

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC

**L'INFLUENCE DE LA FORMULATION D'UN ÉNONCÉ DE PROBLÈME
ÉCRIT SUR LE RENDEMENT DES ÉLÈVES DE PREMIÈRE ANNÉE EN
RÉSOLUTION DE PROBLÈMES D'ARITHMÉTIQUE**

**MÉMOIRE
PRÉSENTÉ À
L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À RIMOUSKI
comme exigence partielle
du programme de maîtrise en éducation (M.A.)**

**PAR
GENEVIÈVE MORIN**

Juillet 2008

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À RIMOUSKI
Service de la bibliothèque

Avertissement

La diffusion de ce mémoire ou de cette thèse se fait dans le respect des droits de son auteur, qui a signé le formulaire « *Autorisation de reproduire et de diffuser un rapport, un mémoire ou une thèse* ». En signant ce formulaire, l'auteur concède à l'Université du Québec à Rimouski 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 Rimouski 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

D'abord, je voudrais exprimer une sincère reconnaissance à mon directeur de maîtrise, Monsieur Dominic Voyer, pour avoir été un professeur remarquable. Sa disponibilité, son soutien, sa patience et ses conseils ont définitivement permis de rendre mon projet réalisable.

Je remercie également le comité de correction, France Caron et Isabelle Beaudoin, pour leurs judicieux conseils. Ils m'ont permis d'obtenir une évaluation différente de mon travail.

Un merci spécial va aussi aux 8 enseignants de la Commission scolaire des Phares qui m'ont ouvert la porte de leur classe. Il en est de même pour les 114 élèves qui ont accepté de participer à mon expérimentation.

Enfin, ma reconnaissance va aussi à mes proches pour m'avoir encouragée tout au long de mon processus de recherche.

Table des matières

Table des matières.....	iii
Liste des tableaux.....	vi
Résumé.....	viii
INTRODUCTION.....	1
CHAPITRE 1 CADRE THÉORIQUE ET PROBLÉMATIQUE.....	3
1.1 Définition d'un problème.....	4
1.2 La résolution d'un problème.....	7
1.3 La compréhension du problème.....	7
1.4 Les facteurs qui influencent le rendement en résolution de problèmes.....	9
1.4.1 Variables en lien avec l'élève.....	9
1.4.1.1 Connaissances antérieures.....	9
1.4.1.2 Habileté en lecture.....	10
1.4.1.3 Habileté en calcul.....	13
1.4.2 Variables en lien avec l'énoncé mathématique.....	15
1.4.2.1 Le thème du problème.....	15
1.4.2.2 Mot inducteur.....	18
1.4.2.3 Énoncé explicite.....	22
1.4.2.4 L'ordre des informations dans l'énoncé.....	22
1.4.2.5 La place de la question.....	24
1.5 Questions de recherche.....	29
1.5.1 Question principale et questions complémentaires.....	29
1.5.2 Questions préliminaires.....	30
CHAPITRE 2 MÉTHODE.....	31
2.1 Échantillon.....	32
2.2 Déroulement de la prise de mesure.....	33
2.3 Instruments de mesure.....	34

2.3.1 Classement des participants selon leur niveau d'habileté en lecture et en mathématique	36
2.4 Fidélité interjuge	36
2.5 Devis	37
2.6 Plan d'analyse	39
2.6.1 Les analyses préliminaires	39
2.6.1.1 Est-ce que l'aide à la lecture a un effet sur le rendement ?.....	39
2.6.1.2 Le rendement en résolution de problème varie-t-il en fonction d'une interaction entre le niveau de difficulté des problèmes et l'aide à la lecture ?	40
2.6.1.3 Est-ce que le niveau de difficulté des problèmes a un effet sur le rendement ?	40
2.6.1.4 Le rendement en résolution de problème varie-t-il en fonction d'une interaction entre le niveau de difficulté des problèmes et l'habileté en mathématique ?	41
2.6.2 Les analyses relatives à l'effet de la place de la question au sein de l'énoncé sur le rendement des élèves en fonction de différents facteurs (niveau de difficulté des problèmes, habileté en mathématique, habileté en lecture, aide à la lecture).....	41
2.6.2.1 Est-ce que la place de la question, soit au début ou à la fin d'un énoncé de problème d'arithmétique, entraîne des différences de rendement chez les élèves de première année ?.....	42
2.6.2.2 Le rendement en résolution de problème varie-t-il en fonction d'une interaction entre la place de la question et le niveau de difficulté des problèmes ?	42
2.6.2.3 Le rendement en résolution de problème varie-t-il en fonction d'une interaction entre la place de la question et l'habileté en mathématique ?.....	43
2.6.2.4 Le rendement en résolution de problème varie-t-il en fonction d'une interaction entre la place de la question et l'habileté en lecture ?.....	43

2.6.2.5 Le rendement en résolution de problème varie-t-il en fonction d'une interaction entre la place de la question et l'aide à la lecture ?.....	44
2.7 Analyse à priori	44
CHAPITRE 3 RÉSULTATS ET ANALYSES.....	47
3.1 Résultats relatif aux analyses préliminaires	48
3.2 Résultats relatifs à l'interaction entre la place de la question et différentes variables	51
CHAPITRE 4 INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS ET SYNTHÈSE.....	57
4.1 Est-ce que la place de la question, soit au début, soit à la fin d'un énoncé de problème d'arithmétique, entraîne des différences de rendement chez les élèves de première année ?	58
4.2 Le rendement en résolution de problème varie-t-il en fonction d'une interaction entre la place de la question et le niveau de difficulté des problèmes ?	59
4.3 Le rendement en résolution de problème varie-t-il en fonction d'une interaction entre la place de la question et l'habileté en mathématique ?.....	61
4.4 Le rendement en résolution de problème varie-t-il en fonction d'une interaction entre la place de la question et l'habileté en lecture ?.....	62
4.5 Le rendement en résolution de problème varie-t-il en fonction d'une interaction entre la place de la question et l'aide à la lecture ?.....	63
4.6 Les implications pédagogiques	64
4.7 Les prolongements pour la recherche	65
4.8 Les limites de l'étude	66
CONCLUSION.....	68
Références.....	72
ANNEXE A Lettre de consentement des parents	76
ANNEXE B Les énoncés des problèmes utilisés.....	77
ANNEXE C Classement des participants selon leurs habiletés en lecture et en mathématiques.....	79
ANNEXE D Barème de correction des problèmes résolus par les élèves	80

Liste des tableaux

Tableau 1 Formulation des énoncés de problème	35
Tableau 2 Devis pour les questions préliminaires.....	37
Tableau 4 Rendement moyen des élèves en fonction de l'aide à la lecture.....	49
Tableau 5 Rendement des élèves en fonction du niveau de difficulté des problèmes et de l'aide à la lecture	50
Tableau 6 Rendement moyen des élèves selon le niveau de difficulté	50
Tableau 7 Rendement moyen des élèves en fonction du niveau de difficulté des problèmes et du niveau d'habileté en mathématique	51
Tableau 8 Rendement moyen des élèves selon la place de la question	52
Tableau 9 Rendement moyen des élèves selon la place de la question et le niveau de difficulté	53
Tableau 10 Rendement moyen des élèves en fonction de la place de la question et du niveau d'habileté en mathématique.....	54
Tableau 11 Rendement moyen des élèves en fonction de la place de la question et du niveau d'habileté en lecture	55
Tableau 12 Rendement moyen des élèves en fonction de la place de la question et d'aide à la lecture	56

Résumé

Cette étude s'intéresse à l'influence que peuvent avoir des modifications de l'énoncé d'un problème écrit d'arithmétique sur le rendement des élèves de première année du primaire. La littérature montre qu'en résolution de problèmes écrits d'arithmétique, plusieurs variables influencent le rendement des élèves. Parmi celles-ci, il y a les variables en lien avec l'élève et les variables en lien avec l'énoncé mathématique lui-même. Une des variables liées à l'énoncé, qui a entraîné des résultats opposés dans les recherches recensées, est la variable touchant la place de la question dans l'énoncé écrit ; elle peut être placée au début de l'énoncé du problème ou à la fin, comme c'est plus souvent le cas dans les manuels scolaires.

Pour la présente étude, l'effet de la place de la question (au début de l'énoncé ou à la fin) sur le rendement des élèves en résolution de problèmes écrits d'arithmétique a été observé. Cette variable a été mise en relation avec d'autres variables en lien avec l'élève ou l'énoncé mathématique lui-même. En étudiant l'interaction entre chacune de ces variables et la place de la question dans l'énoncé écrit, notre projet avait pour but d'apporter un regard nouveau et plus nuancé sur la question touchant l'effet de la place de la question sur la performance des élèves lors de la résolution du problème.

Dans le but d'atteindre nos objectifs, huit problèmes ont été élaborés, lesquels ont été rédigés en considérant la variable *place de la question* et la variable *niveau de difficulté*. Ces derniers ont été soumis à 114 élèves de première année du primaire (6-7 ans) provenant de 7 écoles de la Commission scolaire des Phares située dans le Bas-St-Laurent.

Les résultats ont permis d'observer que la place de la question n'influence pas le rendement des élèves de première année, et ce, même lorsque le niveau de difficulté

des problèmes écrits varie. En parallèle à ce questionnement, nous avons observé qu'il n'y a pas d'interaction entre la place de la question, l'habileté en lecture, l'habileté en mathématique des élèves et l'aide à la lecture.

INTRODUCTION

La résolution de problèmes fait partie intégrante du système scolaire québécois et constitue l'une des bases de la réforme de l'éducation au Québec (MEQ, 2003). La résolution de problèmes est d'abord considérée comme une compétence transversale, au sens où on résout des problèmes dans toutes les disciplines scolaires, mais aussi dans la vie courante. Aussi, le Ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport, accorde beaucoup d'importance à la résolution de problèmes en mathématique, puisqu'elle est une des trois compétences disciplinaires. L'objectif, en développant cette compétence transversale et disciplinaire, est d'amener l'élève :

« ... à reconnaître, dans une situation complexe, les éléments qui définissent le problème. Il doit apprendre à s'appuyer sur les ressources internes et externes dont il dispose pour imaginer diverses solutions et mettre en pratique celle qui lui paraîtra la plus appropriée, compte tenu du contexte et des objectifs qu'il poursuit. Il découvrira aussi qu'il peut y avoir plusieurs démarches pour résoudre un problème et que certaines sont plus efficaces que d'autres. » (MEQ, 2003, p.18)

Ce qui est particulier avec la résolution de problèmes en éducation, c'est qu'elle joue un double rôle, notamment celui de compétence à développer et celui de moyen d'apprentissage. Selon Poissant, Poëllhuber et Falardeau (1994), un des intérêts de l'application de la résolution de problèmes au domaine de l'éducation est qu'il est possible de concevoir les situations d'apprentissage comme des situations de résolution de problèmes. Les apprenants, en cherchant à atteindre leur objectif d'apprentissage, doivent acquérir, comprendre et maîtriser des notions et des connaissances qu'ils ne possédaient pas au départ. De plus, la résolution de problèmes, en tant que compétence à développer, permet à l'élève d'acquérir des connaissances plus générales sur la démarche de résolution de problèmes elle-même.

Le mémoire se présente en quatre chapitres : le cadre théorique et la problématique, la méthode, les résultats et analyses ainsi que l'interprétation des résultats.

CHAPITRE 1
CADRE THÉORIQUE ET PROBLÉMATIQUE

Avant de développer la problématique de la présente recherche, il est utile de savoir d'abord de quoi il s'agit lorsque l'on parle de problème. Pour ce faire, les sections 1.1 et 1.2 permettront de définir ce que nous entendons par problème et par résolution de problèmes. Aussi, des modèles de résolution seront présentés à la section 1.3, en mettant l'accent sur l'importance d'une bonne compréhension du problème. Ensuite, à la section 1.4, nous entrerons dans le sujet qui nous préoccupe plus particulièrement, c'est-à-dire les facteurs qui influencent le rendement en résolution de problèmes mathématiques. Le rendement est influencé par plusieurs types de variables : des variables en lien avec l'élève et des variables en lien avec l'énoncé mathématique lui-même. Celles-ci seront donc présentées et expliquées. Ceci nous amènera enfin, à la section 1.5, à formuler nos questions de recherche.

1.1 Définition d'un problème

Pour définir ce que nous entendons par un problème, une distinction entre ce qui est commun d'être appelé un exercice et un problème se doit d'être faite. Pour y arriver, nous nous appuyerons sur les définitions fournies par quelques auteurs. D'abord, lorsque Poirier (2001) fait référence à un problème, elle parle d'un défi raisonnable pour l'élève qui nécessite l'investissement des connaissances antérieures menant à la construction de nouvelles connaissances. Ainsi, un problème peut se définir comme une situation initiale, avec un but à atteindre, demandant au sujet d'élaborer une suite d'actions ou d'opérations pour atteindre ce but. S'il y a une solution au problème, notons que certains problèmes n'ont pas de solution, il n'y a problème que si la solution n'est pas disponible d'emblée mais possible à construire. Tandis qu'un exercice représente une tâche à accomplir nécessitant, avant tout, la mémoire et requérant aussi l'usage d'une habileté acquise depuis longtemps ; la procédure pour obtenir la solution est donc disponible sur le champ.

Poirier-Proulx (1999) attribue trois éléments importants au problème. D'abord, on doit retrouver l'existence d'un écart entre une situation présente, jugée insatisfaisante, et une situation désirée ou un but à atteindre. Ensuite, on doit observer l'absence d'évidence du chemin menant à la réduction de cet écart, qui exige dès lors une démarche cognitive active d'élaboration et de vérification d'hypothèses sur la nature de cet écart et sur les moyens de le réduire. Le dernier élément attribué au problème par Poirier-Proulx (1992) est l'existence d'une subjectivité : une même situation est un problème pour un élève et un exercice pour un autre.

Hayes (1981) illustre la notion de problème en donnant des exemples concrets. En voici quelques-uns : « Si nous sommes d'un côté du fleuve et que nous voulons aller de l'autre côté mais que nous ne savons pas comment nous y rendre, nous avons un problème. » ; « Si nous avons commandé un meuble par la poste et que les instructions pour monter ce meuble ne nous disent pas comment assembler la partie A à la partie B, nous avons un problème. » ; « Si nous écrivons une lettre à un ami qui doit nous rendre visite et que nous ne trouvons pas la manière de lui dire que nous ne voulons pas qu'il reste pendant un mois, nous avons un problème. ». Chaque fois qu'il y a une situation initiale, et que nous voulons obtenir une situation finale mais que nous ne savons pas comment y parvenir, nous sommes face à un problème.

