension de deux systèmes de symboles.

Two of these language proficiency categories, namely technical language proficiency and symbolic language proficiency, are domain dependent. To develop problem-solving skills in a specific domain, one must become proficient in these two "languages" within that domain. However, there is a catch to learning these two languages: proficiency in the first category, namely English language proficiency, is likely to mediate the learning of the technical and symbolic languages. (Mestre, 1991, p. 216)

Il ajoute :

In summary, language proficiency affects problem solving, especially in tasks that require substantial amounts of language processing, as in solving math word problems. Bilingual students whose language proficiency level is below that of their monolingual counterparts face disadvantages, such as misinterpreting the meaning of the problems, and reading speeds slow enough to interfere with performance in timed problem-solving tasks. (Mestre, 1991, 217)

Il y a donc un fort consensus chez les chercheurs à savoir qu'un lien très étroit existe entre la capacité en lecture et la capacité en résolution de problèmes mathématiques, surtout chez les jeunes pour qui la langue parlée à maison n'est pas la langue de

scolarité. Par contre, il y a moins d'unanimité en ce qui concerne les rapports de causalité établis par les chercheurs. Certains se limitent à l'association mauvais lecteur – mauvaise performance en résolution de problèmes de mots. D'autres pensent que ces mauvaises performances seraient également attribuables à la complexité des textes eux-mêmes.

3.2.2 Rôle de la complexité textuelle

Léger et coll. (2002), Fry (2002) et Gagatsis et coll. (1999) proposent que la difficulté en lecture ne soit pas le seul facteur en jeu dans la compréhension des textes mathématiques; la complexité du texte serait aussi en cause.

Communication in the mathematics classroom is a very complex process, in which various problems of understanding intervene (see Sierpiska, 1991). These problems are partly due to the nature of the language of mathematics and partly to the readers or (listener) herself and her autonomy in front of the text or the mathematical message in question. (Gagatsis et coll., 1999. p. 207)

Afin de cibler les éléments qui déterminent le degré de complexité d'un texte, nous avons consulté plusieurs études traitant de la lisibilité linguistique et des stratégies de lecture. De Corte et Verschaffel (1991) dans leur revue de la littérature traitant des facteurs qui pourraient influencer la résolution de problèmes comprenant des additions et des soustractions affirment que la structure sémantique, l'ordre de présentation de même que la clarté des énoncés, représenteraient les obstacles

linguistiques majeurs en résolution de problèmes. Shorrocks-Taylor et Hargreaves (1999) étayent ce propos en ajoutant que certaines constructions particulières compliquent la compréhension linguistique du texte, dont les structures passives, les nominalisations de verbes actifs, les propositions relatives, et les pronoms anaphoriques.

Wasserer et Boule (1987) mentionnent que les adverbes que nous retrouvons la plupart du temps dans les mises en situation et les consignes en mathématique consistent en des organisateurs logiques ou temporels, dont les plus fréquents (*par la suite, si et si seulement, parce que, premièrement*) sont rarement employés à l'oral ou même dans les textes courants. L'utilisation de ces marqueurs de relation a pour effet d'abord de confronter le lecteur à des termes relativement rares, puis de complexifier la structure syntaxique. Voici un exemple démontrant la complexité syntaxique de certaines consignes dans lequel nous retrouvons peu de verbes, ce qui nous donne l'impression que la phrase est incomplète.

Trace un angle aigu BAC et une droite d_1 , qui coupe les côtés AB et AC de l'angle, respectivement aux points D et E. (Asselin., Buzaglo et Buzaglo 1993, p. 52)

Dans l'exemple suivant, remarquons l'emploi d'adverbes organisateurs temporels ou logiques de même que la longueur impressionnante des extensions des groupes nominaux qui ont pour effet de compliquer l'énoncé.

Lorsque Martine a quitté Québec en direction de Montréal, *qui se trouve à une distance de 256 km*, le réservoir de sa voiture était plein. *Après* avoir parcouru les 4/5 du trajet, elle s'arrête et fait le plein du réservoir avec 32 litres d'essence. Combien de kilomètres au litre a-t-elle parcourus en moyenne depuis son départ *jusqu'au moment* où elle a fait le plein? (Asselin, Buzaglo et Buzaglo 1992, p. 199)

Wasserer et Boule (1987) affirment que beaucoup d'énoncés contiennent des structures de phrases passives. De cette façon, les objets deviennent clairement identifiables, ne laissant aucune place à l'interprétation. Cependant, ces structures ont le désavantage de ne pas être lisibles de façon linéaire, soit le sujet de l'action, l'action et ses compléments, comme il est courant à l'oral. Cette structure inhabituelle pourrait amener le lecteur faible vers de fausses hypothèses et provoquer l'incompréhension du message à l'étape de la compréhension linguistique du texte. Prenons l'exemple suivant :

Le réseau de pistes de motoneige a une longueur totale de 12 340 km. Ce réseau est entretenu à 67 % par des clubs privés, les autres pistes étant entretenues par les municipalités. Combien de kilomètres les municipalités doivent-elles entretenir? (Soulière 1992, p. 56)

Comme nous pouvons le constater, plusieurs données sont déplacées par rapport à la position qu'elles occuperaient dans une structure active du type SVO (sujet, verbe, objet). Qui plus est, il y a une forme passive doublée d'un gérondif dans la deuxième proposition.

Dans son article portant sur le type de langage utilisé en mathématique, Laborde (1990) affirme que le style utilisé dans des écrits mathématiques représenterait une des difficultés syntaxiques importantes quant à la compréhension des textes accompagnant la mathématique. Dans un premier temps, l'objectivité de même que le souci de précision et de concision imposeraient selon elle un style d'écriture où la voix passive et la nominalisation complexe seraient souvent présentes ainsi que plusieurs noms comportant des compléments du nom sur complément du nom et des groupes nominaux très longs, renfermant souvent des adjectifs qui demanderaient eux-mêmes des compléments. Elle ajoute que ce style d'écriture ne correspond pas au niveau linguistique auquel les élèves du primaire ou du 1^{er} cycle du secondaire sont habituellement exposés. Ce constat est corroboré par Zakhartchouk (1999) dans son livre comportant une revue de la littérature sur la compréhension des énoncés, des consignes et des solutions concrètes à apporter pour améliorer la performance des élèves dans la lecture de ces derniers. Il ajoute que cette différence représenterait l'une des plus grandes difficultés pour la compréhension linguistique du texte.

Castellani (1995) conclut que la structure grammaticale utilisée en mathématique est très différente du style littéraire et de celui des autres textes courants, car le texte littéraire dans sa structure et sa syntaxe est relativement proche de la langue orale alors que les écrits en mathématique en sont très éloignés. En plus d'être beaucoup plus concis, les énoncés mathématiques sont constitués de trois codes simultanément soit le français, le langage mathématique et les symboles. Contrairement à la lecture des textes courants, la lecture des textes mathématiques en général est holistique et non linéaire et ne peut donc se faire que de façon globale.

La lecture est surtout globale et souvent sans rapport avec l'oral (96 ne se lit pas « neuf-six », mais « quatre-vingt-seize » alors qu'il n'y a ni 4, ni 20, ni 16) : on ne peut pas lire « linéairement » $1 < a < 7$ mais « a compris entre un et sept, bornes exclues ». (Wasserer et Boule (1987) p. 35)

En plus de représenter des complications au niveau de la syntaxe, le style utilisé dans les énoncés exigerait des élèves de posséder certaines stratégies de lecture globale propres à la mathématique. Pour des lecteurs faibles, le défi est déjà de taille; ajoutons les problèmes reliés à l'acquisition de la langue et nous pouvons facilement saisir l'importance de ce handicap et de l'impact qu'il pourrait représenter chez les lecteurs en L2, et plus encore chez les sous-scolarisés.

3.2.3 Rôle des exigences lexicales d'un vocabulaire technique

Au cours de notre recension des écrits, nous avons noté l'importance attribuée aux difficultés lexicales posées par les termes techniques en mathématique. Durkin et

Shire (1991) signalent les problèmes engendrés par les ambiguïtés linguistiques fréquemment rencontrées dans les textes mathématiques par les enfants. Tack (1995) mentionne la présence de mots polysémiques, la présence d'homonymes (homophones et homographes), l'utilisation de termes abstraits et l'utilisation de certaines expressions figées comme difficultés lexicales ayant un impact sur le succès des élèves en lecture. Après avoir étudié attentivement le *National Curriculum Mathematics Test Key Stage 2* pour découvrir quelles variables linguistiques étaient susceptibles de nuire à la compréhension des diverses tâches présentées dans les mises en situation des problèmes à résoudre, Shorrocks-Taylor et Hargreaves (1999) ajoutent à la liste précédente la fréquence et le degré de familiarité des mots utilisés, la longueur des mots, la valeur sémantique du mot et son degré d'abstraction. Clarkson (1991), dans sa recherche menée auprès d'élèves de Nouvelle-Guinée qui étudiait la performance de ceux-ci en mathématique lorsque cette matière leur était présentée en anglais, leur langue seconde, prétend qu'une lacune en vocabulaire technique constituerait la seule variable linguistique qui aurait une influence appréciable et mesurable.

Ellis (2002) dans sa recension des écrits portant sur les effets de la fréquence des mots sur la compréhension de la langue a répertorié des sources supplémentaires de difficulté. Il s'agit du degré de fréquence et de familiarité des mots utilisés, de la longueur des mots, de la valeur sémantique du mot, du degré d'abstraction, de même que de la polysémie.

Pour sa part, Castellani (1995), dans son livre qui analyse les particularités des divers types de textes de toutes les matières enseignées au secondaire, s'est intéressé tout particulièrement à l'ensemble du discours utilisé en mathématique dans l'un de ses chapitres. À partir d'une revue de la littérature, il tire la conclusion que la concision, règle de base de tout énoncé mathématique, donne lieu à l'utilisation de termes polysémiques. Ce sont ces termes qui créent de la confusion au moment la compréhension linguistique du texte. Castellani indique que la polysémie serait la plus grande difficulté en ce qui a trait au lexique. D'ailleurs, une section entière de son chapitre sur les énoncés en mathématique y est consacrée, surtout sous forme d'exercices de sensibilisation à cette difficulté. À titre d'exemples, voici quelques erreurs classiques rencontrées en résolution de problèmes dans la littérature consultée dans la section de son livre portant sur la lecture et la mathématique.

Il est bien connu que beaucoup d'élèves s'empressent de poser une addition dès qu'apparaissent, dans un énoncé de problème, les mots *somme*, *total* ou *addition*. Ainsi, pour répondre à la question : *Combien de timbres peut-on acheter avec une somme de cinquante francs, si les timbres sont à 2,40 F? s'ils sont à 2,80 F?*, beaucoup se demande ce qu'il faut d'abord ajouter. (Castellani 1995, p. 49-50)

Ce dernier conclut que pour améliorer les performances des élèves, nous devrions non seulement enseigner explicitement les termes techniques en mathématique, mais également mener les élèves à prendre conscience du concept de la polysémie.

Parallèlement, Wasserer et Boule (1987) observent qu'il y aurait aussi un décalage marqué entre la fréquence des mots employés dans les textes courants et ceux utilisés dans le discours mathématique. Selon les chiffres tirés de cette étude dans laquelle ils ont analysé le contenu lexical et syntaxique d'un corpus important de textes reliés à la mathématique, les 35 mots les plus fréquents en mathématique tels qu'*ensemble*, *pouvoir*, *nombre*, *relation*, *application*... ne comptent pas parmi les plus fréquents en français alors que les 35 mots les plus fréquents dans les textes courants tels que *je*, *pas*, *vous*, *ça*, *ne*, *mais*, *elle*, *dire*, *y*, *me*, *se*, *aller*, ne font pas partie des 35 mots les plus fréquents en mathématique. En guise d'exemple, voici un problème recueilli dans un manuel de mathématique québécois de première secondaire qui contient à la fois des difficultés lexicales, tant de polysémie que de fréquence des mots, en plus d'anaphores et d'utilisation du passif.

La *masse volumique* d'un objet est le *rapport masse-volume*. La *masse volumique* de l'eau pure est de 1. Un *corps* qui a une *masse volumique supérieure* à celle de l'eau *s'enfonce* dans l'eau. Si sa *masse volumique* est *inférieure* à celle de l'eau, il flotte. *Lesquels* des corps flottent sur l'eau? Ces *données* sont exprimées en gramme par centimètre cube. (Breton 1993, p.136)

Après analyse de cette mise en situation dans le *French Web Vocabulary Profiler* en ligne (http://www.er.uqam.ca/nobel/r21270/cgi-bin/F_webfreqs/web_vp.html), nous avons constaté que seulement 72,1 % des mots contenus dans cette mise en situation étaient des mots contenus dans la banque des 1000 mots les plus communs et 14,7 % des mots ne faisaient pas partie des 3000 mots les plus communs. En d'autres termes, ces résultats suggèrent que ce texte aurait un niveau de difficulté lexicale équivalant à un article spécialisé publié dans une revue scientifique destinée aux chercheurs universitaires.

Wasserer et Boule ajoutent que les textes mathématiques se distinguent des textes oraux et des textes narratifs par le fait qu'ils comprennent peu de verbes, mais beaucoup de noms et d'adjectifs précisant la nature du nom. Par exemple, lorsqu'il est question de formes, un adjectif comme *géométrique*, pourrait se greffer au nom pour indiquer de quel genre de forme il s'agit précisément. Par opposition, le discours oral comporte beaucoup de verbes d'action et ses adjectifs ou ses compléments de nom décrivent surtout des impressions et des sentiments qui sont eux souvent précisés par des adverbes de manière. Ces particularités lexicales propres aux textes liés à la mathématique expliqueraient en bonne partie l'écart important entre ces derniers et le discours courant et par conséquent les difficultés qui en découleraient en situation de résolution de problèmes.

S'il est vrai que le triple code utilisé dans les énoncés mathématiques de même que la polysémie compliquent énormément la tâche pour les élèves faibles en lecture, le fait que les 35 mots les plus fréquents en mathématique ne fasse pas partie du vocabulaire acquis en classe d'accueil constituerait une difficulté supplémentaire tant pour les élèves néo-québécois que pour les élèves allophones. On est donc en droit de penser qu'enseigner explicitement ces mots, en plus des termes techniques reliés à la mathématique, améliorerait la compréhension des énoncés, et par conséquent la performance.

3.2.4 Biais culturel

Même s'il y a un large consensus quant à l'importance que revêtent les stratégies de lecture et du style utilisé dans les énoncés mathématiques en compréhension de lecture, certains chercheurs, dont Cornaire (1988 et 1999) et Castellani (1995), affirment que la connaissance et l'intérêt du sujet traité auraient un impact tangible sur la compréhension d'un texte. Dans le huitième chapitre de son livre où elle dresse la liste des solutions à apporter pour aider les élèves à améliorer leur capacité de lecture, elle soutient qu'un texte intéressant est adapté au niveau linguistique du lecteur ciblé et tient compte de ses connaissances antérieures.

Par exemple, un étudiant débutant qui connaît bien le domaine référentiel d'un texte rencontrera habituellement peu de difficultés lexicales, même si une formule de lisibilité avait auparavant classé ce texte comme difficile pour ce niveau particulier. Il s'ensuit qu'un des premiers critères à considérer dans le

choix des textes serait peut-être le caractère familier d'un domaine ou d'un sujet ou l'intérêt qu'il suscite. (Cornaire 1999, p. 104)

Selon plusieurs recherches tels les articles de Tardif et Gaouette (1986a et b) décrivant les stratégies visant à l'amélioration de la lecture ainsi que la recension des écrits de Racle (1988) portant sur le lien entre la compréhension en lecture et les connaissances antérieures, un apprenant qui n'a pas les connaissances antérieures nécessaires pour comprendre le thème global d'un texte éprouvera beaucoup de difficultés à en lire le contenu.

La notion de connaissances antérieures a été explorée plus en détail par Droop et Verhoeven (1998) qui ont évalué le rôle joué par les connaissances culturelles dans la compréhension d'un texte. Dans le cadre de leur recherche, ils ont recruté des élèves hollandais de troisième année et d'autres provenant de la minorité turque et marocaine. Ils ont présenté à ces élèves six textes, dont deux comportaient des sujets en lien avec la culture hollandaise, deux avec la culture islamique générale et deux culturellement neutres, de deux différents niveaux de complexité linguistique. Les résultats ont démontré que lorsqu'un sujet faisait référence à la culture maternelle du lecteur dans une langue seconde, les participants réussissaient mieux que dans des textes à contenu « culturellement neutre », et ce, quel que soit le niveau de difficulté du texte en question.

The study gives evidence that cultural background knowledge affects not only the comprehension score and the recall of the text propositions, but also the reading efficiency of children acquiring literacy in a first language. (Droop et Verhoeven 1998, p. 266)

En d'autres termes, si un problème comportait, par exemple, une mise en situation ayant trait au sirop d'érable et à la cabane à sucre, l'apprenant qui ne connaîtrait pas ce sujet se verrait désavantagé par rapport à une autre élève quant à la compréhension du vocabulaire. Il risquerait de ne pas pouvoir répondre aussi bien à la question que si le contexte lui était plus familier, même si le contenu proprement mathématique se trouvait à sa portée. Or, si les références culturelles exercent de l'influence sur la compréhension des textes courants, tout porte à croire que celles-ci auraient des effets comparables en résolution de problèmes mathématiques.

Mesnager (1989) nous propose une autre variante possible à opposer au type de textes dits neutres : la spécialisation. Comme il l'explique dans la conclusion de son étude visant à valider l'efficacité d'une nouvelle formule de lisibilité, la spécialisation constitue tout le bagage de connaissances techniques que l'on acquiert dans un domaine précis, par opposition au bagage de connaissances générales qu'un individu devrait partager avec l'ensemble d'une même communauté. Dans l'extrait suivant, Mesnager effectue une comparaison de performance en lecture entre deux individus possédant un bagage lexical relativement équivalent qui néanmoins se distinguera justement en raison du sujet précis du texte choisi.

Les lecteurs ne sont pas seulement différents en *niveaux* de compétences, mais en qualités. Faites lire un article récent de *La recherche* sur la coévolution de certaines espèces animales à un professeur de sciences naturelles et à un juriste, vous constaterez sans surprise des différences de performances! (Mesnager 1989, p. 37)

À la lumière de ce que nous avons dit précédemment, nous pouvons supposer que les connaissances antérieures en matière du contenu culturel de la mise en situation d'un problème peuvent grandement influencer la performance en mathématique. Bien que cette variable ne soit pas mentionnée dans la plupart des études traitant des formules de lisibilité et des facteurs linguistiques qui s'y rattachent, nous avons décidé de créer dans notre outil de mesure une variable nouvelle mesurant les effets de la connaissance ou de la non-connaissance d'un sujet sur la compréhension des mises en situation des problèmes de mathématique.

3.3 Impact des interventions lecture-mathématique en milieu scolaire

Plus tôt dans la section traitant du rôle de la complexité textuelle, nous avons identifié les variables linguistiques qui pourraient avoir un impact sur la compréhension des énoncés mathématiques. Dans cette section, nous comparerons deux études qui ont été menées sur le terrain et qui visaient à mesurer l'impact de la simplification linguistique sur la performance en résolution de problèmes. Il s'agit de l'étude de Paul, Nibbelink et Hoover (1986) qui ont abordé ce sujet en testant l'influence des formules de lisibilité sur la compréhension des énoncés et celle d'Abedi et Lord

(2001) qui avait pour but d'expérimenter la simplification linguistique de facteurs de lisibilité isolés afin d'en comparer l'impact sur la performance en situation d'examen des élèves anglophone et non anglophone.

De façon plus précise, l'étude de Paul, Nibbelink et Hoover avait pour but de vérifier l'efficacité de formules de lisibilité afin de déterminer le degré de difficulté linguistique des mises en situation de problèmes mathématiques. Leur approche méthodologique consistait à calculer le degré de lisibilité de plusieurs problèmes de mathématique selon deux types de formules, soit la méthode *Vocabulary Control* (contrôle lexical) et la méthode *Sentence Control* (contrôle phrastique). Après avoir déterminé le niveau de difficulté des mises en situation selon ces deux critères, les chercheurs ont procédé à la simplification ou à la complexification de l'énoncé des problèmes mathématiques choisis pour leur expérimentation. Les modifications phrastiques ont été effectuées grâce à méthode Dale-Chall. Celle-ci consiste à prélever un échantillon de 100 mots à toutes les 50 pages d'un texte dont on veut mesurer le degré de lisibilité et à compter le nombre de phrases contenues dans chacun. Puis, il suffit de déterminer le nombre de termes qui sont considérés comme familiers selon la liste des 3000 mots les plus communs élaborée par Dall (Dall List) et de consulter son tableau d'interprétation pour connaître le degré de lisibilité linguistique. Après avoir mesuré le degré de lisibilité linguistique de chacun des problèmes choisis pour leurs études, les auteurs ont modifié le degré de difficulté du lexique de chaque mise en situation pour en créer deux nouvelles quasi identiques et

en arriver à la création d'un outil de mesure à trois niveaux pour chaque item : facile, moyen et difficile. Le but de l'expérimentation consistait à comparer les performances des élèves selon le degré de lisibilité linguistique, le niveau scolaire (1^{re} et 2^e année du primaire) et le contenu mathématique proprement dit de chacun des problèmes.

Comme la recherche de Paul, Nibbelink et Hoover n'a pas obtenu de résultats significatifs, nous croyons que les formules de lisibilité n'étaient probablement pas la façon la plus efficace de mesurer et de simplifier linguistiquement des énoncés, une opinion que partagent avec nous Samuel et Zakaluk (1996) dans leur critique des formules de lisibilité en ce qui concerne les textes courants. D'autre part, cela nous a confortée dans notre idée d'utiliser une approche méthodologique semblable à celle utilisée par Abedi et Lord (2001). Nous procéderons donc dans notre expérimentation à la simplification linguistique variable par variable, à l'aide de problèmes jumeaux.

Il nous paraît maintenant approprié de décrire en détail le travail d'Abedi et Lord (2001). Ces chercheurs ont réalisé une recherche expérimentale auprès d'élèves américains ayant pour but de comparer les résultats obtenus aux versions linguistiquement simplifiées et non simplifiées d'items évaluant les mêmes connaissances mathématiques. Pour ce faire, ils ont simplifié linguistiquement un examen standard de mathématique. Puis, ils ont créé deux tests différents, mais jumeaux, comprenant chacun une moitié de problèmes simplifiés et l'autre moitié de

problèmes non simplifiés et vice-versa. Ils ont par la suite comparé les performances individuelles et établi des comparaisons intergroupes relevant de la performance en général. Leurs sujets étaient 1 174 élèves de 2^e secondaire provenant de 39 classes différentes de 11 écoles de la région de Los Angeles. Ces participants étaient issus de milieux socio-économiques divers, dont environ 36 % bénéficiaient d'aide financière gouvernementale. Parmi eux, environ 31 % étaient allophones. Parmi les ethnies représentées, on comptait 36 % de Latino-américains, 26 % de Blancs américains, 19 % de Noirs américains, 16 % d'Asiatiques et le dernier groupe de 4 % était constitué de plusieurs ethnies mélangées. Il y avait 54 % de garçons et 46 % de filles. Ils ont tous été classés faibles, moyens ou forts en se basant sur le type de cours auxquels ils étaient inscrits (Honors algebra, Algebra, High mathematics, Average mathematics, Low mathematics, and ESL mathematics).

Pour simplifier linguistiquement l'examen, Abedi et Lord ont choisi six variables particulières. D'abord, ils ont changé le vocabulaire non mathématique rare pour des mots plus fréquents. Ensuite, ils ont transformé les formes passives à la voix active et ils ont raccourci autant que possible les groupes nominaux. Puis, ils ont transformé les phrases complexes en phrases simples. Finalement, les questions complexes ont été transformées en des questions simples et directes et les formes impersonnelles et abstraites ont été transformées en formes concrètes.

Abedi et Lord ont noté que les élèves en L2 et les élèves faibles et très faibles en mathématique de toutes catégories en L1 obtenaient de meilleurs résultats avec les problèmes simplifiés. Ils ont également remarqué que les élèves de milieux socio-économiques faibles avaient mieux réussi les items simplifiés que les items non simplifiés. Par contre, il y avait peu de différence entre la performance chez les élèves moyens face aux problèmes simplifiés et aux problèmes non simplifiés. Dans le cas des élèves forts, la simplification linguistique n'a eu aucun impact. En outre, ils n'ont constaté aucun effet négatif sur la performance en général occasionné par l'inclusion des problèmes linguistiquement simplifiés. Pour Abedi et Lord, ces résultats constituent la preuve solide qu'il existe bel et bien un lien étroit entre l'habileté en lecture, la complexité du texte et la performance en mathématique.

The students in low and average math classes had correspondingly low or average language comprehension skills, the small changes in the revised items could well have led to greater comprehension and greater relative improvement in their scores.

The findings here are also consistent with the view that inexperienced problem solvers, lacking highly developed semantic schemata for problem solving, rely more on the text (De Corte et coll., 1995); if it is indeed the case, we would expect that the complexity of the text would be a more significant factor for inexperienced and inexpert problem solvers. Our results support this view. (Abedi et Lord 2001, p. 232)

De cette recension, nous avons finalement retenu le cadre expérimental particulièrement prometteur mis au point par Abedi et Lord (2001) pour évaluer l'impact des connaissances linguistiques en anglais des élèves américains sur leur performance en mathématique. Nous avons ensuite adapté ce modèle au français et aux particularités du contexte québécois et nous avons mis notre version française à l'épreuve dans le milieu scolaire québécois.

3.4 Hypothèses de recherche

À la lumière des informations recueillies lors de la recension des écrits, nous formulerons les hypothèses de recherche générales suivantes :

- H1. La compétence en lecture a une influence directe et considérable sur la performance en mathématique, en particulier en résolution de problèmes. À la suite de leur expérimentation visant à mesurer l'effet de la simplification linguistique sur la compréhension en lecture, Abedi et Lord (2001) ont découvert que tous les participants de leur étude ont amélioré de façon inversement proportionnelle leurs performances ou les ont maintenues dans le cas des participants forts. À nos yeux, ces résultats constituent pour nous un indicateur de prédiction suffisant pour formuler cette hypothèse.
- H2. Les lacunes en lecture est en partie responsables des difficultés rencontrées par l'élève lors de la résolution de problèmes mathématiques. En d'autres

termes, l'élève possédant de faibles habiletés en lecture serait désavantagé en résolution de problèmes quelles que soient ses aptitudes en mathématique. À cet effet, nous formulons l'hypothèse suivante : le manque d'habileté en lecture nuirait considérablement à la compréhension des mises en situation accompagnant les problèmes mathématiques, ce qui aurait pour effet d'entraver le processus normal de résolution de problèmes avant même que l'élève traduise le langage naturel en langage mathématique.

- H3. La structure du texte utilisée dans les mises en situation, en général plus complexe que celles des textes courants, nuirait à la compréhension des énoncés et de la tâche à accomplir. De plus, le lexique souvent éloigné du lexique usuel des élèves constituerait une autre difficulté majeure pour leur compréhension de la tâche à effectuer et affecterait leur performance en résolution de problèmes.
- H4. Les catégories d'élèves les plus avantagés par la simplification linguistique seraient les élèves allophones provenant des classes d'accueil et régulières et les élèves faibles de toutes les catégories en mathématique, de même que ceux issus de milieux socio-économiques faibles, sans toute fois nuire à la performance des autres élèves. Les conclusions d'Abedi et Lord (2001) en ce qui concerne les élèves américains constituent à nos yeux une preuve assez

solide pour justifier qu'une telle hypothèse puisse se confirmer dans un contexte francophone comme celui de notre expérimentation.

Maintenant que la recension des écrits et les hypothèses de recherche ont été présentées, passons au chapitre suivant dans lequel nous décrivons la approche méthodologique que nous avons utilisée dans le cadre de notre expérimentation.

CHAPITRE 4

APPROCHE MÉTHODOLOGIQUE

Dans le domaine de la lecture, il existe une multitude de tests et d'outils de mesure visant à mesurer l'habileté en lecture. Pourtant, dans le domaine de la lecture en mathématique, rare sont les chercheurs qui ont effectué des études sur le terrain. Ce constat nous a amenée à comparer notre étude à plusieurs recherches dans des domaines variés plutôt qu'à une seule, car aucune ne correspond parfaitement à notre étude. À notre connaissance, il n'en existe aucune effectuée en français.

Afin de répondre le plus adéquatement possible à nos questions de recherches, nous avons décidé de créer un outil de mesure adapté à la réalité québécoise à partir du modèle proposé par Abedi et Lord (2001). Ce modèle d'outil de mesure comportait beaucoup d'avantages, dont le fait d'avoir été conçu pour comparer des élèves allophones avec des élèves de langue maternelle. De plus, la mesure des diverses variables linguistiques à l'aide d'une paire indépendante de problèmes à résoudre nous a permis d'établir plus facilement des parallèles entre les différentes études traitant souvent d'une seule variable à la fois.

À cet effet, nous avons créé un outil de mesure qui comporte dix problèmes et qui comprend les cinq variables linguistiques distinctes que nous avons choisi de mesurer. Nous avons décidé de restreindre l'outil de mesure à dix problèmes afin de réduire le plus possible le temps requis pour l'administrer, soit une période de 75 minutes, et ainsi limiter le nombre de présences dans chaque classe à une seule fois pour chaque groupe de participants.

Dans le prochain chapitre, nous procéderons à la description détaillée des participants, de l'outil de mesure, du déroulement de la collecte de données ainsi que de la validation de l'outil de mesure.

4.1 Les participants

Pour constituer notre population totale, que nous nommerons dans notre étude population en général, nous avons besoin d'élèves allophones de 1^{re} génération et de 2^e génération de même que des Francophones de souche. Pour arriver à recueillir des données dans des classes allophones et francophones, nous avons dû procéder à des cueillettes de données dans deux milieux distincts. La première a eu lieu dans une grande école secondaire de l'Île de Montréal que nous avons choisie pour plusieurs raisons. D'abord, le nombre d'élèves étant élevé, le nombre de sujets potentiels l'était aussi. De plus, cette clientèle nombreuse nous a donné accès à une grande variété de types de participants.

Les élèves de cette école proviennent pour la plupart d'un milieu socio-économique pauvre, car le salaire moyen des parents est d'environ 23 000 \$ par année (Institut Fraser et Institut économique de Montréal, 2006, p.27). Plus des deux tiers sont issus de familles immigrantes, parlent peu le français à la maison et près de 60 % des élèves sont considérés en retard scolaire (Institut Fraser et Institut économique de Montréal, 2006, p.27). À cet effet, cette école a été ciblée par sa commission scolaire et reçoit des subventions particulières, dont « Agir autrement ». Ce programme du MELS (Ministère de l'Éducation, du loisir et du Sport) vise à «l'expérimentation d'interventions novatrices en adaptation scolaire, en collaboration avec le milieu de ... recherche-action [...] dans le but de favoriser le développement de nouvelles pratiques d'intervention. » (MELS 2006, p. 2) Autrement dit, ces subventions pour les écoles en milieux défavorisés ont pour but de soutenir financièrement divers projets visant la réussite scolaire.

La deuxième cueillette de données s'est déroulée dans une grande école secondaire publique d'une banlieue au nord de Montréal. Les élèves fréquentant cette école sont francophones à plus de 99 %. De plus, ces derniers sont issus d'un milieu favorisé, le revenu moyen des parents se situant autour de 63 000 \$ par année (Institut Fraser et Institut économique de Montréal 2006, p.15). Bien que nous soyons consciente que ce choix n'est pas idéal, nous avons pris cette population, car s'il est souvent difficile de recruter des enseignants pour participer à une étude, il est encore plus difficile,

voire quasi impossible, de trouver une population massivement francophone en milieu pauvre sur l'île de Montréal.

Quant au choix du niveau scolaire, nous avons décidé de travailler avec des participants venant de compléter le programme de 1^{re} secondaire pour quatre raisons. Premièrement, le programme de 1^{re} secondaire en mathématique présente un niveau de difficulté relativement réduit, le rendant accessible à la majorité des élèves. C'est à la lumière de la recension des écrits de Davis (1991) étudiant le rôle de la langue lors d'examens et la compréhension de la mathématique par les enfants que nous avons réalisé que le facteur du talent pourrait constituer un biais à notre étude. C'est donc pour éviter que l'habileté en mathématique des sujets vienne fausser nos résultats que nous avons choisi ce programme. En fait, nous avons considéré ce niveau accessible au niveau cognitif de tout élève normal, car tout élève ne présentant aucun trouble d'apprentissage grave ou sans déficience intellectuelle devrait être en mesure d'en atteindre les objectifs. Par opposition, les programmes de deuxième cycle étant plus complexes, la variable du talent personnel en mathématique aurait pu jouer contre nous et constituer un biais. De plus, parce qu'il est obligatoire et préalable aux autres niveaux, le programme de 1^{re} secondaire comprend un grand nombre d'élèves, nous assurant un nombre suffisant de participants. Finalement, en raison de leurs retards scolaires ou linguistiques, plusieurs élèves d'accueil — que nous avons nommés dans notre étude les néo-Québécois en raison du fait qu'ils sont nouvellement arrivés et qu'ils sont en apprentissage du français de base — sont classés en 1^{re} secondaire lors

de leur séjour en classe d'accueil alors que plusieurs allophones — les élèves immigrants qui ne fréquentent plus les classes d'accueil — s'y retrouvent au moment où ils sont intégrés dans le système scolaire régulier. Avec toutes ces conditions réunies, nous pourrions établir plus facilement des liens entre la maîtrise de la lecture et le fait d'étudier dans une langue seconde. Par contre, compte tenu de la difficulté de recrutement de groupes participants, nous avons choisi deux groupes d'élèves en début de 2^e année du secondaire pour recueillir les données chez les francophones, car nous avons estimé que le degré de compétence serait à peu près similaire entre des élèves de première secondaire en juin et d'autres de 2^e secondaire en début d'année scolaire, soit en septembre.

Avant l'expérimentation, nous avons recruté 123 participants qui avaient obtenu le consentement de leurs parents. Après l'évaluation des outils de mesure recueillis, nous avons finalement retenu 71 participants de l'école allophone et 45 de l'école francophone. Chez les allophones, cinq d'entre eux ont été exclus, car ils n'avaient répondu qu'à un seul problème et ont manifestement connu d'importantes difficultés lors de l'épreuve. Comme ils étaient tous en classe d'accueil et qu'ils provenaient d'un groupe sous-scolarisé, nous avons estimé qu'ils n'avaient pas le bagage linguistique nécessaire pour nous démontrer leur réel potentiel. Nous les avons donc retirés. Chez les élèves francophones, deux élèves dyslexiques ont été écartés, car leurs résultats représentaient des contre-performances si marquées qu'ils ne pouvaient que biaiser les résultats de notre étude. D'ailleurs, ces contre-

performances s'expliquent par le fait que les dyslexiques reçoivent le service de lecteurs lors d'examens comportant des problèmes écrits, ce qui justifie leurs forts résultats en classe et leur contre-performance lors du test. C'est pour cette raison qu'ils ont été exclus.