Le ministère de l'éducation, des loisirs et des sports demande aux enseignants de présenter différents problèmes en fonction de leur contexte, du nombre de solutions et des données fournies. À l'intérieur du programme de formation de l'école québécoise, le MELS retient quatre différents contextes : réel, réaliste, fantaisiste et mathématique. Les problèmes à contexte réel se produisent dans la réalité. Les problèmes à contexte réaliste sont susceptibles de se produire réellement. Il s'agit d'une simulation de la réalité ou d'une partie de la réalité. Les problèmes à contexte fantaisiste partent de l'imaginaire de l'auteur et sont sans fondement dans la réalité. Enfin, les problèmes à contexte purement mathématique font uniquement référence à

des objets mathématiques : nombres, relations et opérations arithmétiques, figures géométriques, etc. Le MELS classe aussi les problèmes en fonction de leur nombre de solution. Les enseignants doivent présenter aux élèves des problèmes ayant une seule solution, un nombre fini de solution, une infinité de solution et aucune solution.

Enfin, le ministère de l'éducation, des loisirs et du sport distingue aussi les problèmes en fonction des données fournies. D'abord, il y a les problèmes dont les données sont complètes. Il s'agit de problèmes qui présentent de façon explicite, toutes les informations nécessaires à la résolution. Ensuite, il y a les problèmes comportant des données superflues. Il s'agit de problèmes qui présentent, de façon explicite, certaines informations qui ne sont pas nécessaires à leur résolution. Quelques études révèlent que ces problèmes sont moins bien réussis que les problèmes comportant des données complètes (Blohn, P. et Wiebe, J. (1980) ; Muth, 1986). Par contre, Muth recommande fortement aux enseignants d'inclure ce type de problème dans leur pratique pédagogique afin d'amener l'élève à sélectionner les informations pertinentes et les utiliser pour résoudre le problème. Les problèmes avec données manquantes sont aussi retenus par le MELS. Ces problèmes ne présentent pas, de façon explicite, toutes les informations nécessaires à leur résolution et tels que les élèves doivent trouver eux-mêmes les informations qui manquent. Et pour terminer, il y a les problèmes contenant des données insuffisantes. Il s'agit de problèmes qui ne présentent pas, de façon explicite, toutes les informations nécessaires à leur résolution et tels que les élèves ne peuvent pas trouver eux-mêmes les informations qui manquent. En lien avec ces différentes définitions, plusieurs auteurs se sont penchés sur les processus de résolution de problèmes.

1.2 La résolution d'un problème

Parmi les auteurs ayant étudié les processus de résolution de problèmes, Pòlya (1965) propose un modèle en quatre étapes : comprendre le problème, concevoir un plan, mettre le plan à exécution et examiner la solution obtenue. Garafalo et Lester (1985) ont, eux aussi, proposé un modèle en quatre étapes (orientation, organisation, exécution et vérification) semblable à celui de Pòlya. Poissant, Poëllhuber et Falardeau (1994) ont, quant à eux, établi un modèle de résolution de problèmes en six étapes : formuler l'objectif, définir la situation, planifier, exécuter, évaluer et surveiller le processus.

Peu importe le modèle, le principe est toujours le même. Par contre, lorsque l'un ou l'autre de ces modèles est présenté aux élèves, Pòlya (1965) souligne qu'une attention particulière se doit d'être portée, dans le but de ne pas les amener à faire une application séquentielle des étapes. Selon cet auteur, l'élève ne doit pas voir la résolution de problèmes comme une application linéaire des étapes d'un modèle, mais bien, voir les étapes comme faisant partie d'un tout, puisqu'il est fort probable que l'élève ait à revenir sur plusieurs d'entre elles tout au long du processus de résolution.

1.3 La compréhension du problème

Lorsqu'un élève fait face à un problème, un élément important à prendre en considération est la compréhension qu'il a du problème, puisque cette compréhension est en lien direct avec tout le processus de résolution du problème. En fait, les stratégies de résolution utilisées par les élèves sont dictées par la qualité de la compréhension qu'ils se sont faite du problème (Cummins, Kintsch, Reusser, et Weimer, 1988).

Pòlya (1965), dans son modèle de résolution de problèmes en quatre étapes, considère la compréhension comme une étape fondamentale. En lien avec la définition d'un problème de Poirier (2001), qui précisait que le problème doit représenter un défi raisonnable pour l'élève, Pòlya souligne que pour permettre à l'élève de bien comprendre un problème, il faut que l'enseignant l'ait bien choisi afin qu'il n'apparaisse ni trop difficile ni trop peu, et ait consacré un certain temps à le présenter d'une manière naturelle et intéressante. Lorsque le problème est bien choisi, l'élève doit prendre connaissance de l'énoncé, vérifier sa compréhension en dégagant les principales parties du problème; il doit considérer ces différentes parties avec attention, à plusieurs reprises et sous divers angles. Cette étape de compréhension est importante afin que l'élève poursuive son processus de résolution du problème.

Toujours en lien avec la compréhension d'un problème, Radford (1996) a montré que lorsque l'élève est confronté à un problème pour lequel il n'arrive pas à trouver facilement une solution, il tend à déformer la compréhension qu'il s'en était faite, de sorte que la nouvelle version qui en résulte corresponde bien à des procédures de résolution dont il dispose.

À la suite de ces différents résultats de recherche, l'importance d'une bonne compréhension, afin d'entamer un processus de résolution adéquat, prend tout son sens. Ainsi, puisque la compréhension que l'élève se fait du problème est en lien direct avec les performances, un regard sur les variables qui influencent le rendement en résolution de problèmes mathématiques nous apparaît essentiel.

1.4 Les facteurs qui influencent le rendement en résolution de problèmes

Plusieurs recherches ont été effectuées afin de cerner la provenance des difficultés en résolution de problèmes mathématiques. Parmi ces recherches, il y a celles qui ont cherché du côté des variables en lien avec l'élève, et celles qui ont étudié les variables en lien avec l'énoncé du problème lui-même.

1.4.1 Variables en lien avec l'élève

Une première catégorie de variables est en lien avec l'élève. Les connaissances antérieures, l'habileté en lecture et l'habileté en mathématique sont toutes des variables pouvant influencer les performances en résolution de problèmes mathématiques.

1.4.1.1 Connaissances antérieures

La performance de l'élève en résolution de problèmes est influencée par la capacité de l'élève à activer ses connaissances antérieures (Radford, 1996). Dans un même ordre d'idées, Giasson (1990) souligne que la compréhension d'un problème et, avant tout, la compréhension en lecture du problème nécessitent que l'élève active notamment ses connaissances sur le monde et sur la langue. En fait, l'élève doit activer ses connaissances antérieures afin d'établir un lien entre ses connaissances et les informations du texte. Il intègre ensuite l'information nouvelle à ses connaissances antérieures (Giasson, 2003). Ainsi, si le sujet n'a pas les connaissances antérieures nécessaires pour se faire une bonne représentation mentale du problème, ses performances s'en trouveront affectées. En effet, les connaissances antérieures sont particulièrement importantes, puisque lorsqu'un élève résout un

problème mathématique, plusieurs types de connaissances sont concernés ; les connaissances arithmétiques, les connaissances sur la langue, les connaissances sur les concepts utilisés dans le problème ainsi que les connaissances sur le thème du problème. Celles-ci jouent un grand rôle dans la représentation mentale que l'élève se fait du problème (Sovik, Frostrad, et Heggberget, 1999). Notons aussi que l'activation des connaissances antérieures, si elle peut aider l'élève à comprendre le problème, comporte aussi le risque, selon la nature des connaissances activées, de court-circuiter une phase importante de l'analyse en pointant directement les objets mathématiques.

1.4.1.2 Habileté en lecture

L'habileté en lecture est définie par Gough et Juel (1989) comme reposant sur la maîtrise de deux sous-habilités. D'abord, il y a le décodage, c'est-à-dire que l'élève doit être capable d'identifier les mots écrits. Ensuite vient la compréhension des phrases et du texte. L'élève doit faire les relations entre les mots et la structure générale d'un texte. Ainsi, si les enfants ne réussissent pas à décoder correctement, ils ne seront jamais capables de comprendre ce qu'ils lisent (Justice, 2005).

L'habileté en lecture est donc une autre variable qui peut influencer grandement les performances en résolution de problèmes mathématiques. Les résultats d'une étude de Carpenter, Corbitt, Kepner, Lindquist et Reys (1980) révèlent que les élèves de 9 et 13 ans réussissent moins bien les problèmes écrits que des problèmes équivalents présentés dans un contexte purement mathématique. Ces résultats suggèrent que des variables autres que l'habileté en calcul interviennent dans la résolution de problèmes écrits de mathématiques (Cummins, Kintsch, Reusser et Weimer, 1988). Ainsi, l'habileté en lecture a été étudiée par différents auteurs (Abedi et Lord, 2001 ; Ballew

et Cunningham, 1982 ; Muth, 1984) dans le but d'expliquer les différences de résultats en résolution de problèmes mathématiques.

Dans le but d'obtenir des résultats concernant les variables qui influencent les performances en résolution de problèmes mathématiques, Ballew et Cunningham (1982), se sont questionnés sur les principales sources d'erreur en résolution de problèmes écrits de mathématiques. Ils ont considéré les quatre composantes suivantes : l'habileté en calcul, l'habiletés à lire le problème, les habiletés d'interprétation du problème et les habiletés d'intégration de ces trois composantes dans un seul processus. Avec un échantillon de 217 élèves de 6^e année, ces auteurs arrivent à la conclusion que 29% des erreurs relèvent de l'habileté en lecture. Muth (1984) a aussi étudié l'habileté en lecture. Dans une expérimentation menée avec 200 élèves de sixième année, l'auteure a fait varier la complexité syntaxique d'énoncés de problèmes, en présentant des problèmes rédigés dans une forme syntaxique simple ou complexe, dans le but d'observer si l'exactitude de la solution produite par les élèves allait s'en trouver réduite en fonction de leur habileté en lecture. Voici deux exemples de problèmes tirés de l'expérimentation :

Forme syntaxique simple :

« Joe avait encore 131 pages à lire dans son livre. Il a ensuite lu 29 pages de plus. Combien de pages reste-t-il à lire ? »¹

Forme syntaxique complexe :

« Si Joe avait encore 131 pages à lire dans son livre et qu'il lisait 29 autres pages, combien de pages resterait-il à lire ? »²

¹ Traduction de l'auteure

² Traduction de l'auteure

L'analyse des résultats montre que l'habileté en lecture est en étroite relation avec la production de réponses correctes. L'auteure en conclut que la lecture seule explique 14% de la variance associée aux erreurs des élèves alors que l'habileté en calcul seule compte pour seulement 8% de la variance associée aux erreurs. Aussi, Muth (1984) a constaté que la combinaison de ces deux variables (habileté en lecture et habileté en calcul) explique 54% de la variance associée aux erreurs des élèves.

D'autres auteurs, dont Abedi et Lord (2001), se sont penchés sur l'habileté en lecture et les performances en résolution de problèmes mathématiques. Ces chercheurs ont tenté d'observer l'importance de la langue sur les performances en résolution de problèmes d'un groupe d'élèves ayant l'anglais comme langue maternelle et d'un autre groupe d'élèves ayant l'anglais comme langue seconde. En tout 1174 élèves de 8^e année ont participé à l'étude. Chaque élève devait résoudre des problèmes mathématiques provenant du *National Assessment of Educational Progress mathematics*. Les mêmes problèmes ont ensuite été modifiés, afin de réduire la complexité linguistique. En fait, le vocabulaire non mathématique et la structure linguistique ont été modifiés, tout en gardant la même tâche mathématique. Pour modifier la structure linguistique et le vocabulaire, les auteurs ont pris plusieurs éléments en considération. Parmi ceux-ci, le vocabulaire moins accessible a été changé pour un vocabulaire plus accessible, la voix passive des verbes a été changée pour la voix active, la longueur des phrases a été réduite et les phrases au conditionnel présent ont été remplacées par des phrases au présent de l'indicatif.

Comme les auteurs pouvaient s'y attendre, les résultats montrent qu'en général, les élèves dont l'anglais est la langue seconde ont obtenu de plus faibles résultats que ceux dont l'anglais est la langue maternelle. Par ailleurs, la modification linguistique des problèmes a eu comme conséquence des différences significatives concernant la performance en mathématique, autant pour les élèves dont l'anglais était la langue maternelle que ceux dont l'anglais était la langue seconde. Certains étudiants ont

bénéficié davantage de la version modifiée des problèmes, notamment ceux dont la moyenne en mathématique était faible, ainsi que les élèves dont l'anglais était la langue seconde.

Les études recensées suggèrent bien que l'habileté en lecture a une influence sur le rendement des élèves en résolution de problèmes (Carpenter et coll., 1980 ; Cummins et coll., 1988) et plus précisément le niveau de difficulté de la langue (Abedi et Lord, 2001 ; Ballew et Cunningham, 1982 ; Muth, 1984). En somme, l'habileté en lecture joue un rôle important dans la réussite en résolution de problèmes mathématiques, mais ce facteur ne peut expliquer qu'une partie des erreurs des élèves.

1.4.1.3 Habileté en calcul

L'habileté en calcul est une autre variable qui influence le rendement en résolution de problèmes mathématiques (Abedi et Lord, 2001 ; Ballew et Cunningham, 1982 ; Muth, 1984). Ballew et Cunningham se sont questionnés sur les principales sources d'erreur en résolution de problèmes écrits de mathématiques. Pour vérifier l'habileté en calcul un test de calcul a été construit, des problèmes ont été choisis et les auteurs ont retenu uniquement les chaînes d'opérations nécessaires pour trouver les réponses aux problèmes. Les élèves devaient effectuer le calcul et, de cette manière, les auteurs pouvaient vérifier l'habileté requise en calcul pour résoudre les problèmes. Par exemple, le problème suivant a été sélectionné pour les élèves de sixième année afin de construire une partie du test de calcul : « *Michelle a acheté 2 poteaux à 2,19\$ chacun, pour jouer au tennis sur table et un filet à 4,49\$. Quel était le coût total ?* » Les auteurs ont donc gardé les expressions suivantes : $2,19\$ \times 2$ et $4,38 \$ + 4,49\$$. Les analyses ont été effectuées à partir des réponses de 217 élèves de 6^e année. Les résultats montrent que sur les 217 élèves, 26% ont comme principale difficulté une

faible habileté en calcul. Ce résultat est plus élevé que les 8 % que Muth a obtenus. Plus récemment, Abedi et Lord, dans l'étude citée plus haut, ont aussi étudié le niveau d'habileté en mathématiques. Leurs résultats confirment que le niveau d'habileté en mathématiques influence le rendement des élèves en résolution de problèmes. De plus ces résultats suggèrent que le niveau d'habileté en mathématiques est un facteur majeur dans la réussite en résolution de problèmes mathématiques puisque dans leur expérimentation, la classe d'élèves regroupant les plus forts en mathématiques a réussi en moyenne 21,33 problèmes sur 25, contre 5,21 pour la classe d'élève plus faibles en mathématiques.

L'habileté en calcul joue donc un grand rôle sur le rendement des élèves en résolution de problèmes et ce constat a été fait par Ballew et Cunningham(1982) ; Muth (1984) et Abedi et Lord (2001).

Bref, parmi les variables en lien avec l'élève qui peuvent influencer leur rendement en résolution de problèmes mathématiques, trois d'entre elles ont particulièrement été étudiées. L'activation des connaissances antérieures de l'élève est nécessaire à la résolution de problèmes mathématiques, puisqu'elle aide l'élève à se faire une bonne compréhension du problème (Giasson, 1990 ; Radford, 1996 ; Sovik et coll., 1999). En résolution de problèmes mathématiques, l'habileté en lecture est une variable de grande importance, puisque les erreurs qui reviennent souvent sont régulièrement liées à celle-ci (Cummins, 1988). De plus, l'habileté en lecture est en étroite relation avec la production de réponses correctes (Ballew et Cunningham, 1982 ; Muth, 1984 ; Abedi et Lord, 2001). Enfin, l'habileté en calcul est aussi une variable de grande importance, puisqu'elle influence le rendement en résolution de problèmes (Ballew et Cunningham, 1982 ; Muth, 1984 ; Abedi et Lord, 2001).

1.4.2 Variables en lien avec l'énoncé mathématique

Une deuxième catégorie de variables pouvant affecter les performances en résolution de problèmes est en lien avec l'énoncé mathématique lui-même. De nombreuses recherches ont été effectuées dans ce domaine. Parmi les variables les plus étudiées de cette catégorie, il y a le thème du problème, la présence ou non de mots inducteurs, le caractère explicite de l'énoncé et la place de la question dans l'énoncé mathématique.

1.4.2.1 Le thème du problème

Le thème du problème est une variable importante en résolution de problème et celle-ci peut facilement être associée aux connaissances antérieures de l'élève. Puisque le thème du problème est reconnu pour influencer la performance des élèves (Bastien, 1987 ; Jeffries, Polson, Razran et Atwood, 1977), les connaissances que l'élève possède sur ce thème joueront un rôle important dans la compréhension du texte (Giasson, 2003). Parmi les auteurs qui ont étudié le thème du problème, Bastien suggère que pour deux problèmes qui nécessitent la même procédure de résolution, les performances sont influencées par l'habillage du problème, le fait que l'on parle de stylo-feutre ou de pentes de ski. L'auteur a effectué une recherche avec quarante-quatre élèves de cinquième année, pour étudier l'influence du thème du problème sur leur rendement. Quatre types de problèmes ont été soumis aux enfants. Chacun consistait à ordonner trois rapports. Les quatre problèmes comportaient les mêmes valeurs numériques. Seules variaient les thématiques verbales, c'est-à-dire ce que les rapports étaient censés représenter. On parle ici de l'habillage du problème désignant par là ce qui n'est pas essentiel du point de vue de sa résolution. Les résultats montrent que les différentes versions ont influencé les résultats de la tâche

demandée. Les différents habillages provoquent donc des variations dans les performances observées.

Dix années plus tôt, Jeffries et coll. (1977) ont réalisé une étude semblable à celle de Bastien (1987), qui consistait aussi à faire varier l'habillage d'un énoncé mathématique. Ils ont étudié la résolution du problème « des missionnaires et des cannibales ». La version courante de ce problème traite de trois cannibales et d'une pirogue ne pouvant contenir que deux passagers qui ne peuvent se mouvoir seuls. Le problème consiste donc à donner la séquence des traversées de manière à ce que les trois cannibales et les trois missionnaires, indemnes, se trouvent sur l'autre rive. Les auteurs ont construit quatre versions de ce problème. En fait les versions se différencient seulement par la façon dont la règle est justifiée, sans que la logique du problème en soit affectée. Les résultats obtenus font apparaître un effet significatif des différentes versions sur le nombre de mouvements illégaux et sur le nombre de mouvements erronés. Il semble que les différentes versions du même problème aient provoqué des représentations différentes du problème à résoudre, ce qui rejoint les résultats obtenus par Bastien.

Brownell et Stretch (1931) ont proposé des problèmes d'arithmétique à des élèves de 5^e année, en faisant varier la familiarité du contexte. Quatre problèmes étaient présentés à chaque élève. Ces problèmes étaient tous construits autour de la même notion mathématique, mais le contexte variait d'un problème à l'autre, en étant plus ou moins familier pour les élèves. À la suite de cette expérimentation, les auteurs ont dégagé quelques conclusions. Les connaissances antérieures de l'élève semblent jouer un rôle dans la compréhension qu'il se fait du problème en fonction de la familiarité du contexte puisqu'il semble que la non familiarité du contexte fasse diminuer le rendement des élèves. Cependant, lorsqu'un problème d'arithmétique est très difficile ou très facile, le processus de résolution semble peu affecté par la familiarité du contexte. Les auteurs soulignent que les enfants prennent plus de

temps pour résoudre un problème formulé avec un contexte familial que pour résoudre un problème semblable formulé avec un contexte non familial.

Dans une recherche plus récente, Léger, Sander, Richard, Brisiaud, Legros et Tijus (2002) ont plutôt observé que les différences de rendement ne sont pas significatives lorsque la familiarité du thème général diffère, et que les problèmes sont tous construits autour de la même notion. Lors de leur expérimentation, les auteurs ont présenté différents problèmes à 87 élèves de troisième et à 103 élèves de seconde d'un établissement de la région parisienne. Pour arriver à ce résultat, ils ont construit leurs problèmes en utilisant différents habillages. Seize problèmes ont donc été soumis aux élèves à travers quatre habillages : collection, kermesse, tombola et tapisserie. Les différences de performances observées entre les quatre habillages n'ont pas été significatives ni pour les Troisièmes, ni pour les Secondes. Les variations de l'habillage de problème n'ont donc pas eu d'effets significatifs sur les performances. Les auteurs suggèrent que l'habillage des problèmes n'a pas produit d'effet sur les performances parce que les élèves, habitués à appliquer la procédure de résolution à laquelle ils étaient sollicités, ne seraient plus sensibles à l'habillage. Ainsi, ces observations rejoignent ce que Brownell et Stretch (1931) avaient obtenu comme résultat, c'est-à-dire que lorsque les problèmes présentés sont considérés comme étant faciles, l'habillage ne produit plus d'effet sur le rendement des élèves.

En somme, plusieurs études ont montré que le rendement des élèves pouvait être influencé par le choix de l'habillage (Bastien, 1987 ; Jeffries et coll. 1977), ainsi que par la familiarité du contexte du thème du problème (Brownell et Stretch 1931) Ainsi, Bastien et Jeffries et coll. ont montré que l'habillage du problème a un effet sur le rendement des élèves. En ce qui concerne la familiarité du contexte du problème, la recherche de Brownell et Stretch a montré que lorsqu'un problème à contexte non familial est présenté aux élèves, le rendement de ceux-ci s'en trouve réduit. L'étude

de Léger et coll. (2002), pour sa part, n'a cependant pas permis de constater de différence au chapitre des performances en fonction de la variation de l'habillage des problèmes. Ces auteurs suggèrent, eux-mêmes, que les notions mathématiques à mettre en application dans les problèmes présentés aux élèves étaient peut-être trop bien maîtrisées, ce qui pourrait laisser croire que les sujets ont fait un exercice plutôt qu'une résolution de problème. Ainsi, ces observations rejoignent les résultats que Brownell et Stretch avaient obtenus : lorsqu'un problème d'arithmétique est très difficile ou très facile, le processus de résolution semble peu affecté par la familiarité du contexte.

Bref, ce n'est peut-être pas le thème, mais plutôt la familiarité du thème utilisé qui pourrait influencer le rendement des élèves. Comme Brownell et Stretch (1931) l'ont déjà démontré, le niveau de familiarité d'un habillage de problèmes influence le rendement des élèves. Si on considère ces résultats, un élève qui résout un problème qui traite de crayons sera plus familier avec celui-ci qu'avec un problème qui traite de courses. Même si l'élève est familier avec la course, au quotidien, il est plus près des crayons. Aussi, soulignons que les connaissances antérieures de l'élève ainsi que son habileté à comprendre le problème (compréhension en lecture) sont intimement liées à l'influence que le thème du problème peut avoir sur le rendement de celui-ci.

1.4.2.2 Mot inducteur

Toujours en lien avec la formulation des énoncés de problèmes mathématiques, les mots inducteurs (de plus, de moins, en tout, etc.) font partie des variables qui influencent les performances. Actuellement, ces mots seraient plutôt employés, en classe et dans les manuels, pour restreindre le champ sémantique ouvert à la lecture, pour s'assurer que, placés devant un même énoncé, tous les élèves y voient le même problème, c'est-à-dire se fabriquent une représentation unique de la situation

(Weisser, 1999). L'introduction de mots inducteurs dans l'énoncé faciliterait donc la compréhension du problème, ce qui implique donc l'habileté en lecture.

Hegarty, Mayer et Monk (1995) ont étudié le plan de résolution de problème d'élèves qui réussissent et d'élèves qui réussissent moins bien. Pour obtenir leurs résultats, ils ont étudié les mots inducteurs à l'intérieur de l'énoncé et ont fait une distinction entre ceux qui induisent la mauvaise opération et ceux qui induisent la bonne opération. Ainsi, ces auteurs soulignaient que les élèves faibles en résolution de problèmes se font piéger de manière importante lorsque le problème comprend des mots inducteurs qui induisent la mauvaise opération. Voici un exemple de ce type de problème : « *À Lucky, le beurre coûte 0,65 \$ par bâton. C'est 0,02 \$ de moins par bâton que le beurre à Vons. Si tu as besoin d'acheter 4 bâtons de beurre, combien paieras-tu à Vons ?* » Ces auteurs ont observé que les élèves faibles avaient tendance à utiliser une stratégie de compréhension de problèmes qui équivaut à une traduction directe de ce qui est écrit dans le problème. Pour le problème des bâtons de beurre, la procédure suivie par les élèves faibles a été celle-ci : $0,65 - 0,02 = 0,63$ $0,63 \times 4 = 2,52$. Ainsi, ces élèves sélectionnent les données numériques du problème et les mots clés, dans ce cas-ci les mots inducteurs « de moins », et choisissent l'opération à effectuer en fonction de ces mots clés. De cette manière, l'élève se construit une mauvaise représentation mentale à partir des éléments qualitatifs présentés dans le problème, ce qui conduit évidemment à une mauvaise réponse.

Weisser (1999) a tenté d'observer l'influence de différentes formulations d'énoncés de problèmes sur le rendement des élèves, dans le but de rendre les enseignants attentifs au fait que la formulation d'un énoncé de problème n'est pas accessoire. Ainsi, cet auteur a mis sur pied une expérimentation dans laquelle l'utilisation de mots inducteurs dans l'énoncé a été étudiée. Quinze élèves âgés de 10 ans ont participé à l'expérimentation, et chacun d'entre eux devait répondre à seize problèmes construits avec ou sans mots inducteurs.

Voici un exemple de problème, avec mots inducteurs, utilisé lors de l'expérimentation : « *Une cave coopérative viticole du pied des Vosges remplit ses tonneaux à la fin des vendanges. Elle possède des petits tonneaux qui contiennent **chacun** 160 hl. Elle a obtenu au total 6 120 hl de vin qu'elle va mettre dans 35 tonneaux de deux tailles différentes. En plus des petits tonneaux, elle en a aussi des grands qui contiennent **chacun** 200 hl. Combien remplit-elle de grands tonneaux **en tout** ? Combien remplit-elle de petits tonneaux **en tout** ?* »

Les résultats obtenus à cette expérimentation indiquent que les mots inducteurs ont tendance à provoquer l'émission d'hypothèses de lecture fausses, qui empêchent alors l'élève de résoudre correctement le problème qui lui est proposé. De ce fait, les performances s'en trouvent réduites. Toutefois, Weisser (1999) ne fait pas de distinction entre les mots inducteurs qui induisent la bonne opération et ceux qui induisent la mauvaise opération comme l'ont fait Hegarthy et coll. (1995).

D'autres auteurs ont aussi obtenu des résultats de recherche en lien avec les mots inducteurs compris dans les énoncés de problèmes. C'est le cas de Devidal, Fayol et Barouillet (1997) qui se sont intéressés à la formulation de la question en présentant des questions avec ou sans mots inducteurs. Ces auteurs voulaient vérifier si la formulation de la question avec ou sans mots inducteurs aurait un impact sur le rendement des élèves. La question avec mots inducteurs pourrait, selon eux, constituer une information organisatrice qui permettrait à l'élève d'activer un schéma de problème et les procédures de résolution correspondantes. L'activation de ce schéma devrait donc conduire l'élève à une prise d'informations spécifiques et à une meilleure performance.

Cette expérimentation a été menée auprès de quatre groupes de 16 sujets, d'une moyenne d'âge d'environ 10 ans. Lors de l'expérimentation, chaque élève devait

résoudre 16 problèmes. Les élèves devaient lire silencieusement l'énoncé, résoudre mentalement le problème et donner la réponse oralement. Les résultats montrent que la formulation de la question n'a pas d'effet sur les résultats, qu'elle contienne des mots inducteurs ou non. Selon les auteurs, cela viendrait peut-être du fait que les énoncés retenus étaient tous semblables et ne présentaient donc pas de contrastes suffisants pour que l'introduction d'informations complémentaires dans la question puisse entraîner des modifications significatives de performance. Les auteurs ont quand même observé que lorsque la question contient des mots inducteurs, elle est lue plus lentement et la prise d'information est un peu plus lente que si elle n'en contient pas.

Donc, contrairement à la croyance générale qui voudrait que les mots inducteurs facilitent la recherche de l'équation à effectuer (Weisser, 1999), Devidal et coll. (1997) ont observé que, placés dans la question, les mots inducteurs n'ont pas d'effet sur le rendement des élèves en résolution de problèmes. Weisser, pour sa part, souligne que, lorsqu'ils sont compris dans l'énoncé, ils tendent à faire diminuer le rendement des élèves en résolution de problèmes. Un tel résultat converge avec celui de Hegarty et coll (1995) ayant observé que les élèves qui ont de moins bons résultats en résolution de problèmes ne réussissent pas les problèmes qui comprennent des mots inducteurs induisant la mauvaise opération, puisqu'ils utilisent une stratégie de compréhension qui reflète une traduction directe du texte, en utilisant uniquement les données présentées dans le texte et les mots inducteurs. De ce fait, les élèves ne se font aucune représentation mentale de la situation problème. Ainsi, un lien direct peut être fait avec l'habileté en lecture de l'élève puisque les processus de compréhension en lecture semblent déficitaires.