Parmi les 71 participants de l'école allophone retenus, 15 participants étaient des élèves en cheminement particulier, 16 en classe régulière qui formeront le groupe des « Allophones » et 40 en classe d'accueil, le groupe des « Néo-Québécois ». Pour ce qui est de ces catégories de participants, notons que les classes d'accueil regroupent les immigrants nouvellement arrivés au pays qui sont en apprentissage du français en vue d'intégrer le système d'éducation régulier. Les participants de cheminement particulier constituent un groupe d'élèves qui éprouve des difficultés d'apprentissage ou qui a accumulé pour diverses raisons plus de trois ans de retard scolaire. Les élèves de classes régulières sont ceux qui suivent le programme prescrit par le MELS sans retard scolaire. Concernant les 45 élèves francophones sélectionnés, tous étaient issus d'une classe de deuxième secondaire d'une école publique, donc ceux-ci n'ont pas été triés sur le volet. Dans ce groupe, il y a par conséquent des élèves de tous les genres, dont des forts, des moyens et des faibles.

À ce sujet, lors de la planification du projet de recherche, nous avons envisagé de comparer ces trois groupes entre eux. Cependant, la première cueillette de données nous a fourni des échantillons s'avérant plus limités que prévu, créant un déséquilibre

dans certaines catégories. Qui plus est, nous avons découvert que le groupe des « Allophones » ne comprenait pas assez d'élèves forts pour effectuer des analyses statistiques. C'est pourquoi nous avons décidé de diviser les participants en deux sous-groupes selon leur moyenne en mathématique. Pour ce faire, nous avons demandé aux enseignants d'indiquer la moyenne générale de l'année en mathématique de chaque élève afin que nous puissions regrouper les élèves selon leur force. C'est ainsi que nous avons créé le groupe des plutôt forts, constitué des élèves ayant une moyenne de plus de 65 % et celui des plutôt faibles, comprenant des participants ayant une moyenne inférieure à 65 %. Diviser la population en deux groupes, soit les élèves plutôt forts et les élèves plutôt faibles, semble une décision appropriée dans la mesure où le projet de ce mémoire consistait évidemment à mesurer l'effet de la simplification linguistique sur les élèves qui étudient la mathématique en classe d'accueil par rapport aux réguliers allophones et francophones, mais également de mesurer l'influence de la simplification linguistique sur les élèves les plus faibles toutes catégories confondues. Le regroupement des plutôt faibles en comparaison avec les autres élèves s'est donc imposé de lui-même. La deuxième raison de cette comparaison intergroupe a pour but de nous assurer que la simplification linguistique n'allait pas avantager les faibles au détriment des plus forts, comme Abedi et Lord (2001) l'ont vérifié dans leur expérimentation. Ayant le nombre requis, nous avons décidé d'effectuer la différenciation linguistique francophones-allophones basée sur trois catégories, la première étant constituée bien entendu des élèves provenant des classes d'accueil que nous avons nommée les

« Néo-Québécois ». La deuxième regroupe les élèves du « régulier » et du « cheminement particulier » de l'école allophone pour en faire un seul et unique groupe que nous avons baptisé « les Allophones », qui ne sont pas encore tout à fait des francophones, mais qui à tous le moins maîtrisent mieux la langue écrite que les élèves d'accueil. Ce regroupement nous a semblé pertinent à mesurer, car ces élèves ne sont pas encore tout à fait des francophones, mais ils devraient à tous le moins être plus avancés que les élèves d'accueil, notamment en ce qui a trait à l'acquisition de vocabulaire. Il serait donc intéressant de voir si des différences marquées se révèlent entre les élèves en fin de parcours de l'accueil et les autres élèves allophones qui sont intégrés au système régulier depuis au moins un an, de même qu'entre ces derniers et les Francophones. La cueillette effectuée auprès des élèves francophones de souche constitue la troisième catégorie, les « Francophones ».

Tableau 4.1 : Participants à l'expérimentation

Néo-Québécois				Allophones				Francophones			
Plutôt forts		Plutôt faibles		Plutôt forts		Plutôt faibles		Plutôt forts		Plutôt faibles	
M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F
16	13	4	7	5	5	7	14	9	7	11	18

Dans la lettre de consentement des parents, nous avons recueilli des renseignements personnels sur les participants. Nous avons demandé quelle était la langue maternelle, les langues secondes maîtrisées et la langue de scolarisation des participants. Ensuite, nous leur avons demandé quelles langues étaient généralement parlées à la maison, la langue maternelle et la langue de scolarisation du père et de la mère, puis leur date

d'entrée dans le système scolaire québécois. Cependant, vu le nombre de variables déjà important et la difficulté à recueillir la signature pour le consentement des parents (surtout auprès des élèves de cheminement régulier), les formulaires se sont avérés souvent incomplets et donc inutilisables et c'est pourquoi nous avons abandonné l'idée de compiler et d'analyser ces renseignements.

4.2 L'outil de mesure

Comme outil de mesure, nous avons choisi de créer deux versions miroir d'un test comportant dix problèmes, dont cinq simplifiés et cinq non simplifiés. Chaque version du test nous permettait d'évaluer l'impact de cinq variables linguistiques présentées en version simplifiée et en version non simplifiée. En d'autres termes, chacun des problèmes originaux avait un problème jumeau en version simplifiée comportant le même type de difficulté mathématique provenant de la même partie du programme et chaque variable comportait deux problèmes différents mais équivalents, en version simplifiée et en version non simplifiée. (Voir l'outil de mesure en annexe B p. 100) Ainsi, nous avons pu présenter à chacun des participants deux problèmes différents comportant la même variable, dont l'un était en version originale et l'autre en version linguistiquement simplifiée. Par ailleurs, en divisant la population totale en deux groupes et en doublant le nombre de problèmes, chaque participant avait à résoudre un problème en version originale et linguistiquement simplifiée pour chacune des variables. Ainsi, chacun des sujets a fait partie à la fois du groupe expérimental et du groupe de contrôle. Pour procéder au choix de nos

mises en situation, nous avons puisé dans divers manuels scolaires, dont Breton (1993) tome 1 et Breton (1993) tome 2, Asselin, Buzaglo et Buzaglo (1992), Asselin, Buzaglo et Buzaglo (1993), Dallaire (1988), (Drolet 1993) et Soulière (1992), afin de sélectionner les problèmes qui permettraient de mesurer le mieux possible chacune des variables dépendantes à l'étude.

Tableau 4.2 : Distribution des items des outils de mesure A et B selon les variables linguistiques et le type de problème

Variables linguistiques	Polysémie		Anaphore		Connaissances antérieures		Question complexe		Mots peu fréquents	
Types de problèmes	Pourcentage et nombres décimaux		Géométrie		Nombres naturels		Nombres naturels		Fractions et nombres décimaux	
Simplifié ou Non simplifié	S	NS	S	NS	S	NS	S	NS	S	NS
Items Version A	5	4	7	2	1	8	9	6	3	10
Items Version B	7	2	3	6	1	10	9	8	5	4

Pour ce qui est de la simplification, nous avons identifié au départ neuf variables linguistiques à étudier. Au cours de la recherche de problèmes, nous avons constaté que certaines variables se sont révélées peu pertinentes dans le cadre de notre étude. À titre d'exemple, nous avons choisi de mesurer, à l'instar d'Abédi et Lord (2001), la performance des participants lorsqu'ils étaient confrontés à un énoncé comportant une phrase passive par rapport à un énoncé à la voix active. À notre grande surprise, nous avons découvert que dans les manuels québécois très peu de problèmes mathématiques comportent de telles structures. Par conséquent, nous avons abandonné cette variable, en plus de trois autres pour des raisons similaires, afin de nous concentrer sur les cinq variables qui nous sont apparues les plus pertinentes : la

polysémie, l'anaphore assurée par le pronom *en*, les mises en situations éloignées du vécu des élèves, les questions complexes et les mots non fréquents.

En ce qui concerne la variable mesurant la fréquence des mots, nous avons utilisé le logiciel en ligne « Web VP en français (v 1.2) » (Cobb, HTTP : //www.er.uqam.ca/nobel/r21270/cgi-bin/F_webfreqs/web_vp.html). Ce logiciel nous a permis de déterminer quels sont les mots qui ne font pas partie des 2000 mots les plus fréquents et, pour les versions simplifiées, de tenter de trouver un synonyme dans les 2000 mots les plus fréquents ou de rajouter assez d'indices dans le contexte (à l'aide d'autres mots compris dans les 2000 mots les plus fréquents) pour que les élèves puissent bien comprendre le mot jugé rare. Par exemple, dans notre expérimentation, nous avons remplacé « la voiture s'immobilise » par « la voiture s'arrête ». Nous avons procédé grosso modo de la même façon dans le cas de la polysémie. Chaque fois que cela était possible, le mot polysémique a été remplacé par un synonyme ou un groupe de mots faisant disparaître toute ambiguïté possible due à la polysémie. À titre d'exemple, tiré de notre outil de mesure, nous avons remplacé « tablier du pont » par la « partie du pont qui est au-dessus de l'eau ». Dans le cas du pronom *en*, nous avons reformulé la phrase pour que l'antécédent soit répété dans la version simplifiée. Quant aux questions complexes, nous les avons raccourcies pour en arriver à des pronoms interrogatifs simples en remplacement des groupes de mots servant de mots interrogatifs. Comme exemple, « Estime le nombre de... » est devenu « Combien de... ».

Enfin, en ce qui concerne les situations éloignées du vécu des élèves, c'est après avoir lu la description que Droop et Verhoeven (1998) donnent des textes à sujet ayant trait à la culture maternelle s'opposant aux textes à sujet neutre que nous avons décidé d'inclure cette variable dans notre outil de mesure. Cependant, nous nous sommes demandé s'il était possible d'élargir la définition du premier type de textes. Nous voulions en fait opposer la notion de connaissance antérieure, qui est beaucoup plus large que le texte ayant trait à la langue maternelle à textes comportant un sujet neutre. Nous voulions ainsi opposer des textes comportant la notion de connaissances antérieures partagées par l'ensemble des adolescents de 13 ou 14 ans habitant Montréal dans le cadre précis de notre étude — laquelle est beaucoup plus large que les connaissances ayant trait à la langue maternelle — à d'autres textes comportant un sujet neutre. Pour y parvenir, nous avons tenté de conserver dans la mesure du possible les mêmes mots que le problème non simplifié, dont les verbes, en ne changeant que les mots-clés. Par exemple, « elle ajoute 15 virus... » est devenu « elle ajoute 15 dollars... »

Pour tenter de mieux illustrer notre propos, nous avons inclus en annexe B p.100 les deux outils de mesure, mais aussi tous les problèmes originaux et leurs pendants simplifiés.

4.3 Déroulement de la cueillette de données

En ce qui concerne la cueillette de données proprement dite, nous avons donné l'outil de mesure à chaque enseignant et nous lui avons accordé une semaine pour l'administrer à tous ses groupes participants. Nous avons prévu une période de 75 minutes qui devait servir à compléter l'examen. Chaque groupe avait été divisé en trois sous-groupes — forts, moyens, faibles — déterminés par les moyennes individuelles fournies par l'enseignant. Dans chacun de ces groupes, nous avons pensé diviser en deux le nombre de participants pour nous assurer une répartition égale des tests A et B entre les élèves forts, moyens et faibles. Ainsi, nous nous assurerions que le hasard ne causerait aucun biais quant à la répartition des tests.

Malheureusement, nous n'avons pas réussi à tout bien contrôler, du moins pas autant que nous l'avions prévu. Pour ce qui est des groupes de cheminement particulier, de classe d'accueil et de régulier francophone, nous avons eu la chance de pouvoir superviser et de nous assurer que la répartition des outils de mesure avait été effectuée conformément à nos attentes et nous avons obtenu un taux de participation à presque 100 % de nos prévisions. Cependant, si les élèves d'accueil, du régulier francophone et du cheminement particulier se sont montrés très enthousiastes et ont fait preuve par la même occasion d'une généreuse collaboration, le nombre de participants provenant des groupes allophones du régulier s'est avéré décevant : seulement 16 élèves sur une possibilité de 98 élèves des groupes de notre enseignante associée ont accepté de participer à l'étude.

4.4 Validation de l'outil de mesure

Notre projet chevauchant deux disciplines dont l'une n'est pas notre domaine d'études, nous avons décidé de faire appel à un expert en mathématique pour valider l'outil de mesure. Pour ce faire, nous avons contacté le Dr Stéphane Cyr, professeur au Département de mathématique de l'UQAM, qui a accepté de comparer les examens. Pour plus de sûreté, il a procédé à une vérification en deux temps. Dans un premier temps, il a validé les problèmes jumelés quant à l'équivalence du contenu mathématique et du coefficient de difficulté. Puis, il a procédé à la validation de l'équivalence des problèmes jumelés quant au contenu mathématique après la simplification linguistique de ceux-ci.

Bien que notre outil de mesure n'ait pas été conçu et approuvé par le MELS, nous estimons avoir fait le maximum pour tenter de recréer un outil de mesure dont le contenu et la forme se comparent à un examen réel. Bien entendu, nous sommes consciente que le fait d'avoir créé nous-même l'outil de mesure risquait de causer un biais plus important que si nous nous étions basée sur des examens déjà préparés. Néanmoins pour tenter de mesurer l'ampleur de ce biais, nous avons consulté le tableau des résultats bruts et nous avons pu constater qu'il n'y a eu aucune contre-performance marquée chez les élèves plutôt forts et aucun résultat extravagant de la part des élèves plutôt faibles.

Par contre, une complication a surgi quand nous avons réalisé que plusieurs feuilles de test n'avaient pas été remplies en totalité. Selon nous, deux raisons majeures expliqueraient ce phénomène : l'outil de mesure était trop long pour le temps accordé et plusieurs élèves, particulièrement parmi les « Plutôt faibles » et les « Allophones », auraient manqué de temps pour terminer l'examen ou bien le degré de difficulté mathématique de l'outil de mesure était trop élevé et ces élèves se seraient avérés incapables de le compléter. Compte tenu du temps accordé, nous avons tendance à croire que la première explication serait la plus plausible, tout comme le suggère Lepik (1990), dans son article traitant du rôle des variables linguistiques en résolution de problèmes mathématiques. Il affirme que le texte des mises en situation exercerait une certaine influence sur la compréhension de la tâche à accomplir en ralentissant le processus de compréhension linguistique du texte des informations écrites lorsque celles-ci sont linguistiquement trop complexes.

Comme il n'y avait pas d'item en particulier qui n'avait pas été complété dans la plupart des examens, il nous était quasi impossible d'enlever une variable au détriment d'une autre. En outre, étant incapable de déterminer de façon plus exacte l'origine du problème, nous avons décidé de considérer les numéros non complétés comme une incapacité de répondre due à l'incompréhension de l'item, sans plus. Par contre, nous en avons tenu compte dans la notation des outils de mesure, comme nous pourrons le voir dans le prochain chapitre qui décrira les analyses statistiques effectuées à la suite à cueillette des données.

CHAPITRE 5

ANALYSE DES RÉSULTATS

Dans ce chapitre, nous rapporterons les résultats obtenus à la suite de la cueillette de données en fonction du but de notre recherche qui est de mesurer et de comparer la performance des élèves néo-Québécois à celle des allophones et des francophones confrontés à des problèmes mathématiques simplifiés linguistiquement par rapport à des problèmes non simplifiés. Nous présenterons d'abord les résultats bruts distribués selon quatre types de tableaux soit la catégorie, la force, le milieu socio-économique et la population en général. De même, un autre tableau comprenant un Test t comparant les moyennes obtenues entre les versions A et B de l'outil de mesure sera produit. Ainsi, nous serons en mesure de dresser un tableau général des résultats obtenus par les participants. Ensuite, la moyenne de la différence des résultats bruts entre les versions pour toutes les variables sera exposée dans un tableau qui démontrera l'équivalence ou l'inégalité du coefficient de difficulté des paires de problèmes jumelés mesurant chaque variable linguistique. Le dernier tableau dévoilera les variables linguistiques pour lesquelles on a obtenu des résultats significatifs lors du test Mann-Whitney U selon la version, la force, le milieu socio-

économique et la catégorie. Cela nous indiquera quelles variables linguistiques simplifiées auront aidé les participants à décoder plus facilement les mises en situation, leur permettant de comprendre la tâche à exécuter et ainsi, de mieux réussir.

5.1 Présentation des résultats bruts

En calculant la somme des résultats de chaque épreuve, nous avons utilisé un système de notation échelonné de zéro à quatre. La cote zéro indique un item sans réponse; la cote un, une réponse sans objet avec la question; la cote deux, un élément de réponses incomplet ou comportant une erreur importante de raisonnement; la cote trois, une réponse presque exacte mais comportant une erreur mineure; la cote quatre, une réponse exacte et complète. L'outil de mesure comportant dix items, le résultat final au test est donc calculé sur 40.

D'abord, voici les résultats bruts recueillis à la suite de l'expérimentation en ce qui concerne la population en général (voir tableau 5.11). Celui-ci nous donne un aperçu de la performance globale des participants selon la version A ou B de l'outil de mesure. À cet effet, on peut y constater une légère différence de moyenne de 2,1 points entre les deux versions. Cela pourrait indiquer soit un déséquilibre entre les coefficients de difficultés de certains items, soit un déséquilibre au niveau des sous-populations retenues pour participer à l'étude et peut-être un effet du hasard, car notre échantillon est tout de même réduit en comparaison du nombre total d'élèves québécois venant de compléter leur cours de mathématique de 1^{re} secondaire. À ce

sujet, nous avons remarqué que lorsque l'on regroupe en sous-catégories la population totale dans les tableaux 5.12 et 5.14, cet écart de moyenne entre les versions A et B s'accroît chez certains sous-groupes, alors qu'il s'estompe chez d'autres.