1.4.2.3 Énoncé explicite

Une autre variable pouvant influencer le rendement des élèves en résolution de problèmes est l'explicitation de l'énoncé, c'est-à-dire un énoncé formulé de manière à ce que les relations entre les données du problème soient plus claires pour les enfants. En effet, De Corte, Verschaffel et De Win (1985) ont observé qu'un énoncé explicite pouvait avoir un effet favorable sur le rendement. Lors de leur expérimentation, deux séries de problèmes ont été construites : la série A et la série B. Dans la série A, les problèmes ont été construits sous la forme habituelle comme ils apparaissent dans les manuels d'élèves. Dans la série B, les problèmes de la série A ont été reformulés de façon à ce que les relations entre les ensembles du problème soient plus claires pour les enfants. Voici un exemple de la série A : « *Tom a gagné 3 billes. Maintenant il a 5 billes. Combien de billes Tom avait-il au départ ?* » Voici maintenant le même problème mais provenant de la série B : « *Tom avait quelques billes. Il a gagné 3 billes de plus. Maintenant il a 5 billes. Combien de billes Tom avait-il au départ.* » Chaque série de problèmes a été lue à 89 élèves de 6-7 ans et 84 élèves de 7-8 ans. Selon l'hypothèse des auteurs, la série B devait être mieux réussie que la série A. Cette hypothèse a été validée, puisque 90 des 173 élèves ont obtenu de meilleurs résultats à la série B. Les résultats suggèrent que l'explicitation de l'énoncé facilite la compréhension en lecture car lorsque les relations sémantiques sont plus explicites, la compréhension du problème et la résolution s'en trouvent facilitées.

1.4.2.4 L'ordre des informations dans l'énoncé

Lors de l'expérimentation décrite un peu plus haut, Weisser (1999) a aussi observé l'influence de l'ordre des informations à l'intérieur d'un énoncé mathématique. Avant d'effectuer son expérimentation, l'auteur suggérait que la mise en ordre des informations pertinentes à la résolution aurait un impact favorable sur les

performances, d'une part en raison du fait que les données sont mémorisées dans l'ordre de leur lecture, et d'autre part en raison du fait qu'il est de coutume que les données apparaissent dans l'ordre de leur traitement ultérieur (Weisser, 1995). Par contre, à l'inverse de ce à quoi l'auteur s'attendait, les énoncés ordonnés n'augmentent pas les performances. Aucune observation concernant la mise en ordre des données en fonction de leur traitement ultérieur n'a permis de constater que le rendement augmentait chez les élèves.

Fayol, Abdi et Gombert (1987) ont aussi observé l'effet de l'ordre des informations pertinentes à la résolution du problème dans l'énoncé sur les performances. Pour ce faire, les auteurs ont mis sur pied une expérimentation dans le but d'étudier différentes variables, dont une qui concerne l'ordre d'apparition des informations pertinentes à la résolution dans l'énoncé. Voici un exemple de problème où l'état initial est présenté au début de l'énoncé : « *Paul avait 8 bonbons (état initial). Sa mère lui en a donné 3 autres (transformation). Combien de bonbons a-t-il maintenant (état final) ?* » Voici maintenant un exemple de problème où la transformation est présentée au début de l'énoncé : « *Cet après-midi, la mère de Paul lui a donné 4 bonbons (transformation). Ce matin Paul avait 3 bonbons (état initial). Combien Paul a-t-il de bonbons maintenant (état final) ?* »

Huit problèmes ont donc été construits en plaçant au début de l'énoncé soit une transformation, soit l'état initial ou l'état final.

Soixante-quatre élèves dont l'âge variait de 6 à 10 ans ont participé à l'expérimentation. Chacun d'entre eux a été rencontré individuellement pour réaliser l'expérience. Les résultats appuient l'hypothèse des auteurs laissant croire que l'ordre de présentation des informations a une influence positive sur les performances, lorsque la donnée sur la transformation est placée au début de l'énoncé.

En somme, Weisser (1999) a observé que les problèmes dont l'énoncé présente les données nécessaires à la résolution du problème dans l'ordre de leur traitement ultérieur étaient moins bien réussis que les énoncés de problème présentant les données de manière non ordonnée. Fayol et coll. (1987) ont aussi étudié l'ordre de présentation des informations pertinentes à la résolution du problème mais, pour leur part, se sont penchés sur la présentation au début de l'énoncé, soit de la transformation, soit de l'état initial ou de l'état final. Ils ont observé que lorsque la transformation était au début, les problèmes étaient mieux réussis que lorsque l'état initial ou final était présenté en premier. Ces deux recherches ne se comparent pas en fonction des résultats obtenus, puisque les objectifs poursuivis par chacune étaient différents. Toutefois, l'ordre de présentation des éléments importants d'un problème semble être une variable à considérer, en ce qui a trait à son influence sur le rendement des élèves.

1.4.2.5 La place de la question

La place de la question à l'intérieur de l'énoncé mathématique, soit au début, soit à la fin, a été étudiée en fonction des performances des élèves par différents chercheurs (Arter et Clinton 1974 ; Caron, 1992 ; Fayol et coll., 1987 ; Threadgill-Sowder 1983).

Arter et Clinton (1974) ont étudié l'effet de la place de la question dans l'énoncé sur le rendement des élèves de quatrième année. Pour leur expérimentation, les problèmes présentés aux élèves étaient tous construits en plaçant la question au début ou à la fin de l'énoncé. Quarante-quatre élèves de quatrième année ont participé à l'expérimentation. Ils avaient entre 8 ans et 9 ans. Chaque élève a dû résoudre 25 problèmes correspondant au niveau arithmétique retrouvé dans les manuels de troisième et quatrième année. Il est à noter que les problèmes ont été écrits à l'aide

d'un vocabulaire accessible aux élèves de deuxième année, afin de limiter l'effet de l'habileté en lecture sur les résultats. Chaque problème était présenté individuellement sur une carte que l'élève devait lire lui-même. L'élève avait un papier brouillon pour faire ses calculs et devait faire un choix de réponses parmi les choix multiples fournis sur sa carte. L'analyse des données de l'expérimentation montre qu'il n'y a pas de lien significatif entre la place de la question et la performance des élèves.

Quelques années plus tard, Threadgill-Sowder (1983) a voulu vérifier une hypothèse voulant que les problèmes écrits dont la question apparaît au début permettraient aux étudiants de trouver plus facilement les informations nécessaires à la résolution du problème. Cinquante-deux étudiants en deuxième année d'algèbre, ce qui représente une deuxième année du secondaire au Québec, ont dû résoudre un ensemble de 14 problèmes écrits où la question était placée au début de l'énoncé ou à la fin. En voici un exemple : « *En 1975, le revenu de M. Johnson était de 11 150\$. 7 500\$ provenaient de son emploi d'enseignant et le reste provenait d'un emploi d'été pour une compagnie d'huile. Son impôt sur le revenu était de 1 740\$ plus 22 % de l'excédant de 9 050\$. Combien M. Johnson a-t-il payé d'impôt sur le revenu en 1975 ?* » La question était soit placée avant l'énoncé, soit après l'énoncé. Les résultats de Threadgill-Sowder appuient ceux de Arter et Clinton (1974), et indiquent que la position de la question ne produit pas d'effet sur le rendement des sujets lors de la résolution des problèmes.

Plus récemment, dans le cadre d'un mémoire de maîtrise, Caron (1992) a tenté d'observer l'effet des différentes formulations d'un énoncé de problème écrit sur le rendement des élèves de deuxième secondaire. Les variables étudiées étaient la position de la question, l'ordre des données et l'utilisation ou non de la conjonction *si*. Concernant la variable *position de la question*, l'hypothèse de l'auteur était qu'un problème écrit présenté à des élèves de deuxième secondaire serait moins bien réussi

si la question était placée au début plutôt que placée à la fin. Soixante-quinze sujets âgés entre 13 et 14 ans ont participé à l'expérimentation. Huit problèmes concernant la variable *position de la question* ont été lus par les sujets. L'analyse des résultats n'a pas permis de vérifier l'hypothèse. Les résultats obtenus confirment ce que Arter et Clinton (1974) ainsi que Threadgill-Sowder (1983) avaient observé, c'est-à-dire que la position de la question n'entraîne pas de performance différente chez les élèves, lorsque la question est placée au début ou à la fin.

Pour leur part, Fayol et coll. (1987) ont observé une augmentation sensible des performances de résolution lorsque la question est placée au début de l'énoncé, par rapport à la forme classique de l'énoncé où la question est en fin d'énoncé. Ce qui différencie cette expérience des autres précédemment citées, c'est que lors de l'expérimentation, les problèmes présentés aux élèves étaient tous lus par l'expérimentateur. Pour leur expérimentation, les auteurs ont choisi des problèmes de type changement comme le définissent Riley, Greeno et Heller (1983) : un état initial est modifié par deux transformations successives menant ainsi à un état final. L'état inconnu était soit l'état initial, soit l'état final. Ce sont ces deux types de problèmes de changement qui se différencient dans leur structure sémantique, qui ont été retenus pour l'expérimentation ; des problèmes difficiles où l'état initial est inconnu et des problèmes faciles où l'état final est inconnu. Ainsi, les problèmes ont été construits, entre autres, en fonction de la place de la question, soit au début ou à la fin, et la difficulté des problèmes, soit faciles ou difficiles. Selon les auteurs, le fait de placer la question en tête d'énoncé devrait aider l'élève à construire un schéma approprié pour la résolution du problème, ce qui permettrait de croire que les énoncés comprenant la question au début seraient plus faciles à résoudre.

Voici deux exemples de problèmes utilisés lors de l'expérimentation : *« J'aimerais savoir combien de feuilles de papier Aline a maintenant dans son cahier d'exercice ? Elle a ajouté 6 feuilles roses, ensuite elle a ajouté 7 feuilles vertes. Au départ, elle*

avait 8 feuilles blanches dans son cahier.»³ « À Noël, la grand-mère d'Anne lui a acheté 5 livres. Pour le jour de l'An, le frère d'Anne lui a acheté 4 livres. Anne a maintenant 13 livres. Combien de livres Anne avait-elle avant Noël ? »⁴ Le premier problème présente la question au début et est considéré comme étant facile. Le deuxième problème présente la question à la fin et est considéré comme étant difficile.

Soixante-quatre élèves âgés entre 6 et 10 ans ont participé à cette première expérience. Chacun d'entre eux a été rencontré individuellement pour réaliser l'expérience. Les problèmes étaient lus par l'expérimentateur, et les élèves devaient les résoudre. Ceux-ci devaient ensuite donner leur réponse, expliquer leur procédure et finalement expliquer, dans leurs mots, quel était le problème. Huit problèmes ont donc été présentés à chaque élève en suivant cette procédure.

L'analyse des résultats montre que lorsque la question est placée au début de l'énoncé, le taux de réussite augmente. De plus, l'interaction entre le type de problème soit difficile soit facile, et la place de la question est significative. La question placée en tête d'énoncé permet d'obtenir un meilleur rendement que lorsqu'elle est placée à la fin de l'énoncé, et ce résultat est encore plus évident lorsque le problème est considéré comme étant difficile. Fayol et coll. (1987) attribuent ces résultats au fait que lorsque la question est placée en tête d'énoncé l'élève peut activer, dès le départ, un schéma de représentation du problème et les procédures associées à sa résolution. Les informations qui doivent être gardées en mémoire s'en trouvent donc réduites, puisque l'élève cherche uniquement celles lui permettant de résoudre le problème. De cette façon, il laisse tomber les informations superflues tout au long de la lecture faite par l'expérimentateur.

³ Traduction de l'auteur

⁴ Traduction de l'auteur

À la suite des résultats obtenus dans les recherches recensées concernant la place de la question, une réflexion se doit d'être faite sur l'effet réel de son emplacement sur la performance des élèves en résolution de problèmes. D'un côté il y a les résultats de Fayol et coll. (1987) qui montrent que les performances augmentent chez les enfants de 6 à 10 ans lorsque la question est placée en tête d'énoncé, et, de l'autre côté, il y a Arter et Clinton (1974) ainsi que Caron (1992) et Threadgill- Sowder (1983) qui n'ont pas obtenu de différence significative au chapitre de la performance au regard de la place de la question dans l'énoncé.

En observant de plus près la méthodologie utilisée pour chacune des études, des différences importantes sont observables : l'âge des participants, l'énoncé qui était lu par l'expérimentateur ou par le sujet lui-même et le niveau de difficulté des problèmes. Soulignons que le fait de lire les problèmes aux élèves élimine l'effet du décodage. Ces différences amènent un questionnement dans le but de connaître l'effet de la place de la question sur le rendement des élèves en résolution de problèmes lorsque différentes variables sont en interaction, dont notamment le niveau de difficulté des problèmes. À partir des résultats obtenus par Fayol et coll. (1987), il nous apparaît aussi important de mettre en relation la place de la question avec le niveau d'habileté en lecture des élèves et le niveau d'habileté en mathématique puisque ces variables sont considérées comme ayant une influence sur le rendement des élèves en résolution de problème. Aussi, nous mettrons en relation la place de la question et l'aide à la lecture afin d'étudier l'effet du décodage sur les performances. Ce questionnement nous a amené à formuler des questions de recherche.

1.5 Questions de recherche

Les questions qui suivent sont celles qui ont mené notre recherche. Nous avons formulé une question principale de recherche à laquelle s'ajoutent quatre questions complémentaires. De plus quatre questions préliminaires ont été formulées dans le but d'alimenter la discussion concernant les résultats de nos questions principales de recherche.

1.5.1 Question principale et questions complémentaires

1. Est-ce que la place de la question, soit au début soit à la fin d'un énoncé de problème d'arithmétique entraîne des différences de rendement chez les élèves de première année ?

À cette question s'ajoutent 4 questions complémentaires, en fonction de la problématique développée :

2. Le rendement en résolution de problème varie-t-il en fonction d'une interaction entre la place de la question et le niveau de difficulté des problèmes ?
3. Le rendement en résolution de problème varie-t-il en fonction d'une interaction entre la place de la question et l'habileté en mathématique ?
4. Le rendement en résolution de problème varie-t-il en fonction d'une interaction entre la place de la question et l'habileté en lecture ?
5. Le rendement en résolution de problème varie-t-il en fonction d'une interaction entre la place de la question et l'aide à la lecture ?