Tableau 5.11 : Résultats bruts de population en général pour les outils de mesure A et B

Item	S	NS	S	NS	S	NS	S	NS	S	NS	Moy. S	Moy. NS	Moy. Gén.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
Version A	3,80	1,74	1,89	2,13	1,67	2,87	2,54	2,93	1,97	1,77	2,37	2,29	25,4
Version B	3,73	2,38	2,25	2,53	2,42	2,64	2,09	2,44	2,69	2,18	2,64	2,43	23,3

À noter que le S dans ce tableau représente un item simplifié alors que N S représente l'item non simplifié.

Tableau 5.12 : Résultats bruts pour les outils de mesure A et B selon la force

Item	S	NS	S	NS	S	NS	S	NS	S	NS	Moy. générale	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Plutôt forts												
Version A	4,00	2,75	3,44	3,00	2,69	3,50	3,19	3,13	2,94	3,50	32,1	31,7
Version B	3,89	2,89	2,95	2,84	3,21	2,79	2,79	3,16	3,37	3,42	31,3	
Plutôt faibles												
Version A	3,73	2,87	1,33	1,16	1,31	1,82	2,31	1,38	1,62	2,64	20,2	19,9
Version B	3,64	2,19	1,89	1,83	2,00	2,39	1,72	1,97	2,33	2,22	19,6	

Pour savoir si ces écarts étaient significatifs, nous avons effectué un Test t qui a comparé les moyennes obtenues pour les versions A et B (voir le tableau 5.13 ci-contre) afin de mesurer l'écart de performance entre les deux versions selon les diverses catégories. À cet effet, le Test t confirme qu'aucun des écarts entre les moyennes mentionnées précédemment, excepté dans le cas de la moyenne des

Allophones et des Francophones, ne s'est révélé significatif, soit l'écart entre les versions A et B pour la population en général et la population répartie selon la force.

Tableau 5.13 Test t à échantillonnages pairés

Comparaisons des moyennes des versions A et B pour chaque sous-groupe							
	Moyenne Population entière	Moyenne Plutôt forts	Moyenne Plutôt faibles	Moyenne Néo- Québécois	Moyenne Allophones	Moyenne Franco- phones	Moyenne Milieu socio- économique
Sig.	0,213	0,516	0,118	0,718	0,016	0,014	0,208

Néanmoins, les chiffres présentés dans le tableau 5.14, où l'on compare la performance pour les versions A et B selon la catégorie nous portent à croire que le hasard pourrait tout de même avoir influencé les résultats. En regardant attentivement, on y constate que la catégorie « Néo-Québécois » obtient des résultats relativement similaires bien que celui de la version A soit légèrement plus élevé (0,6 point), un écart qui ne s'est pas révélé significatif en regard du T-Test (voir tableau 5.13). À l'opposé, les résultats recueillis auprès des « Allophones » affichent un écart beaucoup plus grand en ce qui concerne la version B (5,2 points) ; chez les « Francophones », un écart encore plus substantiel de 7 points sépare les moyennes des deux tests, pour la version A (voir le tableau 5.14). Avec des résultats semblables, il n'était pas surprenant de découvrir des écarts significatifs entre les moyennes de ces deux catégories, soit respectivement 0,016 et 0,014 (voir le tableau 5.13). Bien que nous ne soyons pas en mesure de déterminer avec certitude la raison principale de ce déséquilibre entre la moyenne des versions A et B, nous pensons que le hasard a joué

un rôle de premier plan notamment en raison des résultats contradictoires obtenus et des écarts significatifs relevés à la suite du Test t.

Tableau 5.14 : Résultats bruts selon la catégorie en fonction des outils de mesure A et B

Item	S	NS	S	NS	S	NS	S	NS	S	NS	Moy. Gén.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Néo-Québécois											
Version A	3,81	2,19	1,95	2,29	2,48	2,95	2,76	1,95	2,52	2,38	25,3
Version B	2,6	2,3	2,6	1,75	2,8	2,55	2,5	2,6	2,3	2,6	24,7
Allophones											
Version A	3,08	2,23	2,77	2,38	1,92	0,92	2,15	3,08	2,23	2,77	22,6
Version B	3,06	2,53	1,47	1,82	1,29	1,29	2,06	0,94	1,18	1,65	17,4
Francophones											
Version A	4,00	2,86	3,14	3,14	2,14	3,86	3,00	3,14	2,29	3,14	30,7
Version B	4,00	2,00	1,56	2,06	2,13	3,13	2,00	3,69	1,75	1,31	23,7

D'autre part, le tableau 5.14 démontre l'écart de performance entre les diverses catégories. Sans grande surprise, la moyenne du résultat au test des versions A et B confondues des « Francophones » est supérieure aux autres par plus de 2 points. Par contre, le fait que les « Néo-Québécois » aient obtenu un meilleur résultat que les « Allophones » pourrait paraître un peu étonnant. Cependant, le fait que le groupe des élèves « Allophones » comprenne des élèves à cheminement régulier, mais aussi des élèves à cheminement particulier, qui eux affichent un retard scolaire important ou des difficultés d'apprentissage, pourrait aisément expliquer ce résultat, à première vue surprenant. Par opposition, les élèves d'accueil qui ont participé à l'étude étaient en majorité des élèves n'ayant aucun retard scolaire en mathématique ni de difficulté d'apprentissage. Ainsi, leur aptitude en mathématique de même que leur capacité à trouver des stratégies appropriées pour pallier leur insuffisance en lecture — qui

représente une lacune fréquente chez les élèves qui éprouvent des difficultés d'apprentissage — justifierait cet écart positif de 4,5 points comparativement à celle des élèves plus compétents en français et dont on pourrait attendre plus d'habileté en lecture.

D'autre part, sachant que le milieu socio-économique peut influencer la performance en lecture (Morris et Labelle, 2004), nous avons comparé les résultats des participants selon le milieu socio-économique dans le tableau 5.15. La différence entre les deux moyennes s'avère relativement faible (de l'ordre de 3 points) et s'est révélée non significative (à 0,208) selon le Test t. Cela indique que le milieu socio-économique n'aurait eu aucune influence significative sur les résultats de l'expérimentation. Cependant, puisque les participants provenant du milieu aisé sont exactement les mêmes que les « Francophones », on ne peut pas être certain que ce résultat reflète uniquement l'effet du milieu socio-économique. D'ailleurs, nous en reparlerons ultérieurement lors de la discussion et des limites de notre étude.

Tableau 5.15 : Résultats bruts pour chaque item selon le milieu socio-économique

Item	S	NS	S	NS	S	NS	S	NS	S	NS	Moy.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Faible	3,72	2,34	1,85	2,01	1,79	2,35	2,37	1,90	2,13	2,62	23,1
Aisé	3,89	3,27	2,40	1,89	2,40	2,27	2,27	2,27	2,60	2,98	26,1

Maintenant que nous avons présenté un portrait global des résultats obtenus par les participants et que nous avons comparé les moyennes selon les diverses catégories,

nous présenterons dans la prochaine section les analyses statistiques effectuées d'après ces données pour tenter de déterminer quelles variables linguistiques simplifiées ont eu un effet positif sur la performance des élèves.

5.2 Résultats du test statistique

Pour analyser statistiquement nos résultats bruts, nous avons opté pour un test non paramétrique Mann-Whitney U, puisque ceux-ci ne pouvaient être distribués selon une courbe normale. Pour obtenir cette courbe, il aurait fallu que, pour chaque numéro de l'examen, un faible pourcentage des participants obtienne une note maximale, qu'en plus un pourcentage semblable de participants échoue totalement le même numéro et que, finalement, la majorité des résultats se situent près de la moyenne. Or, lors de la correction nous avons constaté que certains numéros avaient été réussis par la majorité tandis qu'à l'opposé d'autres avaient été ratés par un nombre variable de participants. De plus, notre échelle de notation réduite, soit de 0 à 4, a laissé peu de place à la nuance. C'est pour toutes ces raisons que nous avons opté pour un test non paramétrique.

Avant d'effectuer le test Mann-Whitney U, il nous fallait calculer le résultat de la différence entre le problème simplifié et non simplifié de chaque variable pour chaque participant afin de vérifier laquelle des deux versions avait été la mieux réussie. Pour y arriver, il s'agissait de soustraire le résultat de chaque problème non simplifié du résultat du problème simplifié qui lui était jumelé, pour tous les

participants, dans chacune des versions de l'outil de mesure, puis d'en faire la moyenne. Un résultat positif indique que la version simplifiée aurait été mieux réussie que la version non simplifiée et vice versa. Du même coup, cela démontre dans le cas d'un résultat négatif que l'un des items de la paire de problèmes jumelés est plus difficile et par conséquent que ces résultats sont biaisés et inutilisables, car le coefficient de mathématique influence les résultats pour un item au détriment d'un autre, sans égard à la simplification linguistique. Plus le résultat s'éloigne de zéro, plus la différence entre les résultats est considérable. (Voir le tableau 5.21)

Tableau 5.21 : Moyenne des problèmes jumelés simplifiés et des non simplifiés et moyenne de la différence pour chaque variable dépendante

Variables dépendantes	CA		PO		QC		EN		FM	
	S	NS	S	NS	S	NS	S	NS	S	NS
Simplifiées ou non simplifiées	3,76	2,76	1,57	2,57	2,10	3,00	2,52	1,76	0,86	1,67
Moyenne de la différence	1,00		-1,00		-0,90		0,76		-0,81	

Variables dépendantes : CA mesure les effets des connaissances antérieures, PO les effets de la polysémie, la variable QC les effets des questions complexes, EN les effets de l'utilisation du pronom « en » pour assurer l'anaphore et FM les effets de la fréquence des mots.

Comme nous pouvons le remarquer, trois des cinq variables affichent un résultat légèrement négatif soit la variable PO (mesurant les effets de la polysémie) à -1, la variable QC (mesurant les effets des questions complexes) à -0,90 et FM (mesurant les effets de la fréquence des mots) à -0,81. Ces résultats indiquent que les problèmes non simplifiés PO, QC et FM auraient été mieux réussis que la version simplifiée. À

la suite de cette constatation, nous nous sommes demandé quelles pouvaient être les raisons expliquant ces résultats à tout le moins contraires à toutes nos prévisions.

Compte tenu de la représentativité relativement faible par rapport à la population entière des élèves venant de compléter leur cours de mathématique de 1^{re} secondaire au Québec, le premier facteur qui pourrait logiquement avoir causé ces résultats serait l'effet du hasard. L'autre facteur plausible pour justifier ces résultats surprenants consisterait en un léger manque d'équivalence du coefficient mathématique entre les items mesurant les variables PO, QC et FM, démontré par les résultats négatifs obtenus lors du calcul de la moyenne de la différence. Cependant, comme les écarts en ce qui a trait à ces variables sont somme toute peu éloignés du zéro (le plus éloigné étant de 1 sur 4), on peut en déduire que les problèmes non simplifiés ont été légèrement mieux réussis que la version simplifiée de ces derniers.

Par ailleurs, à la suite de la comparaison des données brutes de chaque variable linguistique en regard des versions A et B selon le test Mann-Whitney U (voir le tableau 5.22 ci-dessous), aucun écart significatif ne s'est révélé entre la version A et B pour les variables CA ($p=0,201$), PO ($p=0,368$), et FM ($p=0,776$). En revanche, la variable EN affiche un écart très significatif ($p=0,003$) de même que la variable QC ($p=0,002$). Dans le cas de la variable EN qui a aussi obtenu une moyenne de la différence positive, cela indique qu'il y a une différence significative de performance entre les deux items jumelés qui mesurent cette variable linguistique. De fait, nous

croyons que cet écart significatif serait attribuable selon toute vraisemblance à l'ordre de présentation des problèmes et à une différence appréciable de coefficient de difficulté mathématique entre les problèmes jumelés. Or, la différence de la moyenne de EN révèle un résultat positif, ce qui indique que la simplification linguistique a aidé les élèves à mieux réussir malgré la présence d'un item nettement plus difficile que son jumeau. À l'opposé, l'écart significatif de la variable QC doublé de la moyenne de la différence négative démontrerait le cas de deux items jumelés en si grand déséquilibre de coefficient mathématique que l'effet de la simplification linguistique se serait vu annuler. Cette donnée pourrait aussi indiquer que le fait d'inclure des questions complexes ne nuirait pas à la compréhension des énoncés. Néanmoins, il nous est actuellement impossible de déterminer avec plus de certitude la ou les raisons ayant mené à ces résultats pour le moins surprenants.

Tableau 5.22 : Analyses statistiques Whitney-Mann U des données brutes

Variables indépendantes	Variables dépendantes				
	CA	FM	PO	EN	QC
Version	0,201	0,776	0,368	0,003	0,002
Force	0,470	0,358	0,088	0,040	0,154
Catégorie (Néo-Québécois vs Allophones)	0,059	0,133	0,078	0,033	0,260
Catégorie (Néo-Québécois vs Francophones)	0,014	0,110	0,506	0,652	0,442
Catégorie (Allophones vs Francophones)	0,738	0,012	0,035	0,005	0,712
Milieu socio-économique	0,075	0,103	0,232	0,222	0,618

Variables dépendantes : CA mesure les effets des connaissances antérieures, PO les effets de la polysémie, la variable QC les effets des questions complexes, EN les effets de l'utilisation du pronom « en » pour assurer l'anaphore et FM les effets de la fréquence des mots.

En consultant le tableau 5.22, on peut constater que la variable indépendante de la catégorie qui comparait les performances des « Néo-Québécois », des « Allophones » et des « Francophones » comporte deux écarts significatifs. Il s'agit d'un écart significatif en ce qui a trait à la variable EN entre la catégorie « Néo-Québécois » et les « Allophones » ($p=0,033$) et entre les « Francophones » et les « Allophones » ($p=0,005$). Cela indique que la simplification linguistique a eu un impact positif tangible sur la catégorie des « Allophones », et ce, en comparaison avec les deux autres catégories. Enfin, l'écart pour EN entre les « plutôt forts » et les « plutôt faibles » se chiffre à ($p= 0,040$), ce qui signifie que la simplification linguistique a avantagé les plutôt faibles, étant donné que l'écart de la différence est positif. De plus, nous avons remarqué un écart se rapprochant d'un écart significatif, de ($p=0,059$) entre les « Néo-Québécois » et les « Allophones » et un écart significatif entre les « Néo-Québécois » et les « Francophones » de ($p=0,014$) pour la variable dépendante CA (mesurant l'effet des connaissances antérieures). Ces chiffres révèlent que la simplification linguistique en rapport avec les connaissances antérieures a avantagé les « Néo-Québécois », puisqu'il n'y a aucun écart significatif entre les « Francophones » et les « Allophones ». En d'autres termes, le fait d'adapter le contenu culturel d'une mise en situation à des situations connues par l'ensemble des élèves de notre population, soit des adolescents d'environ 14 ans vivant à Montréal, a aidé les élèves « Néo-Québécois » à comprendre plus facilement cette mise en situation et à mieux exécuter la tâche.

Enfin, on peut aussi remarquer dans le tableau 5.22 d'autres résultats significatifs qui n'ont pas été mentionnés. En fait, il s'agit de résultats des variables PO, QC et FM dont l'écart de la différence s'est avéré négatif et qui s'avèrent par conséquent inutilisables.

Maintenant que nous avons présenté les résultats quantitatifs, la prochaine étape, présentée dans le prochain chapitre, consiste à évaluer les résultats obtenus lors de la présente analyse et à en tirer des conclusions en fonction de nos hypothèses de recherche.

CHAPITRE 6

DISCUSSION

Dans le présent chapitre, nous tenterons de définir dans quelle mesure et en quoi les résultats décrits dans le chapitre précédent contribuent à accroître les connaissances sur la question de recherche qui a orienté notre étude, à savoir :

La compétence linguistique affecte-t-elle la compréhension des mises en situation accompagnant les problèmes à résoudre en mathématique? Si tel était le cas, dans quelle mesure affecterait-elle en général la performance en résolution de problèmes mathématiques des diverses catégories d'élèves, c'est-à-dire des élèves provenant de classes d'accueil, de classes régulières allophones et francophones?

Nous tenterons d'établir en quoi nos résultats apportent un éclairage nouveau et pertinent en ce qui a trait à nos hypothèses spécifiques sur la différence entre les groupes linguistiques, soit la catégorie, le milieu socio-économique et la force. Par souci de clarté, nous discuterons de l'effet de chaque variable linguistique sur la compréhension des énoncés tout en établissant un parallèle avec les hypothèses de

recherche élaborées en début de ce mémoire dans le but d'infirmer ou de confirmer ces dernières. Dans la section 6.1, il sera question des résultats significatifs obtenus au regard de la variable EN mesurant l'effet de l'anaphore assurée par le pronom *en*. Dans la section 6.2, nous évaluerons les résultats recueillis par la variable CA mesurant l'effet des connaissances antérieures sur la compréhension des énoncés. Et finalement en 6.3, nous brosserons un tableau d'ensemble avec la vérification des hypothèses de recherche qui traitent de l'influence globale de la lecture sur la compréhension des énoncés. Lorsque l'occasion se présentera, nous comparerons nos résultats et nos conclusions avec d'autres recherches connexes, car il n'existe à notre connaissance aucune étude en français similaire à la nôtre à avoir été publiée. Par conséquent, bien qu'il nous soit quasi impossible d'effectuer des comparaisons directes, il sera néanmoins intéressant de voir en quoi nos conclusions se rapprochent ou non de celles de ces autres études.

6.1 Résultats significatifs de la variable EN

Comme plusieurs études l'indiquent, notamment celle de Shorrocks-Taylor et Hargreaves (1999), l'utilisation de pronoms anaphoriques occasionne fréquemment des difficultés au niveau de la compréhension linguistique du texte en lecture. Sans grande surprise, la variable EN qui visait à mesurer l'influence de l'anaphore assurée par le pronom *en* s'est révélée significative dans notre expérimentation dans tous les cas, sauf en ce qui a trait à la comparaison entre les catégories « Allophones » et « Francophones » ($p = 0,652$) et le milieu socio-économique ($p = 0,222$). La variable

indépendante de la catégorie s'est révélée significative lors de la comparaison entre les « Néo-Québécois » et les « Allophones » ($p = 0,033$), puis entre les « Allophones » et les « Francophones » où l'écart se creuse davantage ($p = 0,005$). Il n'y avait pas de différence significative entre les résultats obtenus par les « Néo-Québécois » et ceux obtenus par les « Francophones », ce qui suggère que ce sont surtout aux « Allophones » que profite la simplification linguistique en regard de la variable EN. L'hypothèse soutenant que les élèves en L2 bénéficieraient tout particulièrement de la simplification linguistique est par conséquent en partie confirmée, du moins lorsque l'on répète l'antécédent plutôt que d'utiliser le pronom *en*. Toutefois, il faudrait préciser que ce sont particulièrement les allophones ayant intégré le système scolaire régulier qui en bénéficient le plus, car les élèves « Néo-Québécois » provenant des classes d'accueil ont été exclus, n'ayant obtenu aucun écart significatif avec les « Francophones ».

Ce résultat, qui semble quelque peu déroutant, pourrait tout de même avoir une explication logique. Notre groupe « Allophone » étant composé également d'élèves de 1^{re} secondaire réguliers et de cheminement particulier, cela nous permet de supposer qu'une bonne partie de ces élèves éprouvent des difficultés d'apprentissage ou des retards scolaires importants. Or, comme les retards scolaires et la faiblesse en lecture vont souvent de paire, ces résultats nous laissent croire que ce n'est peut-être pas tant le fait d'être allophone ici qui a joué, mais plutôt le fait d'être en grand retard scolaire. Par ailleurs, la raison pour laquelle nous avons pris la décision de jumeler

ces deux groupes est en partie attribuable au nombre restreint de participants allophones. Considérant qu'ils étaient tous des allophones et par conséquent différents des « Néo-Québécois » et des « Francophones », nous avons pensé qu'il serait intéressant de les regrouper et de les comparer avec les autres catégories de participants. Or, rien ne nous avait laissé présager de tels résultats, car nous croyions que les « Allophones » et les « Néo-Québécois » obtiendraient des résultats similaires.

D'ailleurs, les résultats significatifs ($p = 0,040$) obtenus pour la variable EN en ce qui a trait à la force et le fait que la moyenne de la différence de celle-ci soit positive étaye notre argument précédent ainsi que notre hypothèse de recherche soutenant que la simplification linguistique influencerait positivement la performance des élèves plutôt faibles. Ces résultats de même que ceux obtenus par Abedi et Lord (2001) constituent à nos yeux une preuve assez solide pour affirmer que la simplification linguistique des pronoms anaphoriques, du moins en ce qui a trait à l'anaphore assurée par le pronom *en* en français, influencerait positivement les performances en résolution de problèmes. D'autre part, comme aucun résultat marginal négatif n'a été décelé, nous sommes à même de conclure que la simplification linguistique ne cause pas préjudice aux élèves plutôt forts, confirmant ainsi notre hypothèse de recherche à ce sujet. Maintenant, voyons quelles pourraient être les raisons justifiant un tel constat.

A priori, l'une des raisons qui pourrait expliquer la meilleure performance des élèves lorsque l'item est simplifié pour la variable EN serait que la place occupée par

l'antécédent du pronom dans la phrase présente l'information de façon linéaire (Wasserer et Boule, 1987), facilitant ainsi la compréhension en lecture. Inversement, lorsque les élèves se trouvent confrontés à cette structure non linéaire, ils doivent chercher l'antécédent qui est, par définition, placé avant le pronom. Or, cette étape s'avère parfois complexe, car l'antécédent n'est pas toujours clairement identifiable. Cette ambiguïté mènerait souvent les lecteurs à de fausses interprétations, provoquant ipso facto leur incompréhension.

D'ailleurs, le problème de compréhension linguistique relié à *en* serait selon toute vraisemblance que ce pronom, étant neutre, ne comporte aucune forme distinctive de genre ou de nombre et, par conséquent, il ne fournit aucune forme d'indice au lecteur quant au choix de l'antécédent. À cet égard, Garnham et coll. (1995), dans leur recherche portant sur l'identification de l'antécédent, semblent nous donner raison en affirmant que les indices de genre facilitent considérablement le repérage des antécédents. Or, le fait d'avoir à chercher un antécédent est une étape déjà complexe de la compréhension linguistique; si en plus le pronom n'offre aucun indice en permettant aisément de le repérer, les probabilités d'erreurs se multiplient. Lally (1998) appuie cet argument dans sa recherche menée auprès d'élèves en français langue seconde ayant pour but de comparer la vitesse de traduction orale de phrases comprenant des pronoms anaphoriques par rapport aux autres types de propositions, en soutenant que les pronoms assurant l'anaphore en général constituent une difficulté particulière en français pour les anglophones. À ce sujet, elle affirme :

The resolution of anaphors seems to pose a problem for native speakers of English [...] Whereas English speakers are normally very highly skilled at the resolution of pronouns in their native language, there are several features of the French pronoun system that are troublesome for these students, [...]

However, there are many factors that affect the resolution of pronouns such as the number of possible referents, the recency of referents, semantic factors (i.e. causality of verbs), gender, number and person, as well as the situation model constructed by the reader. (Lally 1998, p. 31)

Dans un tout autre ordre d'idées, Van Gompel et Majid (2004) suggèrent, à la suite de leur étude visant à comparer la vitesse de compréhension de la partie d'une proposition où est placé un antécédent par rapport à la partie anaphorique en français langue seconde, que l'antécédent lui-même joue un rôle crucial dans la compréhension linguistique du texte. Quand le référent est un mot rare ou nouveau, les participants s'en souviennent plus souvent, car il est plus marquant qu'un mot fréquent et reste donc en mémoire. Ainsi, il serait plus aisé de faire le lien entre un pronom anaphorique et son antécédent lorsque ce dernier est un mot rare ou nouveau pour le lecteur plutôt qu'un mot plus fréquent.

Dans notre expérimentation, nous croyons que plusieurs des arguments mentionnés précédemment pourraient s'appliquer. Voyons d'abord le cas du premier problème non simplifié tiré de l'outil de mesure A :

Un kangourou adulte peut mesurer jusqu'à 2 m de hauteur. Ses pattes postérieures, longues et puissantes, lui permettent d'effectuer des bonds de 10 à 15 m. Si un kangourou fait **des sauts** de 12 m en moyenne, combien **en** ferait-il s'il fait le tour de son enclos qui est un carré de 1000 m par 1400 m?

Dans cet énoncé, plusieurs groupes nominaux pourraient potentiellement servir d'antécédent — uniquement avec la phrase contenant le pronom, on en compte trois — et ainsi dérouter les lecteurs faibles, comme le suggère précédemment Lally. Dans ce cas précis, la raison invoquée dans l'article de Van Gompel et Majid pourrait aussi expliquer aisément l'erreur dans le choix de l'antécédent, car *saut* fait partie de la liste des 2000 mots les plus fréquents. Il est donc plausible que les participants ne l'aient pas remarqué, ce qui expliquerait l'erreur de compréhension de la question. Pour ce qui en est du prochain exemple tiré de l'outil de mesure B, ça ne colle pas, car *vitrail* ne fait pas partie des 3000 mots les plus communs.

Le vitrail supérieur d'un temple religieux contient 25 petits triangles identiques. Chacun des triangles du vitrail possède une base de 35 mm et une hauteur de 40 mm. Quelle **en** est l'aire totale?

Dans cette mise en situation, nous croyons que les nombreux groupes nominaux pourraient avoir semé la confusion dans l'esprit de plusieurs participants, motivant ainsi les effets positifs observés à la suite de la simplification linguistique. Parallèlement, nous avons l'impression que la difficulté première de cet énoncé réside dans la distance entre le pronom et son antécédent. Puisqu'il n'y avait aucun indice de genre ou de nombre dans l'énoncé non simplifié et que le référent n'était pas dans la même proposition, il est clair que l'antécédent a dû se révéler difficile à trouver, surtout chez les lecteurs faibles (Garnham et coll., 1995). Or, répéter l'antécédent

dans la question finale du problème simplifié a vraisemblablement permis à ces mêmes lecteurs de comprendre sans effort en quoi consistait la consigne et ce qui expliquerait l'écart significatif entre la version simplifiée et non simplifiée de ces items, tant en ce qui concerne les écarts significatifs obtenus en ce qui concerne les diverses « Catégories » que celui relevé au niveau de la « Force ».

D'autre part, le fait que cette variable se soit avérée significative selon la « Force » et la catégorie « Allophone » suggère fortement que les élèves allophones et les faibles n'arrivent pas tous à acquérir la maîtrise suffisante de la langue pour comprendre aisément les énoncés mathématiques qui comportent le pronom *en*. À ce sujet, nous croyons que la difficulté linguistique relative de ce pronom réside dans sa très grande rareté dans les textes courants, alors qu'il est fréquemment employé dans les énoncés mathématiques. Pour étayer ces propos, nous avons vérifié sur le site Web du FIP de Paris (Site des Formateurs en Informatique Pédagogique de Paris) dans lequel on proposait la liste de fréquence des mots en français pour savoir quel était le rang occupé par le pronom *en*. En tant qu'adverbe, *en* est classé parmi les 2000 mots les plus communs; or, la forme pronominale de *en* est classée 38 935^e dans la liste de fréquence lexicale. Ayant été fort probablement moins souvent exposés à la forme pronominale de *en* que les élèves réguliers francophones, les « Allophones » se sentiraient moins à l'aise avec ce pronom, qu'ils ne connaissent peut-être même pas sous cette forme, ce qui justifierait conséquemment l'écart significatif de la variable dépendante EN entre les élèves allophones et les autres. Mais alors, comment

expliquer que les « Allophones » aient moins bien réussi que les « Néo-Québécois »? Nous avons l'impression que le fait que ce groupe des « Allophones » soit composé à moitié d'élèves en grand retard scolaire pourrait expliquer qu'il y ait un écart significatif entre les « Allophones » et les « Néo-Québécois », d'autant plus que les « Néo-Québécois » sont composés en majorité d'élèves sans retard scolaire. Même s'ils ne maîtrisent pas parfaitement la langue, les « Néo-Québécois » devaient posséder suffisamment de stratégies variées pour réussir à contourner les difficultés causées par le pronom *en*, expliquant ainsi l'écart non significatif entre eux et les « Francophones ». À l'opposé, les « Allophones », n'ayant probablement pas les stratégies en lecture suffisantes pour surmonter cet obstacle, auraient mieux réussi les versions simplifiées, tout comme les élèves faibles, justifiant ainsi l'écart significatif.

En résumé, les résultats de notre expérimentation nous permettent de conclure que le pronom *en* qui est fréquemment présent dans les énoncés mathématiques, constitue une difficulté linguistique substantielle en résolution de problèmes. En plus de se retrouver rarement dans les textes courants, ce pronom, du fait qu'il est neutre, occulte tout indice de genre ou de nombre qui facilite le repérage de l'antécédent. Cela a pour effet de complexifier la compréhension linguistique du texte, surtout pour les lecteurs faibles et tout spécialement les élèves ne maîtrisant pas parfaitement le français écrit. Qui plus est, plus les groupes nominaux qui séparent l'antécédent du pronom *en* sont nombreux, plus l'identification de celui-ci sera ardue et comportera de risques d'erreur de compréhension linguistique du texte. Toutes ces affirmations constituent à nos yeux des arguments solides nous amenant à la conclusion que

l'anaphore assurée par le pronom *en* exerce une influence appréciable sur la compréhension en lecture et donc sur la performance en résolution de problèmes mathématiques.

6.2 Connaissances antérieures

La majorité des travaux portant sur l'effet des connaissances antérieures sur la compréhension en lecture s'accordent à reconnaître que ce facteur facilite la lecture des textes courants (entre autres Giasson, 1995 et Cornaire, 1999). Nos propres conclusions appuient ces propos puisqu'en considérant les résultats de notre expérimentation, nous avons remarqué un écart significatif pour les items se rapportant à la variable CA (mesurant l'effet des connaissances antérieures) entre la performance des « Néo-Québécois » provenant des classes d'accueil et les « Francophones » ($p = 0,014$) et un écart se rapprochant d'une valeur significative ($p = 0,059$) entre les « Néo-Québécois » et les « Allophones ». Cela signifie que les élèves d'accueil ont été avantagés par la simplification linguistique lorsque l'on a adapté le contenu culturel de la mise en situation à ce que devrait connaître un adolescent de 14 ans vivant à Montréal, car ils ont beaucoup mieux réussi que leurs pairs francophones lorsque le problème était simplifié. Ces résultats sont étayés par les conclusions de Mesnager (1989) et Droop et Verhoeven (1998) à savoir que la spécialisation, c'est-à-dire les connaissances antérieures particulières à un sujet donné, influence de façon significative la compréhension en lecture et notamment des mises en situation mathématiques.

Quoique nous n'ayons nommé aucune recherche spécifique à ce sujet en mathématique, tout porte à croire que cette variable linguistique, si cruciale dans la compréhension de texte en général, le serait également lors de la compréhension linguistique du texte des énoncés en résolution de problèmes. Considérant l'écart observé entre la performance des élèves néo-québécois et celle des élèves francophones, l'hypothèse soutenant que la difficulté causée par le facteur serait particulière aux élèves en L2 — tout particulièrement aux élèves néo-québécois — nous semble très plausible.

Il existe aussi des différences culturelles que l'on pourrait appeler des différences de culture scolaire. Par exemple, certains sujets, dont la géométrie, ne sont pas abordés au même stade d'apprentissage scolaire dans tous les pays. Par conséquent, certains élèves ne possèdent au niveau secondaire que des notions très rudimentaires dans ce domaine, voire nulles, alors qu'au Québec la géométrie est enseignée dès le primaire. Donc, chaque fois qu'il sera question de la géométrie, ces élèves risqueront d'être décalés et de ne pas bien comprendre les tâches à effectuer.

Le fait que l'écart entre la performance des « Néo-Québécois » et celle des « Allophones » frise la signifiante statistique suggère que les élèves allophones intégrés au système scolaire régulier partagent davantage un univers de connaissances antérieures commun avec les élèves francophones québécois que les élèves d'accueil.

Cet écart presque significatif suggère que ce sont surtout les nouveaux arrivants qui profitent de l'adaptation des énoncés en regard des connaissances antérieures, car les élèves réguliers allophones seraient déjà en bonne voie d'acquérir un bagage de connaissances générales similaire à celui des élèves francophones réguliers.

Dans ces conditions, les résultats obtenus concernant la variable CA nous portent à croire que les connaissances antérieures constituent une variable linguistique importante en ce qui a trait aux connaissances reliées à la culture associée à la langue cible (Droop et Verhoeven, 1998) en comparaison avec le reste des connaissances partagées par l'ensemble des Québécois de 14 ans. De plus, comme les sujets utilisés dans les énoncés mathématiques pourraient être considérés dans le cas des élèves d'accueil comme des sujets de spécialisation (Mesnager, 1989), nous concluons que la simplification linguistique en regard des connaissances antérieures présente un effet bénéfique pour ces élèves, les aidant à mieux comprendre la tâche à accomplir et améliorant leur performance en résolution de problèmes. N'ayant rien lu de tel dans aucune recherche portant sur les élèves ayant récemment immigré dans un pays linguistiquement différent ou en mathématique en langue seconde, nous croyons que ces résultats suggèrent une piste de recherche très prometteuse dans le domaine de la mathématique, de même que de la littérature destinée aux élèves d'accueil.

À la lumière des propos précédents, nous sommes en mesure de confirmer partiellement notre hypothèse de recherche selon laquelle les élèves en L2 allophones

et néo-québécois bénéficieraient davantage de la simplification linguistique que les francophones. D'abord, nous concluons que les élèves de l'accueil réussissent nettement mieux lorsque les énoncés mathématiques ont été simplifiés en regard des connaissances antérieures que leurs pairs francophones. Par contre, les élèves allophones fréquentent le système scolaire régulier depuis longtemps ont bénéficié d'un enseignement similaire aux francophones, n'ont pas amélioré autant leur performance à la suite de la simplification linguistique que les élèves de l'accueil, suggérant qu'ils tendent de plus en plus à partager le même bagage de connaissances générales que les élèves francophones; rendant ainsi la simplification linguistique à l'égard de cette variable moins pertinente au fur et à mesure de leur acquisition de la langue et de la culture d'accueil.