1.5.2 Questions préliminaires

Quatre questions feront l'objet des analyses préliminaires :

1. Est-ce que l'aide à la lecture a un effet sur le rendement ?
2. Le rendement en résolution de problème varie-t-il en fonction d'une interaction entre le niveau de difficulté des problèmes et l'aide à la lecture ?
3. Est-ce que le niveau de difficulté des problèmes a un effet sur le rendement ?
4. Le rendement en résolution de problème varie-t-il en fonction d'une interaction entre le niveau de difficulté des problèmes et l'habileté en mathématique des élèves ?

CHAPITRE 2

MÉTHODE

L'état actuel des connaissances permet d'observer que plusieurs variables influencent le rendement des élèves en résolution de problèmes d'arithmétique. Il y a des variables qui sont en lien avec l'élève et d'autres variables qui sont en lien avec la formulation de l'énoncé. À l'intérieur de cette dernière catégorie, nous retrouvons une variable qui a été étudiée par quelques auteurs, la place de la question. Toutefois, l'étude de cette variable a entraîné des divergences entre les résultats des recherches. Dans le cadre de cette recherche, qui a pour but d'observer l'effet de la place de la question sur le rendement des élèves de première année, une méthodologie quantitative a été mise au point. Ainsi, nous avons tenté d'obtenir des résultats concernant la place de la question au sein de l'énoncé, soit au début, soit à la fin, en lien avec le niveau de difficulté des problèmes, l'habileté en lecture, l'habileté en mathématique et l'aide à la lecture.

2.1 Échantillon

L'échantillon se compose de 114 élèves, qui proviennent de sept écoles primaires de la Commission scolaire des Phares, située dans la région du Bas-Saint-Laurent. En tout, huit classes de fin première année ont participé à l'étude, soit 50 filles et 64 garçons. Les élèves ont tous entre 6 et 7 ans. Pour trouver les sujets, un premier contact a été établi avec les directeurs ou directrices d'écoles en présentant brièvement le but de l'étude, afin d'obtenir leur accord pour solliciter les enseignants de première année. Tous les enseignants d'une même école ont été sollicités. Lorsque cette étape fut complétée et que les enseignants ont répondu favorablement à la demande (8 sur un total de 15), un formulaire de consentement destiné aux parents leur a été transmis, afin que les élèves le fassent signer avant l'expérimentation. Seulement ceux de deux élèves, parmi l'ensemble des parents contactés, ont refusé que leur enfant participe à notre recherche. Une copie de la lettre dans laquelle on demandait ce consentement se trouve à l'annexe A. Leur participation se faisait donc

sur une base volontaire. Ce formulaire a été préalablement préparé dans le but de respecter les règles d'éthique formulées par le comité d'éthique de l'UQAR.

Nous avons choisi des élèves de première année parce qu'ils en sont à leur début en terme d'apprentissage formel de la lecture. Comme nous avions une interrogation en ce qui concerne le niveau d'habileté en lecture et la place de la question dans l'énoncé mathématique, il nous semblait pertinent d'observer son effet sur les résultats d'élèves qui commencent l'apprentissage formel de la lecture.

2.2 Déroulement de la prise de mesure

À la fin avril, une pré-expérimentation a été effectuée, afin d'observer si le matériel était adéquat. Nous voulions nous assurer que les problèmes n'étaient ni trop difficiles ni trop faciles. En fait, aucun obstacle n'a été rencontré, ainsi les problèmes construits et la procédure suivie lors de la pré-expérimentation ont été retenus pour l'expérimentation.

Durant le mois de mai 2006, nous avons rencontré les participants dans leur classe respective. Les consignes étaient les mêmes pour tous les élèves. Chacun devait résoudre les huit problèmes individuellement en une heure. Aucun temps limite n'a été imposé. Par contre, tout a été organisé pour qu'ils puissent terminer dans le temps prévu. Ils ont été invités à laisser des traces de leur démarche, entendant par ceci toute explication écrite décrivant l'essentiel de ce qu'il faut faire pour résoudre le problème (accompagnée éventuellement de dessins ou de calculs).

Puisque les élèves étaient en première année et débutaient leur apprentissage formel en lecture, ils devaient résoudre quatre problèmes qui leur étaient présentés oralement, et quatre autres qu'ils devaient lire eux-mêmes. Pour les problèmes présentés oralement, les élèves avaient quand même un exemplaire écrit de ces

problèmes, ce qui leur permettait de suivre tout au long de la lecture faite par l'expérimentateur.

Les problèmes numéro 1, 2, 3 et 4 étaient donc lus une première fois à voix haute par l'expérimentateur. Après la lecture de chaque problème, les élèves étaient invités à le résoudre. Lorsque tous les élèves avaient terminé, le problème suivant était lu à voix haute. Cette procédure a donc été suivie pour les quatre premiers problèmes. Ensuite, les élèves poursuivaient la résolution des problèmes numéro 5, 6, 7 et 8 à leur rythme et en faisant une lecture individuelle. Les rencontres avec les différentes classes se sont produites en matinée et en début de semaine, afin d'éviter que la fatigue influence les résultats.

2.3 Instruments de mesure

Pour l'étude, huit problèmes écrits d'arithmétique ont été construits en s'appuyant sur les problèmes de Fayol et coll. (1987). Les huit problèmes sont présentés à l'annexe B. Tous les problèmes présentés aux participants de l'expérimentation sont des problèmes de type changement : un état initial est modifié par une ou plusieurs transformations amenant un état final. Les questions des problèmes expérimentaux portent soit sur l'état final, soit sur l'état initial. Ces deux options ont été retenues, d'une part parce que c'est ce que Fayol et coll. ont utilisé pour leur expérimentation, mais aussi parce que Riley et coll. (1983) et Vergnaud (1982) ont confirmé que la recherche de l'état initial est une tâche plus difficile que la recherche de l'état final. Rappelons qu'un des objectifs de recherche est de mettre en lien la place de la question et le niveau de difficulté des problèmes. Dans leur étude, Fayol et coll. avaient observé que le rendement des élèves augmentait davantage lorsque la question était placée en tête d'énoncé et que le problème était difficile, que lorsque la question était placée aussi en tête d'énoncé mais que le problème était facile.

Le tableau 1 présente l'organisation de la formulation des énoncés de problèmes en fonction de la place de la question et du niveau de difficulté des problèmes en précisant les variables indépendantes (VI).

Tableau 1
Formulation des énoncés de problème

Problèmes	Place de la question (VI)	Difficulté des problèmes (VI)	Aide à la lecture/sans aide à la lecture (VI)
Problème no 1	Question à la fin	Problème facile	Aide
Problème no 2	Question au début	Problème facile	Aide
Problème no 3	Question à la fin	Problème difficile	Aide
Problème no 4	Question au début	Problème difficile	Aide
Problème no 5	Question à la fin	Problème facile	Sans aide
Problème no 6	Question au début	Problème facile	Sans aide
Problème no 7	Question à la fin	Problème difficile	Sans aide
Problème no 8	Question au début	Problème difficile	Sans aide

Ainsi, pour construire les problèmes, une variation de la place de la question, soit au début, soit à la fin, et une variation du niveau de difficulté des problèmes, soit faciles soit difficiles, a été effectuée. Huit problèmes ont donc été construits en considérant ces deux variables. Aussi, trois variables étant connues comme pouvant influencer le rendement en résolution de problème ont été contrôlées : la taille des nombres utilisés dans les problèmes (Murray et Olivier, 1989), la longueur de l'énoncé (Caldwel et Goldin, 1979) et les mots inducteurs (Weisser, 1999). Enfin, pour chaque énoncé, les données sont complètes et le thème général fait référence à un contexte réaliste, près du quotidien de l'élève (Brownell et Stretch, 1931).

2.3.1 Classement des participants selon leur niveau d'habileté en lecture et en mathématique

Pour réaliser cette expérience, nous avons choisi la fin de l'année scolaire, soit le mois de mai 2006, puisqu'à cette période, la plupart des élèves ont appris à lire. Lors de chaque rencontre, l'enseignant était invité à compléter un formulaire, afin d'y inscrire le niveau d'habileté en lecture et en mathématiques de chaque sujet. Pour ce faire, l'enseignant se basait sur les notes recueillies depuis le début de l'année scolaire, ainsi que sur ses observations personnelles. Ce formulaire est présenté à l'annexe C. Cette approche, basée sur le jugement des enseignants dans le but de connaître le niveau d'habileté de chaque élève, a été utilisée par d'autres auteurs (Moreau et Coquin-Viennot, 2003 ; Sovik et coll., 1999).

2.4 Fidélité interjuge

La correction des problèmes s'est effectuée à partir d'une échelle allant de 1 à 3. Trois points étaient accordés pour une bonne réponse, deux points pour une démarche partielle et un point pour les autres cas. Nous avons corrigé les 914 résolutions de problèmes que les élèves ont effectuées pour l'ensemble du protocole de recherche. Une validation inter-juges a été mise en place, afin de s'assurer de l'efficacité du barème de correction et de la rigueur de son application. Un correcteur engagé comme auxiliaire de recherche a recorrigé 100 problèmes. Les analyses ont été obtenues directement avec SPSS. Le coefficient de corrélation intra classe est de 0,96 avec un intervalle de confiance qui va de 0,94 à 0,97. Ce résultat nous permet d'être en confiance par rapport à la fidélité de la correction effectuée.

2.5 Devis

Les tableaux 2 et 3 présentent les devis expérimentaux ainsi que les variables retenues pour les quatre questions relatives aux analyses préliminaires et pour les cinq principales questions.

Tableau 2
Devis pour les questions préliminaires

Questions préliminaires	Variables étudiées	Nature des variables	Niveau des variables
Q. 1	Aide à la lecture (VI)	Dichotomique	Problèmes lus (no 1-2-3-4) et non lus (no 5-6-7-8)
Q. 2	Note moyenne (VD)	Intervalle	Problèmes faciles (no 1-2-5-6) et difficiles (no 3-4-7-8)
	Niveau de difficulté (VI)	Dichotomique	
Q. 3	Aide à la lecture (VI)	Dichotomique	Problèmes lus (no 1-2-3-4) et non lus (no 5-6-7-8)
	Note moyenne (VD) Niveau de difficulté (VI)	Intervalle Dichotomique	Problèmes faciles (no 1-2-5-6) et difficiles (no 3-4-7-8)
Q. 4	Note moyenne (VD) Niveau de difficulté (VI)	Intervalle Dichotomique	Problèmes faciles (no 1-2-5-6) et difficiles (no 3-4-7-8)
	Habilité en mathématique (VI)	Ordinale	Fort, moyen, faible
	Note moyenne (VD)	Intervalle	

Tableau 3
Devis pour les questions principales

Questions principales	Variables étudiées	Nature des variables	Niveau des variables
Q. 1	Place de la question (VI)	Dichotomique	Problèmes où la question est au début (2-4-6-8) et à la fin (1-3-5-7)
Q. 2	Note moyenne (VD)	Intervalle	
	Place de la question (VI)	Dichotomique	Problèmes où la question est au début (2-4-6-8) et à la fin (1-3-5-7)
	Niveau de difficulté (VI)	Dichotomique	Problèmes faciles (1-2-5-6) et difficiles (3-4-7-8)
Q. 3	Note moyenne (VD)	Intervalle	
	Place de la question (VI)	Dichotomique.	Problèmes où la question est au début (2-4-6-8) et à la fin (1-3-5-7)
Q. 4	Habilité en mathématique (VI)	Ordinale	Fort, moyen, faible
	Note moyenne (VD)	Intervalle	
	Place de la question (VI)	Dichotomique	Problèmes où la question est au début (2-4-6-8) et à la fin (1-3-5-7)
Q. 5	Habilité en lecture (VI)	Ordinale	Fort, moyen faible
	Note moyenne (VD)	Intervalle	
	Place de la question (VI)	Dichotomique	Problèmes où la question est au début (2-4-6-8) et à la fin (1-3-5-7)
	Aide à la lecture (VI)	Dichotomique	Problèmes lus (1-2-3-4) et non lus (5-6-7-8)
	Note moyenne (VD)	Intervalle	

2.6 Plan d'analyse

Notre plan d'analyse des données comprend deux parties : les analyses préliminaires et les analyses relatives à l'effet de la place de la question au sein de l'énoncé, soit au début, soit à la fin, sur le rendement des élèves en fonction de différents facteurs.

2.6.1 Les analyses préliminaires

Les analyses préliminaires, sans s'intégrer directement aux analyses principales du mémoire, permettent un croisement entre des variables étant connues comme pouvant influencer le rendement en résolution de problème ; ces variables sont liées à l'élève ou à l'énoncé du problème. Les analyses préliminaires ont pour objectif de répondre à quatre questions dans le but d'asseoir la discussion concernant nos questions principales. La prochaine partie présente le plan d'analyse pour les quatre questions préliminaires retenues.

2.6.1.1 Est-ce que l'aide à la lecture a un effet sur le rendement ?

Pour répondre à cette question, une analyse de variance à mesures répétées sera menée en tenant compte de la variable indépendante *aide à la lecture*. Cette analyse permettra de comparer la note moyenne obtenue par les élèves aux problèmes 1, 2, 3, 4 ayant fait l'objet d'une lecture orale par l'expérimentateur et la note moyenne obtenue pour les problèmes 5, 6, 7, 8 ayant été lus par les élèves. Cette dernière variable est considérée comme étant notre variable dépendante.

2.6.1.2 Le rendement en résolution de problème varie-t-il en fonction d'une interaction entre le niveau de difficulté des problèmes et l'aide à la lecture ?

Pour obtenir des résultats à notre deuxième question, une nouvelle analyse de variance à mesures répétées sera effectuée, en tenant compte des variables indépendantes *niveau de difficulté des problèmes* et *aide à la lecture* et de la variable dépendante *rendement*. Ainsi, nous considérerons la note moyenne obtenue par les élèves aux problèmes 1 et 2 qui sont des problèmes faciles où l'aide à la lecture est présente et la note moyenne pour les problèmes 3 et 4 qui sont des problèmes difficiles et où l'aide à la lecture est également présente. Aussi, la note moyenne obtenue par les élèves pour les problèmes 5 et 6 qui sont des problèmes faciles où l'aide à la lecture n'est pas présente ainsi que la note moyenne pour les problèmes 7 et 8 qui sont des problèmes difficiles où l'aide à la lecture n'est pas présente seront aussi considérées pour les analyses.