6.3 Influence de la lecture sur la performance en mathématique et résultats obtenus

La majorité des chercheurs qui se sont questionnés à savoir si la compétence en lecture et ses effets sur la compréhension des textes courants, par conséquent des mises en situation accompagnant les problèmes mathématiques, affirment : le lexique (Clarkson, 1991), dont la fréquence des mots (Shorrocks-Taylor et Hargreaves, 1999 et Castellani, 1990 et 1995) et la polysémie (Abedi et Lord, 2001; Castellani, 1995; Shorrocks-Taylor et Hargreaves, 1999), les connaissances antérieures (Giasson, 1995; Mesnager, 1989 et Droop et Verhoeven, 1998), la structure des phrases (Boule et Wasserer, 1989; Julo, 1995), dont l'anaphore (Lally, 1998; Garnham et coll., 1995 et

Van Gompel et Majid, 2004), ainsi que la difficulté que causent les questions complexes (Abedi et Lord, 2001) influencent la compréhension des textes. Nos propres résultats appuient partiellement cette thèse et nous amènent à conclure à une influence perceptible du contenu du texte sur la compréhension des énoncés mathématiques exercée par certaines de ces variables linguistiques. À cet effet, nous croyons avoir obtenu la confirmation de quelques-unes de nos hypothèses de recherche et l'infirmité d'autres, infirmités qui nous mènent vers d'autres questions. Pour les besoins de notre discussion, nous reprendrons une à une nos hypothèses. Nous nous pencherons sur chacune des variables linguistiques mesurées pour en tirer les conclusions qui s'imposent. Mais d'abord, considérons la variable indépendante de la version en regard des variables linguistiques.

D'entrée de jeu, les résultats obtenus à la suite du test de Withney-Mann U nous révèlent des écarts significatifs entre les versions A et B pour deux variables linguistiques : les variables EN et QC, mesurant respectivement l'impact de la simplification linguistique en regard de l'utilisation du pronom *en* et de celui des questions complexes. L'écart significatif relevé entre les versions A et B de l'outil de mesure pour la variable EN ($p = 0,003$) indique que, malgré nos efforts, les problèmes présentés aux élèves pour cette variable semblent ne pas avoir le même coefficient de difficulté. En effet, un écart significatif s'est révélé entre les résultats des deux versions pour cette variable (la moyenne des résultats obtenue pour la version A pour toute la population de est de 2,14 alors celle de la version B est de

2,45, soit un écart de 0,33 qui s'est avéré significatif à 0,003). D'autre part, les items jumelés 2A et 3B ont été beaucoup moins bien réussis (une moyenne de 2,00) que les items 7A et 6B (une moyenne de 2,59), ce qui étaye l'hypothèse du manque d'équivalence entre le coefficient de difficulté des deux problèmes jumelés. Néanmoins, le fait que la moyenne de la différence soit positive et que plusieurs autres écarts significatifs se soient manifestés quant à la force et la catégorie indique que malgré l'écart de coefficient mathématique entre les items jumelés, la simplification linguistique a permis à plusieurs de mieux réussir, et ce, de façon significative. De ce fait, nous sommes à même de conclure que la simplification linguistique exerce une influence positive sur la performance en résolution de problèmes, notamment auprès des élèves plutôt faibles en mathématique et des élèves « Allophones ».

En ce qui a trait à la variable QC, le raisonnement se fait à l'inverse. Comme était le cas de la variable EN, l'écart significatif obtenu en ce qui a trait à la variable indépendante de la version lors du test de Whitney-Mann U confirme que les items jumelés pour cette variable n'avaient pas un coefficient de difficulté mathématique équivalent. À l'inverse, la moyenne de la différence légèrement négative nous indique que c'est la version non simplifiée qui a été la mieux réussie. Ce résultat négatif pour la variable QC, mais également pour les variables qui mesurent l'effet de la fréquence des mots (FM) et de la polysémie (PO), nous amène à considérer d'autres hypothèses. En effet, nous avons envisagé la possibilité que la simplification linguistique ait pu avoir un impact négatif sur les résultats. Cependant, nous

avons l'intuition que cette hypothèse est peu probable. Compte tenu des résultats obtenus légèrement négatifs et de notre faible échantillonnage, nous pensons que c'est plutôt l'effet du hasard qui aurait pu jouer. D'ailleurs, le fait que l'étude d'Abedi et Lord (2001), qui a été réalisée avec un échantillon beaucoup plus important et dans des conditions idéales, ait conclu que la simplification linguistique n'a aucun effet négatif sur les résultats constitue à nos yeux un argument solide nous amenant à mettre en doute la thèse de l'impact négatif de celle-ci sur les résultats. Finalement, comme la simplification n'a révélé aucun résultat marginal négatif chez les individus, nous pouvons conclure du même souffle que la simplification n'a eu pas d'effet négatif sur les élèves plus forts, du moins pour la variable EN et ne peut qu'aider ces derniers à mieux réussir ou à tout le moins n'avoir aucun effet.

Maintenant que nous avons mesuré le degré d'équivalence des deux versions A et B, passons aux autres variables indépendantes — la force, la catégorie et le milieu socio-économique — afin de discuter de nos hypothèses de recherche.

Dans la présente recherche, nous avons obtenu des résultats mitigés nous permettant de confirmer certaines de nos hypothèses et d'en infirmer d'autres. En raison des écarts significatifs et de la moyenne de la différence positive de certaines variables linguistiques, nous pouvons confirmer notre première hypothèse de recherche qui soutenait que la compétence en lecture aurait une influence directe et considérable sur la performance en mathématique, en particulier en résolution de problèmes; de même

que la deuxième hypothèse de recherche à savoir que les lacunes en lecture seraient en partie responsables des difficultés rencontrées par l'élève lors de la résolution de problèmes mathématiques.

Quant à notre troisième hypothèse de recherche, qui appuie la thèse à savoir que la structure du texte utilisée dans les mises en situation nuirait à la compréhension des énoncés et de la tâche à accomplir ainsi que le lexique souvent éloigné du lexique usuel des élèves affecterait leur performance en résolution de problèmes, elle ne peut être que partiellement confirmée. Si aucune des variables PO et FM mesurant les effets de la simplification linguistique sur le lexique ne nous a pas permis d'aboutir à des conclusions précises, en revanche nos résultats pour la variable EN, étayés par la recension des écrits, constituent une preuve solide quant à un lien possible entre la complexité des énoncés mathématiques et la performance en résolution de problèmes. Ceux-ci nous ont permis de découvrir que la simplification du texte par la répétition de l'antécédent plutôt que par l'utilisation du pronom *en* remet en ordre logique et linéaire les informations, permettant aux élèves de comprendre plus facilement la tâche à exécuter (Wasserer et Boule, 1989). Puisque les participants ont mieux réussi lors de notre expérimentation lorsque le problème était simplifié pour cette variable, nous concluons que simplifier le texte en répétant l'antécédent améliore les performances en résolution de problèmes. Qui plus est, ces résultats confirment ce que les recherches d'Abédi et Lord (2001), Durkin et Shire (1991), Castellani (1989 et 1995) et Shorrocks-Taylor et Hargreaves (1999) avaient affirmé concernant

l'influence de la variable de l'anaphore — représentée dans notre étude par la variable EN — sur la performance en lecture, donc en résolution de problèmes mathématiques. La simplification des connaissances antérieures en regard des élèves influence en outre considérablement la réussite des élèves néo-qubécois, nous permettant de conclure que certaines variables linguistiques gagnent à être simplifiées.

Les études conduites sur la performance des élèves en mathématique en fonction de divers critères tels que la compétence en lecture en langue seconde démontrent clairement que les élèves en L2 se voient désavantagés lors leur apprentissage en mathématique (Clarkson, 1991) et en résolution de problèmes. (Shorrock-Taylor et Hargraves, 1999; Castellani, 1995) Lorsqu'on aborde le lien entre la lecture et la performance en résolution de problèmes, Abedi et Lord (2001) ajoutent que le milieu socio-économique faible peut tout autant nuire à la performance en mathématique que le manque d'habileté en lecture, et ce, en langue seconde comme en langue maternelle. À cet égard, les résultats de notre étude diffèrent des conclusions de ces derniers, nous amenant à infirmer partiellement la quatrième hypothèse de recherche soutenant que les élèves issus de milieux socio-économiques faibles bénéficieraient particulièrement de la simplification linguistique. En fait, aucun indice ne nous laisse croire que le milieu socio-économique puisse exercer une quelconque influence sur les résultats, car aucun écart significatif n'a été enregistré lors des analyses statistiques. Cependant, le nombre de participants de l'étude d'Abedi et Lord étant beaucoup plus élevé que le nôtre, nous croyons pertinent de nuancer ces propos en

tentant de trouver quelques hypothèses pouvant expliquer cette divergence dans les résultats.

D'abord, le fait que nous ayons utilisé comme unique critère la moyenne du revenu familial pourrait avoir eu un impact sur les résultats. Les résultats d'une autre recherche sur les compétences linguistiques des élèves allophones de la région montréalaise (Morris, Godard, Laplante, Labelle, Simard, en cours) indiquent que la scolarité des parents jouerait un plus grand rôle que le revenu familial en déterminant le succès scolaire des enfants. Ce serait d'autant plus vrai des familles récemment arrivées au Québec; leur revenu familial ne représenterait pas un indicateur fiable quant au profil d'un élève à l'égard du milieu socio-économique. En d'autres termes, les élèves provenant de milieux socio-économiques faibles sont souvent associés à des problèmes divers tels le décrochage scolaire et les retards scolaires. Or, les familles dont les enfants fréquentent les classes d'accueil ne correspondent pas à la définition d'une famille québécoise provenant d'un milieu défavorisé. Par ailleurs, les écarts significatifs obtenus en ce qui a trait à la variable EN mesurant l'effet de l'anaphore assurée par le pronom *en* sur la performance en résolution de problèmes nous permettent de confirmer notre quatrième hypothèse à bien des égards qui se résume en disant que les catégories d'élèves les plus avantagés par la simplification linguistique seraient les élèves allophones provenant des classes régulières et de cheminement particulier, de même que les élèves faibles en mathématique, sans nuire aux autres élèves.

En effet, les élèves faibles (Abedi et Lord), ainsi que les « Allophones » (Clarkson, Shorrocks-Taylor et Hargraves) ont significativement mieux réussi l'énoncé simplifié linguistiquement quant à la variable EN. Bref, l'analyse de cette donnée nous amène à conclure que plus les élèves sont faibles en mathématique, par le fait même en lecture, et moins ils maîtrisent le français, plus la répétition de l'antécédent plutôt que l'utilisation du pronom *en* les aide à décoder l'énoncé et plus leur performance augmente. Qui plus est, aucun résultat ne laisse croire que la simplification de cette variable ait eu des effets négatifs chez les élèves plutôt forts, car aucune contre-performance n'a été enregistrée chez cette population. Du même souffle, ce constat nous suggère fortement que la répétition de l'antécédent du pronom *en* ne cause aucun préjudice aux élèves plutôt forts, des résultats en accord avec ceux d'Abedi et Lord.

D'autre part, il en va de même pour les énoncés simplifiés linguistiquement à l'égard des connaissances antérieures, dont les « Néo-Québécois » ont nettement bénéficié. Tout comme l'affirment Droop et Verhoeven (1998), le fait que le sujet d'un texte soit relié à la culture d'origine ainsi que de posséder un degré de connaissances élevé aide substantiellement le lecteur à en comprendre le contenu. Autrement dit, à la lumière de nos résultats, nous concluons que d'adapter le contenu culturel et le domaine spécifique d'un énoncé aux élèves ciblés leur permet de mieux réussir, du moins en ce qui concerne les « Néo-Québécois ». Ainsi, nous confirmons notre

hypothèse en ce qui a trait aux élèves en L2, mais uniquement pour les élèves d'accueil. Compte tenu du fait que les immigrants finissent par rattraper les autres élèves au bout de cinq à sept ans (Collier, 1989; McLaughlin, 1992), il est probable que nous aurions obtenu des résultats différents si les participants allophones avaient tous été des élèves ayant immigré il y a moins de deux ans, d'autant plus que l'écart s'est révélé très près du seuil de signification. À la lumière de notre étude, nous pouvons à tout le moins affirmer que l'adaptation des énoncés mathématiques en rapport avec les connaissances qu'un élève montréalais de 14 ans devrait connaître profite particulièrement aux élèves néo-québécois.

Finalement, il nous est impossible de trancher en ce qui concerne trois variables linguistiques, d'abord en raison d'un déséquilibre du niveau du coefficient de difficulté mathématique des items jumelés en ce qui a trait à la variable QC (qui mesurait l'effet la simplification linguistique des questions complexes). Puis, les résultats négatifs obtenus à la suite de la moyenne de la différence nous indiquent que la version non simplifiée a été mieux réussie pour la variable QC de même que pour les variables mesurant l'effet de la simplification linguistique sur la fréquence des mots (FM) et sur la polysémie (PO). Comme ces résultats se sont révélés légèrement négatifs, il est difficile de conclure quoi que ce soit, car de multiples facteurs (dont le hasard, le coefficient de difficulté mathématique, l'ordre de présentation et l'oubli d'une partie de la matière) ont pu influencer à divers degrés les résultats. Une chose est certaine, contrairement à Abedi et Lord (2001) qui avaient sous la main un

examen créé par des spécialistes expressément pour leur étude, nous avons créé nous même notre outil de mesure à partir de problèmes à résoudre choisis dans plusieurs manuels scolaires. Malgré la validation de l'outil de mesure par le Dr Cyr, il est maintenant clair que l'outil de mesure comportait quelques failles qui ont probablement biaisé quelque peu les résultats. En revanche, comme la population était limitée, il apparaît difficile de départager les effets réels de l'outil de mesure de l'effet du hasard sur les résultats. Dans le chapitre suivant, la conclusion, nous résumerons les grandes lignes de notre étude et nous exposerons les limites de notre expérimentation. Nous proposerons aussi des pistes de recherche découlant de notre étude.

CHAPITRE 7

CONCLUSION

Motivée par la recherche de solutions pour aider les élèves d'accueil à mieux se débrouiller lors de la compréhension linguistique du texte des mises en situation des problèmes mathématiques et par certaines recherches très prometteuses dans ce domaine précis, notamment l'étude américaine d'Abedi et Lord (2001), notre recherche avait pour objectif d'identifier les sources de difficultés linguistiques propres à ce type d'énoncé. Nous étions intéressée avant tout à savoir si la simplification de ces énoncés selon certains facteurs linguistiques aurait un effet bénéfique sur la performance en résolution de problèmes. Nous voulions mesurer les écarts probables de performance qui distinguent à cet égard les élèves étudiant les mathématiques dans des classes d'accueil, des allophones et des francophones du système régulier. Du même coup, nous voulions comparer la performance des élèves plutôt forts par rapport à celle des élèves plus faibles en mathématique et des élèves provenant de milieux socio-économiques faibles et aisés. Pour ce faire, nous avons créé un outil de mesure élaboré à partir de diverses recherches dans le domaine de la lisibilité linguistique et de l'acquisition de la lecture visant à comparer la performance des élèves des classes d'accueil — les « Néo-Québécois » — à celle du régulier au

secondaire — « Allophones » et « Francophones » — en résolution de problèmes écrits en mathématique. À notre connaissance, cette question n'avait fait l'objet d'aucune recherche, en français du moins. Dans ce chapitre, nous ferons d'abord état des limites de cette étude dans la section 7.1, puis en 7.2 nous résumerons les résultats saillants de notre expérimentation et nous conclurons avec les pistes de recherche qui en découlent.

7.1 Limites de l'étude

Les constats de la présente étude peuvent avoir des résultats intéressants pour le domaine de la recherche de la résolution de problèmes mathématiques et de la littérature en langue seconde, mais l'on ne doit pas perdre de vue l'aspect exploratoire de ce mémoire et l'on se doit de signaler ses principales lacunes. Premièrement, nous avons constaté que les problèmes jumelés n'avaient pas tous un coefficient de difficulté mathématique équivalent à la lumière des écarts significatifs obtenus dans le cas de la variable EN (mesurant les effets de la répétition de l'antécédent du pronom *en*) et QC (mesurant les effets des questions complexes). Dans le cas de la variable EN, la moyenne de la différence positive a permis de conclure que la simplification linguistique avait avantage certains groupes de participants, et ce, malgré le manque d'équivalence du coefficient de difficulté mathématique entre les items jumelés. Par contre, les résultats négatifs obtenus lors du calcul de la moyenne de la différence de QC et de deux paires de variables soit PO (mesurant les effets de la polysémie), et FM (mesurant les effets de la fréquence des mots) nous indiquent

clairement que le problème non simplifié pour ces trois variables aurait été mieux réussi que leur pendant simplifié, ce qui devrait être normalement l'inverse ou à tout le moins quasi équivalent. Maintenant, la question resterait à savoir ce qui aurait pu faire en sorte que nous obtenions des résultats semblables, malgré toutes nos précautions.

D'abord, l'absence de révision uniformisée dans les diverses classes préalable à l'administration de l'outil de mesure constitue selon nous un facteur qui aurait pu expliquer ces résultats négatifs. À notre avis, une révision en règle de la matière évaluée dans notre outil de mesure aurait réactivé les connaissances requises à la réussite des items — puisées à même tous les sujets étudiés au cours de l'année scolaire et qui auraient pu avoir été oubliés — permettant aux participants de fournir leur performance maximale. Ensuite, nous pensons que d'autres facteurs linguistiques que nous n'avons pas mesurés pourraient avoir exercé de l'influence sur certains résultats. En effet, peut-être que le choix des mots, la longueur des phrases ou le manque de connaissances antérieures ont pu nuire à la compréhension de certains items chez certains participants. À titre d'exemple, nous pensons que la structure et l'ordre de présentation des informations auraient pu nuire à la compréhension dans l'item 1 A et l'item 10 B, comme le suggèrent Wasserer et Boule (1987). Dans le problème le mieux réussi de l'exemple précédent, la structure propose un nombre total dont le participant devait soustraire plusieurs nombres pour arriver à la réponse. Lors de la résolution du problème jumelé, le participant devait additionner plusieurs

nombres pour en faire un total duquel il devait soustraire deux autres nombres. Dans le premier exemple, l'item 1 A, les informations, et donc les opérations, étaient placées de façon plus linéaire et peut-être se seraient avérées plus faciles à comprendre que dans l'item 10 B. Par ailleurs, l'ordre de présentation des problèmes représente sûrement une part appréciable d'influence sur les résultats. Reprenons l'exemple précédent où l'item A est le premier problème, alors que l'item B jumelé est présenté en dernière position. On est en droit de croire qu'à la résolution du dixième problème, un effet de fatigue risque de se manifester, causant un biais au niveau de la performance selon chaque individu. Or, même si l'on en est conscient, il y aura toujours un effet de fatigue grandissant affectant au fur et à mesure la réussite des derniers items quel que soit l'ordre de présentation adopté, rendant difficile le contrôle complet de ce facteur. Or, comme nous avons comparé des items jumelés, nous considérons que si nous avons changé l'ordre de présentation, les résultats auraient pu être légèrement différents. Toutefois, nous ne pouvons quantifier avec plus de précision l'impact réel de ce facteur sur nos résultats.

En outre, nous croyons que le moment choisi pour l'administration de l'outil de mesure de la première cueillette de données ne s'est pas avéré des plus propices. Le choix de la fin de l'année scolaire pour mener notre expérimentation constituait un choix motivé par deux raisons principales : nous avons escompté que les élèves provenant des classes d'accueil auraient suffisamment de connaissances linguistiques pour réussir au maximum de leur capacité. De plus, nous avons cru que la

préparation à l'examen sommatif de juin remplacerait une révision en bonne et due forme, annulant ainsi les risques d'oubli de la matière enseignée plus tôt dans l'année. Malheureusement pour nous, ce facteur ne semble pas avoir joué en notre faveur. De plus, nous avons minimisé l'effet de la fatigue accumulée de la fin de l'année, jumelé à un manque d'enthousiasme, voire de motivation à l'égard de notre expérimentation, surtout chez les élèves du régulier. En plus de ne pas avoir contrecarré de façon évidente le facteur d'oubli, le fait d'avoir administré l'outil de mesure en juin semble avoir créé un biais potentiel supplémentaire. Quant à notre deuxième cueillette de données, les circonstances et les occasions qui s'offraient à nous nous ont amenée à l'effectuer en début d'année auprès d'élèves qui commençaient leur deuxième année de secondaire, causant potentiellement un biais positif pour la population des élèves francophones. Finalement, ces élèves étaient également issus d'un milieu beaucoup plus favorisé sur le plan socio-économique que l'autre groupe, ce qui a eu probablement des impacts sur nos résultats. Dans le cadre d'une étude semblable, nous sommes consciente qu'il serait plus avisé d'éviter autant que possible d'effectuer l'administration un tel outil de mesure vers la fin de l'année scolaire, de même qu'il serait préférable de choisir des élèves provenant tous d'un même groupe socio-économique.

En résumé, voilà ce qui expliquerait les biais relatifs à l'outil de mesure lui-même. Maintenant, passons aux autres facteurs qui auraient pu avoir une incidence sur notre étude.

À notre avis, une autre lacune de notre étude proviendrait de la population elle-même. Compte tenu de l'échantillon relativement réduit, il est possible que l'effet du hasard ait eu quelques incidences sur les résultats. En ce qui concerne la population en général, les résultats semblent relativement équilibrés, car l'écart entre la moyenne générale de l'outil de mesure A et B est relativement mince et non significatif. (Voir le tableau 5.11 et 5.13). À l'opposé, la différence entre la moyenne de la version A et B comporte des écarts significatifs et opposés, notamment pour la version B chez les « Allophones » et chez les « Francophones » un écart encore plus important mais en faveur de la version A, nous indiquant que ces groupes ne sont peut-être pas tout à fait équilibrés ou que le hasard a fait en sorte que des résultats semblables soient enregistrés. Ces résultats pour le moins déconcertants pourraient se justifier par le fait que le hasard a fait en sorte qu'un nombre plus important de participants ayant mieux réussi à l'égard de l'une ou l'autre des versions se soit retrouvé dans un groupe en particulier. D'autre part, le fait que la répartition selon les autres groupes soit relativement équilibrée étaye l'hypothèse de l'influence du hasard. Pour neutraliser cet effet, il aurait fallu un échantillon de sujets beaucoup plus vaste que le cadre de notre mémoire ne nous a pas permis d'atteindre, faute de moyens à la disposition de chercheurs reconnus comme Abedi et Lord avec plus de 1000 participants à leur étude.

En plus de mieux contrôler certaines sous-populations, l'augmentation du nombre de participants de notre échantillon aurait rendu cette étude plus complète, car cela nous aurait donné accès à une multitude d'autres informations tout aussi pertinentes. Par exemple, il aurait été intéressant de comparer la performance des élèves moyens par rapport aux élèves forts et aux élèves faibles, de même que de comparer les élèves néo-québécois par rapport aux élèves de cheminement particulier pour savoir si les difficultés restent les mêmes pour ces deux catégories ou en quoi elles diffèrent. En bref, des recherches complémentaires dans ce domaine avec un échantillon plus important et mieux équilibré dans chacune des sous-populations permettraient de brosser un tableau plus juste et détaillé de la performance de chaque catégorie d'élèves et cela pourrait même aboutir à des résultats quelque peu différents.

Finalement, le fait d'avoir effectué deux cueillettes de données dans différents milieux socio-économiques pourrait avoir eu des incidences sur les résultats. Notre première cueillette a eu lieu dans une école d'un quartier défavorisé de Montréal où le nombre d'élèves allophones et néo-québécois était élevé. Cependant, le nombre de francophones s'étant avéré quasi nul, nous avons dû procéder à une deuxième cueillette de données. Pour la réaliser, nous avons finalement trouvé une école majoritairement francophone à l'extérieur de Montréal, mais dont le profil socio-économique était très aisé. Bien que notre comparaison entre les élèves des deux milieux socio-économiques opposés n'ait révélé aucun écart significatif, il est plausible que ce facteur ait exercé une certaine influence sur les résultats. Selon

Abedi et Lord (2001), mais également selon d'autres chercheurs tels Morris et Labelle (2004), le milieu socio-économique tend à influencer les compétences linguistiques, ce qui va à l'encontre des résultats et des conclusions générés par notre étude. Donc, le hasard a probablement encore joué contre nous. Autrement dit, un échantillon plus étendu nous aurait permis de mieux neutraliser ce biais possible et nous aurions peut-être obtenu des résultats différents et même convergents avec les autres études. De plus, le fait que les tous élèves francophones fassent partie de la classe socio-économique favorisée complique l'interprétation des résultats significatifs de cette catégorie, car on est en droit de se demander chaque fois qu'un écart est significatif s'il est attribuable au fait que cet élève est francophone ou qu'il est issu d'un milieu socio-économique favorisé, et ce, malgré l'absence d'écart significatif entre les résultats obtenus par les élèves provenant d'un milieu favorisé par rapport à ceux provenant d'un milieu défavorisé. En d'autres termes, même si nous avons obtenu des écarts significatifs entre les « Francophones » et les autres catégories, nous ne pouvons conclure sans équivoque que c'est le fait d'être francophone qui explique la différence, car le milieu socio-économique a probablement exercé une influence sur les résultats.

Maintenant que nous avons décrit les diverses limites de notre recherche, passons au bilan final de la recherche et aux pistes de recherche découlant de notre étude.

7.2 Résumé des principaux résultats

En premier lieu, nous avons pu constater, à l'instar d'Abedi et Lord (2001), que la simplification linguistique avait eu un effet bénéfique sur la compréhension des énoncés en résolution de problèmes pour certains facteurs linguistiques (EN et CA) et n'a pas eu d'effets négatifs manifestes chez les « Plutôt forts » pour ces mêmes variables. À cet effet, les « Allophones » de même que les élèves plutôt faibles en mathématique ont beaucoup mieux réussi lorsque les énoncés mathématiques avaient été simplifiés linguistiquement, notamment lorsque l'on répète l'antécédent dans la question finale plutôt que d'utiliser le pronom *en*. Il en va de même lorsque l'on adapte le contenu culturel aux connaissances de la majorité des participants selon leur âge et leur milieu de vie, du moins pour les élèves néo-québécois. À ce sujet, nous sommes convaincue que la simplification linguistique selon certains facteurs linguistiques pourrait améliorer les performances en résolution de problèmes, surtout chez les élèves ne maîtrisant pas parfaitement bien la langue, comme les élèves en L2, particulièrement ceux qui fréquentent les classes de cheminement particulier ou de l'accueil et les élèves faibles en mathématique. Nous prenons à témoin les résultats obtenus avec les variables EN et CA dans notre expérimentation et les résultats obtenus dans l'étude sur la simplification linguistique menée par Abedi et Lord. Ces deux arguments constituent à nos yeux une preuve solide concernant l'existence d'un problème réel dans le style d'écriture utilisé dans les énoncés qui peut entraver la performance en résolution de problèmes en mathématique et que la simplification

linguistique constituerait un moyen simple et efficace pour résoudre ce problème, du moins pour certaines variables.

D'autre part, malgré que notre échantillon restreint de participants ne nous permette pas de généraliser nos résultats à l'ensemble des élèves ayant fini leurs cours de mathématique de première secondaire au Québec, nous croyons somme toute que cette étude constitue un premier pas dans le domaine de la mathématique en langue seconde et de la lecture en science, en français à tout le moins. Bien que cette recherche ne réponde pas à toutes les questions qu'elle s'était posées comme point de départ, ce mémoire a pour mérite d'apporter quelques réponses claires et de susciter beaucoup d'autres interrogations menant à d'autres pistes de recherche dans un domaine justement peu exploré en français. Nos résultats invitent à s'interroger d'abord sur l'impact que pourraient exercer les variables linguistiques qui ne nous ont pas permis de confirmer ou d'infirmer nos hypothèses. Il s'agit des variables mesurant l'effet de la simplification linguistique de la fréquence des mots, de la polysémie et des questions complexes. Il serait donc pertinent de tenter de savoir si la simplification de ces trois variables linguistiques pourrait avoir le même impact en français (Castellani, 1995; Wasserer et Boule, 1989) que le suggèrent les études effectuées auprès d'élèves anglophones. (Shorrocks-Taylor et Hargreaves, 1999; Ellis, 2002; Abedi et Lord, 2001). En fait, les limites de notre expérimentation ne nous ayant pas permis de savoir si ces variables avaient ou non des effets significatifs sur la compréhension des mises en situation de problèmes mathématiques en français, il

serait pertinent de tenter à nouveau de mesurer ces variables afin de trancher une fois pour toutes. De plus, il serait intéressant de mesurer l'impact d'autres pronoms anaphoriques afin de les comparer entre eux pour savoir si l'anaphore en général constitue une difficulté majeure en compréhension de lecture ou s'il s'agit seulement de l'anaphore assurée par le pronom *en* qui est en cause.

Par ailleurs, une autre variable dont nous avons décidé de ne pas tenir compte lorsque nous avons procédé à la sélection de variables à évaluer dans notre expérimentation nous est apparue particulièrement pertinente à mesurer à la suite de l'analyse des résultats, surtout en raison des résultats obtenus en ce qui a trait à l'influence du pronom *en*. Il s'agit de l'ordre de présentation des informations dans les énoncés. Or, dans les textes courants, l'information est disposée de manière linéaire permettant ainsi au lecteur de se retrouver aisément, alors que le souci de concision dans les énoncés de mathématique amène les rédacteurs à oublier cette règle de lisibilité (Wasserer et Boule, 1989). Pour ce faire, il serait intéressant de comparer un énoncé présentant les informations de façon linéaire à un autre non linéaire, tant au niveau de la syntaxe que de l'ordre d'apparition proprement dite des informations, et mesurer les écarts de performance ainsi obtenus. L'originalité et la logique de cette variable linguistique en font une piste de recherche particulièrement pertinente, car à notre connaissance elle a été peu étudiée jusqu'à présent. En résumé, c'est pour toutes ses raisons que nous croyons qu'il serait de mise de mesurer l'effet

de l'ordre de présentation des informations sur la performance en résolution de problèmes mathématiques dans une étude ultérieure.

Un autre aspect que nous n'avons pas du tout pris en considération lors de notre expérimentation qui nous est apparu capital à la suite de l'analyse des résultats serait de mesurer l'impact que pourrait avoir une leçon préparatoire uniformisée dans les diverses classes préalables à l'administration de l'outil de mesure. Celle-ci comprendrait évidemment une révision des notions mathématiques contenues dans l'outil de mesure, mais également un enseignement formel du lexique jugé difficile utilisé dans ces mises en situation (Castellani, 1995). Cela permettrait de mesurer l'influence de la connaissance du lexique non mathématique sur les résultats en résolution de problèmes et d'expérimenter un traitement visant à aider les élèves à mieux lire les consignes et par le fait même à accomplir de meilleures performances.

En guise de mot de la fin, bien que de plus en plus de recherches s'intéressent à l'impact des énoncés sur la performance en résolution de problèmes, nous avons pu constater que ce domaine reste encore peu exploré en français et beaucoup de questions restent encore en suspend. Nous espérons entre autres choses que cette étude aura su attirer l'attention sur ce sujet passionnant et donnera le goût à d'autres de s'y pencher.

RÉFÉRENCES

- Abédi, J. et Lord, C. (2001). The Language Factor in Mathematics Tests. *Applied Measurement in Education*, 14(3): 219-234.
- Institut Fraser et Institut économique de Montréal (2006) Bulletin des écoles secondaires du Québec. *L'Actualité*, 15 nov. 2006.
- Asselin, J., Buzaglo, C. et Buzaglo, G. (1992) *Mathématiques 2000 : exercices et résolutions de problèmes, 116, Module A*. Éd. Guérin, Montréal. 210 p.
- Asselin, J., Buzaglo, C. et Buzaglo, G. (1993) *Mathématiques 2000 : exercices et résolutions de problèmes, 116, Module B*. Éd. Guérin, Montréal. 199 p.
- Bernhardt E. et Kamil, M. (1995) Interpreting Relationships between L1 and L2 Reading: Consolidating the Linguistic Threshold and the Linguistic Interdependence Hypothesis. *Applied Linguistics*, Vol. 16, No 1. p. 15-34
- Breton, G. (1993) *Carrousel mathématique 1, 1^{ère} secondaire*, Tome 1. Éd, CEC. Montréal.
- Breton, G. (1993) *Carrousel mathématique 1, 1^{ère} secondaire*, Tome 2. Éd, CEC. Montréal.
- Castellani, G. (1989). *Les interactions math-lecture*. XVe colloque inter-IREM, Mont-Saint-Aignan, IREM.
- Castellani, G. (1990). *Quelles aides apporter aux enfants confrontés aux textes mathématiques*. XVIe colloque inter-IREM, Talence, IREM.
- Castellani, G. (1995) *Bien lire dans toutes les disciplines au collège*. Éd. A. Michel, Paris. 190 p.
- Chall, S. J. (1996). Varying approaches to readability measurement. *Revue québécoise de linguistique*, Vol 25, No 1: 25-40.
- Clarkson, P. C. (1991). «Mathematics in a multilingual society» in *Language in Mathematical Education Research and Practice*. Philadelphia, Open University Press: p. 237-246.
- Cobb, T. *The Compleat Lexical Tutor, Web VP en français (v 1.2)* [En ligne] Disponible le 23 avril 2004 : (http://www.er.uqam.ca/nobel/r21270/cgi-bin/F_webfreqs/web_vp.html).

- Cocking, R. R. et Chipman, S. (1988) «Conceptual issues related to mathematics of minority Achievement of Language Minority Children» in *Linguistic and cultural influences on learning mathematics* Edited by Rodney R. Cocking and Mestre, Jose P. Lawrence Erlbaum Associated, publishers, Hillsdale and Lindon. p. 17-46
- Collier, V. (1989) How long ? A Synthesis of Research on Academic Achievement in a Second Language. *TESOL Quarterly*, Vol. 23, No 3. p. 509-531
- Cornaire, C. (1999) *Le point sur la lecture*. Éd. Clé international, Paris. 122 p.
- Cornaire, C. (1988) La lisibilité: Essai d'application de la formule courte « Henry » au français langue étrangère. *Canadian Modern Language Review*, Vol. 44 No 2. p.261-73
- Corson, D. (1997). The learning and use of academic English words. *Language Learning*, Vol. 47, No 4, 671-718.
- Dallaire, R. et coll. (1988) *Mathématiques Soleil, Ire secondaire*. Éd. Guérin, Montréal.
382 p.
- Davis, A. (1991) «The Language Testing» in *Language in Mathematical Education Research and Practice*. Philadelphia, Open University Press.p.40-47
- De Corte et Verschaffel (1991) «Some of the factors influencing the solution of addition and subtraction word problems» in *Lexical ambiguity in mathematical contexts in Kevin Durkin and Beatrice Shire*. Open University Press, Milton Keynes, Philadelphia. p. 117-130
- Drolet, M. (1993) *Croisières mathématiques : 1 /* sous la dir. de Madeleine Drolet, Hélène Rochette. Éd. Guérin, Montréal. 259 p.
- Droop, L. Verhoven, C. (1998). Background Knowledge, Linguistics Complexity, and Second-Language Reading Comprehension. *Journal of Literacy Research*, Vol. 30, No 2: p. 253-271.
- Durkin, K. Shire, B. (1991). «Lexical ambiguity in mathematical context». in *Language in Mathematical Education Research and Practice*. Philadelphia, Open University Press. P.71-84
- Ellis, N. (2002) Frequency Effects in Language Processing: A Review with Implications for Theories of Implicit and Explicit Language Acquisition. *Studies in Second Language Acquisition*, Vol. 24, No 2. p. 143-188

- FIP de Paris (2006) Fréquence des mots par ordre alphabétique [EN ligne] Disponible le 20 août 2006) : http://fip.scola.ac-paris.fr/IMG/pdf/frequence_liste-mots-alphabetique.pdf
- Fitzgerald, J. (1995) English-as-a-second-language Reading Instruction in the United-States: A research review. *Journal of Reading Behavior*, Vol. 27, No 2. p. 115- 152.
- Fry, E. (2002). Readability versus Levelling. *Reading Teacher*, Vol. 56, No 3: 286-291.
- Gagatsis, A. et coll. (1999) Readability Formulae and Semantic width of Terms and Expressions of Mathematical Texts. *Scientia Paedagogica Experimentalis*, Vol. 36, No 2. p. 207-223.
- Garnham, A. et coll. (1995) Representation and Processes in the Interpretation of Pronouns: New Evidence from Spanish and French. *Journal of Memory and Language*, Vol. 34, p. 41-62.
- Giasson, J. (1995). La lecture et l'acquisition du vocabulaire. *Québec français*, No 92. p. 37-42
- Giasson, J. (c1990) *La compréhension en lecture*, Ed G. Morin, Boucherville. 255 p.
- Hsueh-Chao, M.-H. et Nation, P. (2000) Unknown Vocabulary Density and Reading Comprehension. *Reading in a Foreign Language*, Vol. 13, No 1. p. 403-30
- Julo, J. (1995) *Représentation des problèmes et réussite en mathématiques : un apport de la psychologie cognitive à l'enseignement* / Jean Julo ; préf. Michel Fayol Rennes : Presses universitaires de Rennes 2 , Coll. «Psychologie». 255 p.
- Konior, J. (1993). Research into the Construction of Mathematical texts. *Educational Studies in Mathematics*, 24, No 3: 251-256.
- Laborde, C. (1990) *Language and mathematics. In Mathematics and Cognition, Pearla Nesher and Jeremy Kilpatrick*. Cambridge Ed. Cambridge University Press, ICMI Study Series, pages 53-69.
- Lally, C (1998) Friend or Foe: The Use of Direct Object Pronouns by native English Speakers in both English And French. *Reading Improvement*, Vol. 35, No 1. p. 31 à 37.