2.6.1.3 Est-ce que le niveau de difficulté des problèmes a un effet sur le rendement ?

La troisième question concerne l'effet du niveau de difficulté des problèmes sur le rendement des élèves. Ainsi, une analyse de variance à mesures répétées sera effectuée en considérant la variable *niveau de difficulté* comme variable indépendante et la variable *rendement* comme variable dépendante. Une telle analyse comparera la note moyenne obtenue aux problèmes 1, 2, 5 et 6 jugés faciles à la note moyenne obtenue aux problèmes 3, 4, 7 et 8 considérés comme étant difficiles.

2.6.1.4 Le rendement en résolution de problème varie-t-il en fonction d'une interaction entre le niveau de difficulté des problèmes et l'habileté en mathématique ?

La quatrième question fait intervenir deux variables indépendantes : la variable *niveau de difficulté des problèmes* ainsi que la variable *habileté en mathématique*. Ainsi, la note moyenne obtenue par les élèves aux problèmes 1, 2, 5 et 6 sera considérée en fonction du niveau d'habileté en mathématique des élèves, soit fort, moyen et faible. Aussi, la note moyenne obtenue par les élèves aux problèmes 3, 4, 7 et 8 sera aussi considérée en fonction du niveau d'habileté en mathématique des élèves. Par conséquent la variable dépendante pour cette question est *rendement*.

2.6.2 Les analyses relatives à l'effet de la place de la question au sein de l'énoncé sur le rendement des élèves en fonction de différents facteurs (niveau de difficulté des problèmes, habileté en mathématique, habileté en lecture, aide à la lecture).

Cette partie de l'analyse a pour objectif d'étudier l'influence de la place de la question au sein de l'énoncé, soit au début soit à la fin, sur différentes variables en lien avec l'énoncé du problème et en lien avec l'élève lui-même. Les sous-sections qui suivent présentent le plan d'analyse pour chacune de nos cinq questions de recherche.

2.6.2.1 Est-ce que la place de la question, soit au début ou à la fin d'un énoncé de problème d'arithmétique, entraîne des différences de rendement chez les élèves de première année ?

D'abord, pour répondre à la première question, une analyse de variance à mesures répétées sera effectuée en considérant la variable *place de la question* qui se trouve soit au début soit à la fin de l'énoncé. Pour ce faire, nous comparerons la note moyenne obtenue par les élèves aux problèmes 1, 3, 5, et 7 dont la question se trouve en fin d'énoncé à la note moyenne obtenue aux problèmes 2, 4, 6, et 8 dont la question apparaît au début de l'énoncé.

2.6.2.2 Le rendement en résolution de problème varie-t-il en fonction d'une interaction entre la place de la question et le niveau de difficulté des problèmes ?

Pour obtenir des résultats à notre deuxième question, une nouvelle analyse de variance à mesures répétées sera effectuée, en tenant compte des variables indépendantes *place de la question* et *niveau de difficulté des problèmes* et de la variable dépendante *rendement*. Ainsi, nous avons considéré la note moyenne obtenue par les élèves aux problèmes 2 et 6, où la question est au début et dont le niveau de difficulté est facile, et la note moyenne pour les problèmes 1 et 5 où la question est à la fin et dont le niveau de difficulté est facile. Aussi, la note moyenne obtenue par les élèves pour les problèmes 4 et 8 où la question est au début et dont le niveau de difficulté est difficile, et la note moyenne pour les problèmes 3 et 7 où la question est à la fin et dont le niveau de difficulté est difficile seront aussi considérées pour les analyses.

2.6.2.3 Le rendement en résolution de problème varie-t-il en fonction d'une interaction entre la place de la question et l'habileté en mathématique ?

La troisième question concerne toujours la place de la question mais aussi le niveau d'habileté en mathématique. Ainsi, une analyse de variance à mesures répétées sera effectuée en considérant les variables *place de la question* et *niveau d'habileté en mathématique*, comme variable indépendante et le rendement comme variable dépendante. Ainsi, la note moyenne pour les problèmes 1, 3, 5 et 7 qui comprennent la question à la fin de l'énoncé sera retenue en fonction du niveau d'habileté des élèves, soit fort, moyen ou faible. Aussi, la note moyenne pour les problème 2, 4, 6 et 8 qui comprennent la question au début de l'énoncé sera aussi considérée en fonction du niveau d'habileté des élèves.

2.6.2.4 Le rendement en résolution de problème varie-t-il en fonction d'une interaction entre la place de la question et l'habileté en lecture ?

La quatrième question fait intervenir la variable *place de la question* et le niveau d'habileté en lecture. Pour obtenir des résultats à cette question une analyse de variance à mesures répétées sera menée. Ainsi, la note moyenne obtenue par les élèves aux problèmes 1, 3, 5 et 7 sera considérée en fonction du niveau d'habileté en lecture des élèves, soit fort, moyen et faible. Aussi, la note moyenne obtenue par les élèves aux problèmes 2, 4, 6 et 8 sera aussi considérée en fonction du niveau d'habileté en lecture des élèves. Par conséquent, les variables indépendantes pour cette question sont *place de la question* et *niveau d'habileté en lecture* et la variable dépendante est *rendement*.

2.6.2.5 Le rendement en résolution de problème varie-t-il en fonction d'une interaction entre la place de la question et l'aide à la lecture ?

Cette dernière question étudie les variables indépendantes *place de la question* et *aide à la lecture* ainsi que la variable dépendante *rendement*. Une dernière analyse de variance à mesures répétées sera effectuée dans le but de répondre à cette question. La note moyenne obtenue par les élèves aux problèmes 1 et 3, question à la fin, aide à la lecture, sera considérée. De plus, la note moyenne obtenue aux problèmes 2 et 4, question au début, aide à la lecture, sera aussi retenue. La note moyenne obtenue par les élèves aux problèmes 5 et 7, question à la fin, sans aide à la lecture, ainsi que la note moyenne aux problèmes 6 et 8, question au début, sans aide à la lecture, seront considérées pour l'analyse.

2.7 Analyse à priori

La question centrale de notre recherche concerne la place de la question. Ainsi, en nous appuyant sur les études réalisées jusqu'à présent (Arter et Clinton, 1974 ; Caron, 1992 ; Fayol et coll., 1987 ; Threadgill-Sowder, 1983), nous croyons qu'une formulation d'énoncé qui comprend la question au début pourrait favoriser le rendement des élèves dans certaines circonstances. Plus particulièrement, nous croyons que la question au début de l'énoncé pourrait favoriser la réussite des élèves dont l'habileté en lecture est plus faible, ce qui est le cas des jeunes élèves, notamment lorsque les problèmes sont plus difficiles, ou que l'habileté en mathématiques des élèves est plus faible (Fayol et coll.).

Notre première question concerne directement la place de la question au début ou à la fin de l'énoncé et le rendement des élèves de première année. Nous nous sommes appuyés sur Fayol et coll. (1987) pour construire nos problèmes, et ces auteurs avaient observé que le fait de placer la question en tête d'énoncé pouvait amener

l'élève à chercher, dès le départ, les informations nécessaires à la résolution du problème. Aussi, cette formulation lui permettait de laisser tomber, dès la première lecture, les éléments inutiles à la résolution du problème. À notre avis, cette procédure pourrait favoriser le rendement des élèves. Aussi, comme Fayol et coll. avaient noté une interaction statistiquement significative entre la place de la question et le niveau de difficulté des problèmes, nous croyons que l'effet de la place de la question sur le rendement des élèves sera accentué lorsque les problèmes seront difficiles. Comme nous l'avons expliqué précédemment, en sachant dès le départ ce qui est cherché, l'élève devrait obtenir un meilleur rendement aux problèmes difficiles lorsque la question est au début que lorsque la question se trouve à la fin de l'énoncé comme Fayol et coll. l'ont observé. C'est l'objet de notre deuxième question.

Pour notre troisième question, nous supposons que l'effet de la place de la question au sein de l'énoncé sur le rendement des élèves sera accentué chez ceux ayant des difficultés en mathématique. Hegarty et coll. (1995) soulignaient que les élèves faibles en mathématique avaient tendance à emprunter une procédure de résolution résultant d'une traduction directe de l'énoncé. Ainsi, en mettant en évidence la question dès le départ, les élèves faibles en mathématique pourraient, à notre avis, prendre les données du problème et leur donner un sens. Cette formulation pourrait permettre à ces élèves de retenir uniquement les nombres nécessaires à la résolution du problème. Pour cette raison, nous croyons que les élèves faibles en mathématique seraient favorisés par une formulation d'énoncé qui comprend la question au début.

Pour la quatrième question, à notre avis, les élèves ayant des difficultés en lecture pourraient être favorisés par la formulation d'un énoncé comprenant la question au début de l'énoncé, puisque pour la même raison que pour l'habileté en mathématique, les élèves faibles en lecture pourraient savoir dès le départ ce qu'ils doivent chercher et ne pas s'attarder à des informations du texte qui ne sont pas utiles pour la résolution du problème (Abedi et Lord, 2001).

Concernant la cinquième question de notre recherche, nous supposons que le rendement des élèves pourrait être influencé lorsqu'ils se font lire le problème et que la question se trouve au début de l'énoncé puisque les résultats de recherches concernant la place de la question se contredisent. La seule ayant obtenu des résultats significatifs est celle qui avait intégré l'aide à la lecture lors de l'expérimentation (Fayol et coll., 1987).

CHAPITRE 3
RÉSULTATS ET ANALYSES

Notre étude est menée par un questionnement qui concerne principalement la place de la question à l'intérieur d'un énoncé écrit de problème d'arithmétique. Nous nous intéressons d'une part à l'influence de la place de la question sur le rendement des élèves de première année, et d'autre part aux interactions que cette variable peut avoir avec d'autres facteurs, liés à l'élève ou au problème lui-même. La littérature nous montre que la place de la question dans un énoncé n'a pas un effet simple sur le rendement des élèves en résolution de problèmes (Arter et Clinton, 1974 ; Caron, 1992 ; Fayol et coll., 1987 ; Threadgill-Sowder, 1983). Les études recensées nous portent à nous questionner sur différentes interactions que peut avoir la variable place de la question avec d'autres facteurs. Pour la présente recherche, nous voulons étudier l'interaction que peut avoir la place de la question avec le niveau de difficulté du problème, de même qu'avec l'habileté en lecture, l'habileté en mathématique de l'élève et l'aide à la lecture. Ce chapitre est consacré à l'analyse des données que nous avons recueillies auprès d'élèves de 1^{re} année. Nous présenterons en premier lieu des analyses préliminaires, puis nous exposerons les résultats obtenus pour chacune de nos questions de recherche.

Pour répondre à toutes les questions, des analyses de variance à mesures répétées ont été menées à l'aide du logiciel SPSS. Les conditions d'application ont été vérifiées, afin de s'assurer de la validité des résultats obtenus. Puisque l'échantillon compte plus de 30 sujets, la condition de la normalité de la distribution de la variable dépendante est respectée. Pour s'assurer de l'homogénéité des variances pour les différences relevées entre chacun des niveaux de chacun des facteurs considérés, le test de sphéricité de Mauchly a été utilisé. Finalement, les données utilisées ont été recueillies sur un échantillon aléatoire.

3.1 Résultats relatif aux analyses préliminaires

Avant d'aborder les questions principales de cette recherche, nous avons effectué une série d'analyses préliminaires dans le but d'évaluer le rendement des élèves en

fonction de l'aide à la lecture, du niveau de difficulté des problèmes, d'un croisement entre le niveau de difficulté des problèmes et l'aide à la lecture et, enfin, d'un croisement entre l'habileté en mathématique et le niveau de difficulté des problèmes. Quatre questions ont fait l'objet des analyses préliminaires :

1. Est-ce que l'aide à la lecture a un effet sur le rendement ?
2. Le rendement en résolution de problème varie-t-il en fonction d'une interaction entre le niveau de difficulté des problèmes et l'aide à la lecture ?
3. Est-ce que le niveau de difficulté des problèmes a un effet sur le rendement ?
4. Le rendement en résolution de problème varie-t-il en fonction d'une interaction entre le niveau de difficulté des problèmes et l'habileté en mathématique des élèves ?

Afin de répondre à la question : « Est-ce que l'aide à la lecture a un effet sur le rendement ? », une analyse de variance à mesures répétées a été menée dans le but d'étudier les différences de rendement des élèves, selon qu'ils obtenaient ou non une aide à la lecture. Le tableau 4 présente le rendement des élèves en fonction de l'aide à la lecture. Nous avons observé que l'aide à la lecture avait un effet sur le rendement des élèves $F(1,113)=7,244, p=0,008$. Le rendement est légèrement plus élevé lorsque l'élève se fait lire le problème.

Tableau 3
Rendement moyen des élèves en fonction de l'aide à la lecture

Aide à la lecture	N	Moyenne	Écart-type
Avec aide	114	1,97	0,50
Sans aide	114	1,86	0,53

La deuxième analyse porte sur les variables *niveau de difficulté* et *aide à la lecture*. Nous voulions savoir s'il existe une interaction entre le niveau de difficulté des problèmes et l'aide à la lecture sur le rendement. Le tableau 5 présente les moyennes obtenues par les élèves concernant ces variables. L'analyse de variance à mesures répétées n'a pas fourni de résultats significatifs $F(1,113)=3,140$, $p=0,079$. Ainsi, l'aide à la lecture n'a pas plus d'effet sur le rendement de l'élève que le problème soit facile ou difficile.

Tableau 4
Rendement des élèves en fonction du niveau de difficulté des problèmes et de l'aide à la lecture

Difficulté des problèmes / aide à la lecture ou non	N	Moyenne	Écart-type
Facile / avec aide	114	2,61	0,68
Facile / sans aide	114	2,42	0,79
Difficile / avec aide	114	1,33	0,63
Difficile / sans aide	114	1,29	0,60

La troisième question met en relation le niveau de difficulté des problèmes et le rendement des élèves. Dans le tableau 6, la moyenne obtenue par les élèves aux problèmes difficiles et aux problèmes faciles est présentée. À la suite de l'analyse de variance à mesures répétées réalisées à partir des scores moyens de rendement, nous avons observé que les problèmes difficiles étaient moins bien réussis que les problèmes faciles $F(1,113)=263,482$, $p<0,001$.

Tableau 5
Rendement moyen des élèves selon le niveau de difficulté

Niveau de difficulté	N	Moyenne	Écart-type
Facile	114	2,52	0,65
Difficile	114	1,32	0,57

La quatrième question s'intéresse au niveau de difficulté des problèmes et au niveau d'habileté en mathématique des élèves. Plus particulièrement, nous voulions observer si le niveau d'habileté en mathématique des élèves de première année influence leur rendement selon le niveau de difficulté des problèmes. Le tableau 7 présente le rendement moyen obtenu par les élèves en fonction de ces deux variables. Après avoir mené une analyse de variance à mesures répétées, les résultats sont statistiquement significatifs : lorsque le niveau d'habileté en mathématique et le niveau de difficulté des problèmes sont en interaction, le rendement des élèves est influencé $F(2,111)=4,751, p=0,011$.