- Laufer, B. (1989) «What percentage of text-lexis is essential for comprehension?» In C. Lauren and M. Nordman (eds.),: *Special Language: From Humans Thinking to Thinking Machines*. Clevedon: Multilingual Matters.
- Léger, L. et coll. Propriétés des objets et résolution de problèmes mathématiques. *Revue française de pédagogie*, No 139, p. 97-105
- Lepik, M. (1990). Algebraic word problems: Role of linguistics and structural variables. *Educational Studies in Mathematics*, Vol. 21: 83-90.
- McAndrew M. (1993) *L'intégration des élèves des minorités ethniques quinze ans après l'adoption de la loi 101: quelques enjeux confrontant les écoles publiques de langue française de la région montréalaise*, document de réflexion soumis à la Direction des Études et de la Recherche, Montréal, ministère des Communautés culturelles et de l'Immigration, 47 p. et annexes.
- McLaughlin (1992) *Myths and Misconceptions about Second Language Learning*. ERIC Digest, Document ED350885 [En ligne] 23 août 2006.
- MEQ (1997) Une école d'avenir. Intégration scolaire et éducation interculturelle : Prendre le virage du succès. Projet de politique [En ligne] Disponible le 13 août 2006 : http://www.mels.gouv.qc.ca/dscc/avenir/ecole_f.pdf
- MELS (2005) Portrait scolaire des élèves issus de l'immigration : de 1994-1995 à 2003-2004 [En ligne] Disponible le 12 août 2006 : http://www.mels.gouv.qc.ca/stat/Autres_doc/immigration_fr_460758.pdf
- MELS (2006) *Programme de soutien à la recherche et en développement en adaptation scolaire* [En ligne] Disponible le 31 août 2006 : www.mels.gouv.qc.ca/DGFJ/das/rechercheetdev/pdf/19-8008-06.pdf
- Mesnager, J. (1989). Lisibilité des textes pour enfant: un nouvel outil. *Communication et langages*, Vol 79: 18-38.
- Mestre, J. (1988). «The role of the language comprehension in mathematics and problem solving. in *Linguistic and cultural influences on learning mathematics*, Lawrence Erlbaum Associated, publishers, Hillsdale and London. p.201-220.
- Morris, L. et Labelle, M. (2004) Filling the blanks : What C-Test Results can teach us about the French processing skills of different nonnative-speaking child populations. Communications. Second Language Acquisition Research Forum. State College, Pennsylvania. 14-16 octobre 2004.

- Nation, P. (2001) How Good is Your Vocabulary Program? *ESL Magazine*, Vol. 4, No 3, p. 22-24
- Nation, P. et Waring, R. (1997) «Vocabulary: Description, Acquisition and Pedagogy». In Schmitt, N. and M. McCarthy (Eds.): Cambridge, Cambridge University Press. p. 6-19
- Nation et Waring (1990) Vocabulary size, Text coverage and Word Lists. [En ligne] Disponible le 21 mars 2006 : www1.harenet.ne.jp/~waring/papers/cup.html
- Paul, D., Nibbelink, W. et Hoover, H. (1986) The Effect of Adjusting Readability on the Difficulty of Mathematics Story Problems. *Journal Research in Mathematics Education*, Vol 17, no. 3, p. 163-171
- Racle, G. (1988). La lisibilité: quelques aperçus neuropsychologiques. *Communication et langages*. Vol. 76: 20-41.
- Samuel, J. Zakuluk, B. (1996). Issues related to text comprehensibility: The future of readability. *Revue québécoise de linguistique*, Vol. 25, No 1: 41-52.
- Soulière, M. (1992) *Le cahier de scénario 1*. Éd. HRW ltée, Laval. 96 p.
- Shorrocks-Taylor, D. Hargreaves, M. (1999). Making It Clear: Review of languages Issues in Testing with Special Reference to the National Curriculum Mathematics Test at Key Stage 2. *Educational Research*, Vol. 41, No 2: 123-136.
- Statistiques Canada (2004) Les enfants d'immigrants : comment se débrouillent-ils à l'école? produit no 11F0019MIF au catalogue de Statistique Canada, document de recherche no 178, publication gratuite. [En ligne] Disponible le 14 mars 2006 : http://www.statcan.ca/francais/freepub/81-004-XIF/200410/immi_f.htm
- Tack, K.-D. (1995). The Influence of Reading Skills on the Ohio Ninth Grade Proficiency Test of Mathematics. US, Ohio: 11.
- Tardif, J. Gaouette, D. (1986 a). Comment faciliter la lecture du lecteur en difficulté? *Vie pédagogique*, No 44: 12-15.
- Tardif, J. Gaouette, D. (1986 b). Comment le lecteur en difficulté devrait-il utiliser ses connaissances antérieures. *Vie pédagogique*, No. 45. p. 4-7.
- Van Gompel, R.P.G et Majid, A (2004) Antecedent Frequency Effects during the Processing of Pronouns. *Cognition*, Vol. 90, No 3. p. 255-264.

- Wasserer, C. Boule, F. (1987). La lecture des énoncés mathématiques. *Voies-Livres*
No 4
- Waring, R. (1995) *Second Language Vocabulary Acquisition, linguistic context and vocabulary task design* Summary of a paper presented at The British Council Conference in St Andrews Scotland.
- Zakhartchouk, J.-M. (1999). *Comprendre les énoncés et les consignes*. Amien, Centre régional de documentation pédagogique.

ANNEXE A

LES PROBLEMES ECRITS ORIGINAUX

Problèmes originaux

Vécu des élèves

1- Un fermier possède 1080 hectares de terrain. Il en consacre 251 à la culture de l'avoine, 356 à la culture du maïs et 175 à la culture de la luzerne. Le reste est en pâturage. De combien d'hectares dispose-t-il pour faire paître ses animaux?

$$1080 - (251 + 356 + 175)$$

2- L'analyse microbienne d'une culture préparée en laboratoire a permis d'y déceler la présence de 332 microbes de type R. Le lendemain, on ajouta à la première culture une seconde qui contenait 685 microbes et, deux jours plus tard, un troisième qui en contenait 432. La biologiste responsable décida alors d'injecter à l'ensemble un nouvel antibiotique afin d'en vérifier l'efficacité. Trois jours plus tard, la culture avait perdu 491 microbes, et elle en perdit 908 le jour suivant. Combien restait-il de microbes dans cette culture?

$$(332 + 685 + 432) - (491 + 908)$$

Pronoms en

4- Un kangourou adulte peut mesurer jusqu'à 2 m de hauteur. Ses pattes postérieures, longues et puissantes, lui permettent d'effectuer des sauts de 10 à 15 m. Si un kangourou fait des sauts de 12 m en moyenne, combien en fera-t-il s'il fait le tour son enclos qui est un carré de 1000 m par 1400 m?

$$((1\ 000 + 1\ 400) \times 2) \div 12 = 400$$

6- Le vitrail supérieur d'un temple religieux contient 25 petits triangles identiques. Chacun des triangles du vitrail possède une base de 35 mm et une hauteur de 40 mm. Quelle en est l'aire totale?

$$((35 \times 40) \div 2) \times 25 = 17\ 500 \text{ mm}^2$$

Mots non fréquents

4- Une automobile roulant à 100 km/h s'immobilise après 60 m lorsque la chaussée est sèche. Si la chaussée est mouillée, il lui faudra les 4/3 de cette distance. Quelle longueur lui faudra-t-il pour s'immobiliser sur une chaussée mouillée?

$$60 \times 4/3 = 80$$

5- Trois roues s'engrènent à la file et chacune a les $\frac{3}{4}$ du nombre de dents de la précédente. Si la plus grande a 64 dents, combien la plus petite roue en a-t-elle?

$$64 \times \frac{3}{4} = 48$$

Polysémie

6- Un pont mesure 1280 m. Le tablier mesure 75 % de cette longueur et est formé de sections de 12 m entre lesquelles un joint permet l'expansion sous l'effet de la chaleur. Combien de sections forment ce tablier?

$$(1280\text{m} \times 75\%) \div 12 \text{ m}$$

7- Un vendeur de voitures touche un salaire hebdomadaire de 100 \$ et une commission de 2 % sur les ventes. La semaine dernière, il a vendu une auto de 5800 \$, une autre de 6650 \$ et une camionnette de 8900 \$. Quel a été son salaire cette semaine?

$$100 + ((5\ 800 + 6\ 650 + 8\ 900) \times 2\%)$$

Questions complexes

8- Robert Rochette, âgé maintenant de 88 ans, explique à son petit-fils Jean-Robert que pendant les 40 années qu'il a travaillé comme représentant commercial, il a parcouru 1 200 000 km. Calcul le nombre moyen de kilomètres qu'il parcourait en une semaine. Monsieur Rochette précise qu'il travaillait en moyenne 50 semaines par année.

$$1\ 200\ 000 \div (40 \times 50)$$

9- Madame Éthier utilise sa voiture pour se rendre à son travail. Elle parcourt 45 kilomètres en une journée. Sa voiture consomme 1 litre aux 10 kilomètres. Estime le nombre de litres d'essence nécessaires annuellement à ses déplacements sachant qu'elle travaille 200 jours par année.

$$(45 \times 200) \div 10$$

ANNEXE B

OUTILS DE MESURE A ET B

Nom : _____

Date : _____

Outil de mesure A

- 1- Ali travaille dans un restaurant. Cette semaine, il a gagné 332 \$. La semaine suivante, il a ajouté 685 \$ à son compte de banque et la semaine suivante, il y ajoute 432 \$. Pour se faire plaisir, il décide de s'acheter pour 491 \$ de vêtements et un vélo de montagne à 908 \$. Après tous ces achats, combien d'argent lui reste-t-il?

- 2- Un kangourou adulte peut mesurer jusqu'à 2 m de hauteur. Ses pattes longues et puissantes lui permettent d'effectuer des sauts de 10 à 15 m. Si un kangourou fait des sauts de 12 m en moyenne, combien en fera-t-il s'il fait le tour son enclos qui est un rectangle de 1000 m par 1400 m?

- 3- Trois roues dentelées sont placées l'une après l'autre. Chacune des roues a les $\frac{3}{4}$ du nombre de dents de celle qui est avant. Si la plus grande roue a 64 dents, combien la plus petite roue en a-t-elle?

- 4- Un vendeur de voitures touche un salaire hebdomadaire de 100 \$ et une commission de 2 % sur les ventes. La semaine dernière, il a vendu une auto de 5800 \$, une autre de 6650 \$ et une camionnette de 8900 \$. Quel a été son salaire cette semaine?

- 5- Un pont mesure 1280 m. La partie du pont qui sera au-dessus de l'eau mesure 75 % de cette longueur et elle est formée de morceaux de ciment et d'acier de 12 m entre lesquels un petit espace permet l'expansion sous l'effet de la chaleur. Combien de morceaux de ciment et d'acier forment la partie du pont qui sera au-dessus de l'eau?

- 6- Madame Éthier utilise sa voiture pour se rendre à son travail. Elle parcourt 45 kilomètres en une journée. Sa voiture consomme 1 litre à tous les 10 kilomètres. Estime le nombre de litres d'essence nécessaires annuellement à ses déplacements sachant qu'elle travaille 200 jours par année.
- 7- Le vitrail supérieur d'un temple religieux contient 25 petits triangles identiques. Chacun des triangles du vitrail possède une base de 35 mm et une hauteur de 40 mm. Quelle est l'aire totale du vitrail?
- 8- Un fermier possède 1080 hectares de terrain. Il en consacre 251 à la culture de l'avoine, 356 à la culture du maïs et 175 à la culture de la luzerne. Le reste est en pâturage. De combien d'hectares dispose-t-il pour faire paître ses animaux?
- 9- Robert Rochette, âgé maintenant de 88 ans, explique à son petit-fils Jean-Robert que pendant les 40 années qu'il a travaillé comme représentant commercial, il a parcouru 1 200 000 km. Combien de kilomètres en moyenne parcourait-il en une semaine? (Monsieur Rochette précise qu'il travaillait en moyenne 50 semaines par année.)
- 10- Une automobile roulant à 100 km/h s'immobilise après 60 m lorsque la chaussée est sèche. Si la chaussée est mouillée, il lui faudra les $\frac{4}{3}$ de cette distance. Quelle longueur lui faudra-t-il pour s'immobiliser sur une chaussée mouillée?

Nom : _____

Date : _____

Outil de mesure B

- 1- La Ville de Montréal transforme un terrain de 1080 mètres carrés en parc. Elle en consacre 251 mètres carrés pour y planter des fleurs et des arbres, 356 mètres carrés pour des jeux pour les enfants et 175 mètres carrés pour aménager un sentier pour les bicyclettes. Le reste est réservé pour le gazon. De combien de mètres carrés dispose la Ville de Montréal pour planter du gazon?

- 2- Un pont mesure 1280 m. Le tablier mesure 75 % de cette longueur et est formé de sections de 12 m entre lesquelles un joint permet l'expansion sous l'effet de la chaleur. Combien de sections forment ce tablier?

- 3- Un kangourou adulte peut mesurer jusqu'à 2 m de hauteur. Ses pattes longues et puissantes lui permettent d'effectuer des sauts de 10 à 15 m. Si un kangourou fait des sauts de 12 m en moyenne, combien fera-t-il de sauts s'il fait le tour son enclos qui est un rectangle de 1000 m par 1400 m?

- 4- Trois roues s'engrènent à la file et chacune a les $\frac{3}{4}$ du nombre de dents de la précédente. Si la plus grande a 64 dents, combien la plus petite roue en a-t-elle?

- 5- Une automobile roulant à 100 km/h s'arrête après 60 m lorsque la route est sèche. Si la route est mouillée par la pluie, il lui faudra les $\frac{4}{3}$ de cette distance. Quelle longueur lui faudra-t-il pour s'arrêter sur une route mouillée par la pluie?

- 6- Le vitrail supérieur d'un temple religieux contient 25 petits triangles identiques. Chacun des triangles du vitrail possède une base de 35 mm et une hauteur de 40 mm. Quelle en est l'aire totale?
- 7- Un vendeur de voitures gagne un salaire hebdomadaire de 100 \$ et il reçoit 2 % de plus sur le total de ces ventes chaque semaine. La semaine dernière, il a vendu une auto de 5800 \$, une autre de 6650 \$ et une camionnette de 8900 \$. Quel a été son salaire cette semaine?
- 8- Robert Rochette, âgé maintenant de 88 ans, explique à son petit-fils Jean-Robert que pendant les 40 années qu'il a travaillé comme représentant commercial, il a parcouru 1 200 000 km. Calcul le nombre moyen de kilomètres qu'il parcourait en une semaine. (Monsieur Rochette précise qu'il travaillait en moyenne 50 semaines par année.
- 9- Madame Éthier utilise sa voiture pour se rendre à son travail. Elle parcourt 45 kilomètres en une journée. Sa voiture consomme 1 litre à tous les 10 kilomètres. Combien de litres d'essence a-t-elle besoin si elle travaille 200 jours par année?
- 10- L'analyse microbienne d'une culture préparée en laboratoire a permis d'y trouver la présence de 332 microbes de type R. Le lendemain, on a ajouté à la première culture une seconde qui contenait 685 microbes et, deux jours plus tard, un troisième qui en contenait 432. Plus tard, la biologiste responsable a décidé d'ajouter à l'ensemble un nouvel antibiotique afin d'en vérifier l'efficacité. Trois jours plus tard, la culture avait perdu 491 microbes, et elle a perdu 908 autres microbes le jour suivant. Combien restait-il de microbes dans cette culture?