Tableau 6
Rendement moyen des élèves en fonction du niveau de difficulté des problèmes et du niveau d'habileté en mathématique

Niveau de difficulté / niveau d'habileté en math	N	Moyenne	Écart-type
Facile / fort	51	2,80	0,38
Facile / moyen	48	2,43	0,66
Facile / faible	15	1,83	0,77
Difficile / fort	51	1,60	0,72
Difficile / moyen	48	1,07	0,25
Difficile / faible	15	1,15	0,28

3.2 Résultats relatifs à l'interaction entre la place de la question et différentes variables

Rappelons nos cinq principales questions de recherche :

1. Est-ce que la place de la question, soit au début, soit à la fin d'un énoncé de problème d'arithmétique, entraîne des différences de rendement chez les élèves de première année ?

2. Le rendement en résolution de problème varie-t-il en fonction d'une interaction entre la place de la question et le niveau de difficulté des problèmes ?
3. Le rendement en résolution de problème varie-t-il en fonction d'une interaction entre la place de la question et l'habileté en mathématique ?
4. Le rendement en résolution de problème varie-t-il en fonction d'une interaction entre la place de la question et l'habileté en lecture ?
5. Le rendement en résolution de problème varie-t-il en fonction d'une interaction entre la place de la question et l'aide à la lecture ?

Afin de répondre à la question : « Est-ce que la place de la question, soit au début, soit à la fin d'un énoncé de problème d'arithmétique, entraîne des différences de rendement chez les élèves de première année ? », une analyse à mesures répétées a été menée pour étudier l'effet simple de la place de la question sur le rendement des élèves. La variable indépendante liée à la place de la question dans l'énoncé est une variable dichotomique (question au début, question à la fin). La variable dépendante est la note moyenne des élèves obtenue pour les problèmes résolus.

Le tableau 8 présente le rendement moyen des sujets aux quatre problèmes dont la question se trouve au début (2, 4, 6, 8) et aux quatre problèmes dont la question apparaît à la fin (1, 3, 5, 7).

Tableau 7
Rendement moyen des élèves selon la place de la question

Place de la question	N	Moyenne	Écart-type
À la fin de l'énoncé	114	1,91	0,50
Au début de l'énoncé	114	1,93	0,49

L'analyse de variance à mesures répétées n'a pas permis de relever de différences statistiquement significatives $F(1,113)=0,498$, $p=0,482$ entre les moyennes en fonction de la place de la question. Cela signifie que pour l'ensemble des problèmes, la place de la question n'entraîne pas de résultat différent chez les élèves de première année ayant participé à l'étude selon que la question soit au début ou à la fin.

Une deuxième analyse a été effectuée afin de répondre à la question suivante : le rendement en résolution de problème varie-t-il en fonction d'une interaction entre la place de la question et le niveau de difficulté des problèmes? Le tableau 9 montre le rendement des élèves en fonction de la place de la question, soit au début, ou à la fin, et le niveau de difficulté des problèmes, soit difficile ou facile.

Tableau 8
Rendement moyen des élèves selon la place de la question et le niveau de difficulté

Place de la question et niveau de difficulté	N	Moyenne	Écart-type
Début / facile	114	2,54	0,69
Début / difficile	114	1,32	0,61
Fin / facile	114	2,50	0,72
Fin / difficile	114	1,31	0,72

Les résultats de l'analyse à mesures répétées indiquent qu'il n'y a pas d'interaction entre la place de la question et le niveau de difficulté $F(1,113)=0,160$, $p=0,690$. Ainsi, que le problème soit facile ou difficile, il ne sera pas mieux réussi si la question est placée au début de l'énoncé ou à la fin.

Pour répondre à notre troisième question : « Le rendement en résolution de problème varie-t-il en fonction d'une interaction entre la place de la question et l'habileté en

mathématique ? », une nouvelle analyse a été effectuée avec pour facteur inter-sujet l'habileté en mathématique. Le tableau 10 montre le rendement des élèves en fonction de la place de la question, soit au début, ou à la fin, et le niveau d'habileté en mathématique des élèves soit fort, moyen ou faible. Le résultat de l'analyse à mesures répétées ne permet pas d'observer d'interaction entre la place de la question et le niveau d'habileté en mathématique $F(2,111)=0,919, p=0,402$. Ainsi, la place de la question n'a pas plus d'effet sur le rendement de l'élève, qu'il soit fort, moyen ou faible en mathématique.

Tableau 9
Rendement moyen des élèves en fonction de la place de la question et du niveau d'habileté en mathématique

Place de la question / habileté en mathématique	N	Moyenne	Écart-type
Début / fort	51	2,20	0,42
Début / moyen	48	1,78	0,39
Début / faible	15	1,47	0,45
Fin / fort	51	2,20	0,36
Fin / moyen	48	1,71	0,45
Fin / faible	15	1,52	0,50

Notre quatrième question : « Le rendement en résolution de problème varie-t-il en fonction d'une interaction entre la place de la question et l'habileté en lecture? » a aussi été traitée à l'aide d'une analyse à mesures répétées. Le tableau 11 présente la

moyenne obtenue par les élèves en fonction de la place de la question et de leur niveau d'habileté en lecture soit fort, moyen ou faible.

Tableau 10
Rendement moyen des élèves en fonction de la place de la question et du niveau d'habileté en lecture

Place de la question / habileté en lecture	N	Moyenne	Écart-type
Début / fort	52	2,17	0,44
Début / moyen	45	1,78	0,44
Début / faible	17	1,57	0,42
Fin / fort	52	2,17	0,39
Fin / moyen	45	1,68	0,51
Fin / faible	17	1,68	0,40

Ici, nous faisons le même constat : le résultat de l'analyse ne permet pas d'observer d'interaction $F(2,111)=2,696, p=0,072$. Ainsi, la place de la question n'a pas plus d'effet sur le rendement de l'élève, qu'il soit fort, moyen ou faible en lecture.

Une dernière analyse a été effectuée afin de répondre à notre cinquième question : « Le rendement en résolution de problème varie-t-il en fonction d'une interaction entre la place de la question et l'aide à la lecture ? » Le tableau 12 présente les résultats obtenus par les élèves en fonction de la place de la question ainsi que de l'aide à la lecture. Le résultat de l'analyse ne permet pas d'observer d'interaction entre la place de la question et l'aide à la lecture : $F(1,113)=2,350, p=0,128$.

Tableau 11
Rendement moyen des élèves en fonction de la place de la question et d'aide à la lecture

Place de la question/ aide à la lecture	N	Moyenne	Écart-type
Début / avec aide	114	2,00	0,55
Début / sans aide	114	1,85	0,58
Fin / avec aide	114	1,93	0,56
Fin / sans aide	114	1,87	0,59

CHAPITRE 4
INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS ET SYNTHÈSE

Dans ce chapitre, nous interprétons les résultats obtenus à la suite de nos analyses, en prenant comme guide les questions principales de la recherche. Aussi, les résultats obtenus à la suite des analyses effectuées sur nos questions préliminaires serviront à alimenter la discussion. Notre étude avait pour but d'étudier certaines variables qui pourraient influencer le rendement des élèves en résolution de problèmes d'arithmétique. Deux catégories de variables ont été utilisées pour l'étude. Une première catégorie est en lien avec l'élève et comprend les variables suivantes : l'habileté en lecture, l'habileté en mathématique et l'aide à la lecture. Et la deuxième catégorie est en lien avec l'énoncé mathématique lui-même et comprend les variables suivantes : la place de la question au sein de l'énoncé et le niveau de difficulté des problèmes.

4.1 Est-ce que la place de la question, soit au début, soit à la fin d'un énoncé de problème d'arithmétique, entraîne des différences de rendement chez les élèves de première année ?

Pour notre première question de recherche, la place de la question et le rendement des élèves ont été étudiés. Notre hypothèse était qu'une formulation d'énoncé comprenant la question au début favoriserait le rendement des élèves. Par contre, comme nous l'avons affirmé dans le chapitre précédent, nous n'avons pas observé de relation entre ces deux variables. Nos résultats correspondent, dans leur ensemble, à la majorité des études recensées concernant la place de la question au sein de l'énoncé et le rendement des élèves. Arter et Clinton (1974), Tredgill-Sowder (1983) et Caron (1992) ont observé que la place de la question, qu'elle soit au début ou à la fin de l'énoncé, n'a pas d'effet sur le rendement des élèves de niveaux primaire, secondaire et collégial.

Fayol et coll. (1987) avaient pour leur part observé un effet de la place de la question sur le rendement. Cette différence pourrait s'expliquer par le fait que lors de notre expérimentation, contrairement à Fayol et coll. qui avaient lu tous les problèmes aux élèves, chaque élève avait une copie écrite des problèmes, qu'ils soient lus ou non par l'expérimentateur. Ainsi, chaque élève pouvait se référer au texte lorsqu'il en sentait le besoin. Si les élèves n'avaient pas eu la copie sous les yeux lorsque le problème était lu par l'expérimentateur, la question placée en tête d'énoncé aurait pu favoriser le rendement des élèves puisque, comme le soulignaient Fayol et coll. dans l'analyse de leurs résultats, lorsque la question est placée au début d'un énoncé de problème, les informations qui doivent être gardées en mémoire sont réduites car l'élève cherche uniquement celles lui permettant de résoudre le problème. Il est raisonnable de croire que cette différence majeure entre notre méthodologie et celle de Fayol et coll. puisse être à l'origine des différences de résultats. Cette différence au chapitre de la méthodologie est une composante originale de notre recherche car contrairement aux études recensées nous avons étudié l'effet de l'aide à la lecture lors de nos analyses. Les résultats de ces analyses seront discutés au point 4.5.

4.2 Le rendement en résolution de problème varie-t-il en fonction d'une interaction entre la place de la question et le niveau de difficulté des problèmes ?

La deuxième question de recherche portait sur la place de la question et le niveau de difficulté des problèmes et avait pour but d'étudier les différences de rendement en fonction de ces deux variables. Notre hypothèse était que l'effet de la place de la question sur le rendement des élèves serait accentué lorsque les problèmes sont difficiles. Lors de nos analyses préliminaires, une question concernait l'effet du niveau de difficulté des problèmes sur le rendement des élèves. Comme plusieurs auteurs (Fayol et coll., 1987 ; Riley et coll., 1983 ; Vergnaud, 1982), nous avons obtenu des résultats significatifs. En effet, les problèmes considérés comme étant

difficiles (recherche de l'état initial) ont été moins bien réussis que les problèmes considérés comme étant faciles (recherche de l'état final). Ainsi, pour notre deuxième question principale, nous voulions observer si la question placée au début d'un énoncé amènerait l'élève à obtenir de meilleurs résultats aux problèmes difficiles que si la question était placée à la fin. Les résultats de notre expérimentation ne montrent pas d'interaction entre la place de la question et le niveau de difficulté des problèmes. Toutefois, il convient de préciser qu'en raison de la structure homogène des problèmes, les problèmes difficiles l'étaient doublement, puisque la recherche de l'état initial faisait toujours appel à deux soustractions, alors que la recherche de l'état final n'exigeait que deux additions.

Fayol et coll. avaient, eux aussi, étudié l'interaction entre la place de la question et le niveau de difficulté des problèmes. Ces auteurs avaient observé une différence significative au regard des performances lorsque la question était placée au début de l'énoncé, et ce résultat était encore plus prononcé lorsque le problème était difficile. Cette différence par rapport à nos résultats pourrait s'expliquer, entre autres, par une différence dans le protocole expérimental. Rappelons que le choix de présenter 4 problèmes de façon orale avec une version papier et 4 problèmes écrits aux élèves était motivé par les divergences de résultats obtenus dans les différentes études recensées. Une autre explication qui pourrait être attribuée à nos résultats est que les élèves n'avaient pas souvent rencontré de problèmes qui nécessitaient la recherche de l'état initial pour les résoudre. Ainsi, les problèmes étaient peut-être trop difficiles pour des élèves de première année aussi, les problèmes dits « faciles » n'ont pas posé de difficultés à la plupart des élèves dits « forts » et « moyen ». Pour ces élèves, ils ressemblent d'avantage à des exercices. On se rappelle que Fayol et coll. avait montré que pour les problèmes trop faciles ou trop difficiles, la place de la question n'influait pas le rendement des élèves.

4.3 Le rendement en résolution de problème varie-t-il en fonction d'une interaction entre la place de la question et l'habileté en mathématique ?

Notre troisième question de recherche concerne la variation du rendement en résolution de problème en fonction d'une interaction entre la place de la question et le niveau d'habileté en mathématique. Aucune étude n'avait, à notre connaissance, analysé l'interaction entre la place de la question et le niveau d'habileté en mathématique. Les analyses préliminaires de notre recherche concernant le niveau d'habileté en mathématique, le niveau de difficulté et le rendement en résolution de problème appuient les observations de Abedi et Lord (2001), Ballew et Cunningham (1982) et Muth (1984). Le niveau d'habileté en mathématique influence sans équivoque le rendement en résolution que le problème soit facile ou difficile.

En s'appuyant sur les résultats de Fayol et coll. (1987) qui avaient observé une augmentation du rendement des élèves lorsque la question était placée au début de l'énoncé, notre hypothèse concernant l'habileté en mathématiques était que la question placée au début de l'énoncé pourrait favoriser les élèves plus faibles en mathématique, puisqu'ils savent, dès le départ, ce qu'ils doivent chercher. Aucun résultat statistiquement significatif n'a été observé. Ainsi, la question placée au début ou à la fin de l'énoncé n'a pas d'incidence sur le rendement des élèves, qu'ils soient forts, moyens ou faibles en mathématiques.

Pour expliquer ce résultat, nous mettons de l'avant une variable qui a été étudiée par De Corte, Verschaffel et De Win (1985) : l'explicitation de l'énoncé. Les énoncés de problème utilisés lors de notre expérimentation étaient courts. De Corte et coll. ont observé que lorsque qu'un énoncé est formulé de manière à ce que les relations sémantiques entre les données sont plus claires, la compréhension du problème et la résolution s'en trouvent facilitées. Aussi, ces résultats pourraient être partiellement

attribuables au fait qu'il n'y avait pas de tri à faire dans les données numériques, car elles étaient toutes nécessaires à la résolution du problème.

4.4 Le rendement en résolution de problème varie-t-il en fonction d'une interaction entre la place de la question et l'habileté en lecture ?

La quatrième question de notre recherche concernait les variables *place de la question* et *niveau d'habileté en lecture*. Notre hypothèse était que les élèves ayant des difficultés en lecture pourraient être favorisés par la formulation d'un énoncé comprenant la question au début pourraient être favorisés par la formulation d'un énoncé comprenant la question au début de l'énoncé. En s'appuyant sur Fayol et coll. (1987), qui avaient observé une différence de rendement en résolution de problème lorsque la question est placée au début, un questionnement a suscité notre intérêt concernant l'habileté en lecture. Est-ce que l'élève faible en lecture serait favorisé par une formulation d'énoncé où l'on retrouve la question au début ? L'analyse de nos résultats n'a pas permis d'établir de lien significatif entre la place de la question et le niveau d'habileté en lecture.

Nous savons que l'habileté en lecture est une variable très importante en résolution de problèmes. Plusieurs auteurs ont étudié le sujet. Entre autres, Ballew et Cunningham (1982) soulignent que l'habileté en lecture est une source importante de difficultés pour les élèves. De plus, Muth (1984) précise que l'habileté en lecture joue un rôle majeur dans la résolution de problèmes arithmétiques. Aussi, Cummins et coll. (1988) ont observé que les erreurs qui reviennent souvent lors de la résolution d'un problème sont souvent liées à l'habileté en lecture de l'élève. Dans un même ordre d'idées, Abedi et Lord (2001) ont observé que l'habileté en lecture avait une influence sur le rendement des élèves. Dans nos analyses préliminaires, l'aide à la lecture était une variable utilisée. Ainsi, nos résultats vont dans le même sens que ces

auteurs puisque lors de notre expérimentation, les problèmes qui ont été lus par l'expérimentateur ont été mieux réussis que les problèmes où les élèves les lisaient eux-mêmes.

En ce qui a trait à notre question, comme Fayol et coll. (1987) le précisaient, lorsque la question est placée en tête d'énoncé, les informations qui doivent être gardées en mémoire s'en trouvent réduites, puisque l'élève cherche uniquement celles lui permettant de résoudre le problème. De cette façon, il laisse tomber les informations superflues, inutiles à la résolution du problème, ce qui, selon nous, aurait pu favoriser les élèves qui ont plus de difficultés en lecture. Par contre, contrairement à nos prévisions, nous n'avons pas obtenu de résultat allant dans ce sens. Pour expliquer cet écart entre les résultats de Fayol et coll. et les nôtres, soulignons le niveau d'habileté en lecture. Les élèves de notre expérimentation étaient à la fin de la première année scolaire, ils sont donc des lecteurs débutants tandis que les élèves de l'expérimentation de Fayol et coll. se situaient de la première année à la quatrième année, donc l'écart entre les élèves faibles en lecture d'un niveau à l'autre n'est pas le même.

4.5 Le rendement en résolution de problème varie-t-il en fonction d'une interaction entre la place de la question et l'aide à la lecture ?

La dernière question de recherche portait sur la place de la question et l'aide à la lecture. Notre hypothèse était que le rendement des élèves pourrait être influencé par la position de la question et l'aide à la lecture. Lors de nos analyses préliminaires l'aide à la lecture a été étudiée seule. Nous avons eu des résultats significatifs, les élèves qui se sont fait lire le problème ont obtenu de meilleurs résultats que lorsqu'ils devaient lire eux même le problème. Par contre, lorsque nous avons mis en

interaction l'aide à la lecture et le niveau de difficulté, l'aide à la lecture n'avait plus d'effet sur le rendement des élèves. Le même phénomène s'est produit avec le résultat de l'analyse de notre cinquième question. Le rendement en résolution de problème n'a pas été influencé par l'interaction entre la place de la question et l'aide à la lecture. L'interaction entre la place de la question et l'aide à la lecture a été étudiée dans le but d'observer si les différences de résultats entre l'étude de Fayol et coll. (1987) qui avaient lu tous les problèmes aux élèves et Arter et Clinton (1974) ainsi que Caron (1992) et Threadgill-Sowder (1983) qui avaient laissé le soin aux élèves de lire les problèmes, étaient dûes au fait que les élèves lisaient ou non l'énoncé. Nous n'avons pas été en mesure d'observer de différence de performance lorsque la place de la question et l'aide à la lecture étaient en interaction. Ce résultat pourrait s'expliquer par le fait que les élèves de notre expérimentation pouvaient revenir sur la copie papier lorsqu'ils le voulaient même lorsqu'ils se faisaient lire le problème, ce qui n'était pas le cas dans l'expérimentation de Fayol et coll. Ainsi, les résultats différents de Fayol et coll. seraient peut-être reliés au fait qu'ils soient les seuls, dans les études recensées, à avoir adopté une méthodologie permettant d'interpréter l'effet de la place de la question sans que les élèves aient la possibilité de relire les problèmes.

4.6 Les implications pédagogiques

La résolution de problème fait partie intégrante de notre système d'éducation. Elle est une des trois compétences disciplinaires que l'on retrouve en mathématique. Il semble donc important que les enseignants soient bien informés concernant les variables qui peuvent influencer le rendement des élèves en résolution de problème, tant du côté de l'élève que du problème lui-même. Dans la recension des écrits, notre recherche met de l'avant les variables en lien avec l'élève et en lien avec l'énoncé mathématique. Ainsi, les enseignants pourront utiliser ces différentes variables dans

leur pratique pédagogique dans le but de favoriser le développement de la compétence à résoudre des problèmes. Parmi ces variables reconnues comme influençant le rendement il y a le thème du problème, les mots inducteurs, les énoncés explicites, l'ordre des informations. La variable *place de la question* dans la recension des écrits présentait des résultats divergents, c'est pour cette raison que cette variable a été au cœur de notre étude.

4.7 Les prolongements pour la recherche

Dans cette étude, nous nous sommes intéressée aux variables qui influencent le rendement des élèves de première année, en résolution de problèmes écrits d'arithmétique. En particulier, la variable *place de la question* a été l'enjeu principal de notre questionnement. Les résultats que nous avons obtenus correspondent bien aux autres études portant sur l'effet de la place de la question au sein de l'énoncé de problème. Notre recherche permet, en étudiant l'interaction entre les variables *niveau de difficultés*, *habileté en mathématique* et *habileté en lecture*, d'apporter un regard nouveau et plus nuancé sur la question touchant l'effet de la place de la question sur le rendement des élèves de première année, lors de la résolution d'un problème. L'originalité de notre recherche vient du fait que nous avons étudié l'interaction entre différentes variables pouvant influencer le rendement des élèves. Ainsi, l'interaction entre la place de la question et le niveau d'habileté en mathématique et l'interaction entre la place de la question et le niveau d'habileté en lecture, n'avaient, à notre connaissance, jamais été étudiées.

Notre expérience a été construite, en grande partie, en nous appuyant sur l'expérimentation de Fayol et coll. (1987). Une différence importante est l'âge des sujets. Aussi, une autre différence observable entre les deux expériences est que les participants à l'étude de Fayol et coll. n'avaient pas de copie du problème sous les

yeux, contrairement aux participants de notre étude. Nous croyons que les différences de résultats entre les deux études pourraient s'expliquer par cette procédure. Ainsi, les élèves qui n'avaient pas de copie papier du problème devaient garder en mémoire les informations nécessaires à la résolution du problème. Ainsi, lorsque la question était placée à la fin, les participants devaient nécessairement retenir toutes les informations lorsqu'ils entendaient l'énoncé, puisqu'ils entendaient la question à la fin. Dans notre expérimentation, les élèves avaient toujours la possibilité de revenir sur le texte lorsqu'ils le voulaient. Il serait donc intéressant pour d'éventuelles recherches de reproduire l'expérience de Fayol et coll. exactement avec la même procédure de leur expérimentation mais uniquement avec le groupe d'âge de notre recherche c'est-à-dire 6 et 7 ans.

4.8 Les limites de l'étude

Pour l'étude, un choix méthodologique a dû être fait, ce qui implique nécessairement des limites. D'abord, la taille de l'échantillon constitue une limite. Puisque plusieurs variables sont considérées : l'habileté en lecture, l'habileté en mathématique, la place de la question et le niveau de difficulté des problèmes ; le nombre d'élèves dans chacune des catégories formées par le croisement des différentes variables était parfois petit, malgré le fait que nous ayons travaillé avec 114 participants. De plus, le petit nombre d'items pour mesurer l'effet des variables étudiées comporte une limite : 4 problèmes lus versus 4 problèmes non lus ; 4 problèmes faciles versus 4 problèmes difficiles ; 4 problèmes ayant la question au début et 4 problèmes ayant la question à la fin. Aussi, lorsqu'il y avait interaction entre les variables seulement deux problèmes par catégorie étaient utilisés. Ensuite, nous avons choisi de travailler avec des élèves de première année qui, *a priori*, en sont à leur début en lecture, ce qui nous amène à la prudence dans la généralisation de nos résultats à l'ensemble des élèves de niveau primaire. Une autre limite se trouve dans l'interprétation des résultats. Le fait

que les élèves avaient sous les yeux la copie des problèmes et pouvaient les relire pose une limite quant à l'effet de la place de la question. Enfin, la nature et la structure des problèmes retenus ont pu limiter l'émergence des effets anticipés.

CONCLUSION

La présente recherche avait pour principal but de vérifier l'effet de différentes formulations d'énoncés de problèmes d'arithmétiques sur le rendement d'élèves de première année. Nous avons mis en relation la variable place de la question avec le niveau de difficulté des problèmes, le niveau d'habileté en mathématique, le niveau d'habileté en lecture et l'aide à la lecture.

Cinq principales questions ont donc été formulées à l'aide d'un croisement entre ces différentes variables. Pour répondre à ces questions, une méthodologie essentiellement quantitative a été élaborée. Nous avons travaillé avec un échantillon de 114 élèves de première année. Les participants devaient résoudre huit problèmes d'arithmétique sur un questionnaire. Chacun des problèmes a été formulé en fonction de deux principales variables : la place de la question et le niveau de difficulté des problèmes. Aussi, quatre problèmes étaient lus par l'expérimentateur, et les quatre autres étaient lus par l'élève lui-même. Nous avons tenté de contrôler au mieux différentes variables reconnues pour influencer le rendement des élèves. Parmi celles-ci, il y a la taille des nombres utilisés dans les problèmes, la longueur de l'énoncé et les mots inducteurs. Aussi, pour chaque énoncé, le thème général fait référence à un contexte réaliste, près du quotidien de l'élève. Nos données en lien avec la formulation de l'énoncé de problème ont donc été recueillies à l'aide de ce questionnaire. Des données concernant les variables en lien avec les participants ont été recueillies par l'intermédiaire de leur enseignant, c'est le cas de l'habileté en mathématique et de l'habileté en lecture.

À partir des données recueillies, nous avons effectué des analyses de variance à mesures répétées, afin d'étudier l'effet de la place de la question dans l'énoncé sur le rendement des élèves de première année. Nous avons aussi observé l'effet de la place de la question sur le rendement des élèves, lorsque le niveau de difficulté des problèmes varie et, aussi, lorsque les niveaux d'habileté en mathématique ainsi qu'en

lecture varient. Enfin, nous avons observé l'effet de la place de la question et l'aide à la lecture sur le rendement des élèves.

Les résultats obtenus aux analyses de variance à mesures répétées ne permettent pas de confirmer que la place de la question peut avoir un effet sur le rendement des élèves de première année. À la suite des résultats obtenus par plusieurs auteurs concernant la place de la question et le rendement, nos résultats ne sont pas surprenants.

L'originalité de notre projet se traduit par la mise en relation de la place de la question avec le niveau d'habileté en mathématique, le niveau d'habileté en lecture, l'aide à la lecture et le rendement des élèves. L'analyse des résultats n'a pas permis d'observer de variation au niveau du rendement des élèves en fonction d'une interaction entre la place de la question et le niveau de difficulté des problèmes, ni avec l'aide à la lecture ni avec l'habileté en mathématique pas plus qu'avec l'habileté en lecture

Dans nos analyses préliminaires, nous avons observé que les problèmes difficiles, c'est-à-dire lorsque l'état initial est recherché, sont moins bien réussis que les problèmes faciles, c'est-à-dire lorsque l'état final est recherché. Ces résultats confirment ce que Riley et coll. (1983) et Vergnaud (1982) précisaient : la recherche de l'état initial est une tâche plus difficile que la recherche de l'état final. Nous avons aussi observé, comme d'autres auteurs (Muth, 1984 ; Ballew et Cunningham, 1982), que l'habileté en mathématique joue un grand rôle sur le rendement en résolution de problème.

Notre recherche ouvre la porte à de nouvelles recherches, une première piste serait de vérifier si des résultats semblables auraient été obtenus si les problèmes proposés aux élèves avaient été des problèmes de géométrie à la place des problèmes

d'arithmétique. Une deuxième piste serait de présenter les mêmes problèmes utilisés lors de notre expérimentation à des élèves de première année, sans leur donner de copie papier de l'énoncé, et observer l'effet de la position de la question sur leur rendement. Enfin, notre étude aura permis, une fois de plus, de montrer que la place de la question au sein de l'énoncé ne semble pas influencer le rendement des élèves, que la question soit au début ou à la fin.

Références

- Abedi, J. et Lord, C. (2001). The Language Factor in Mathematics Tests. *Applied Measurement in Education*, 14(3), 219-234.
- Arter, J. A, Clinton, L. (1974). Time and error consequences of irrelevant data and question placement in arithmetic word problems II : Fourth graders. *The journal of education research*, 68 (1), 28-31.
- Baffrey-Dumont, V. (1996). Résolution de problèmes arithmétiques par des enfants de huit ans. *Revue des sciences de l'éducation*, 22(2), 321-343.
- Ballew, H. et Cunningham, J. W. (1982). Diagnosing Strengths and Weaknesses of Sixth-Grade Students in Solving Word Problems. *Journal for Research in Mathematics Education*, 13(3), 202-210.
- Bastien, C. (1987). *Équivalences et décalages*. Dans Schèmes et stratégies dans l'activité cognitive de l'enfant, chapitre 1, 9-31. Paris : PUF.
- Blohn, P. Et Wiebe, J. (1980). *Effect of representation and organizational features of text on success in mathematical problem solving*. Rapport de recherche. Sans publication. 20 p.
- Brownell et Stretch (1931). *The effect of unfamiliar setting on problem-solving*. Duke Univ. Press, Durham N.C.
- Caldwell, J. H., et Goldin, G. A. (1979). Variables Affecting Word Problem Difficulty in Elementary School Mathematics. *Journal for Research in Mathematics Education*, 10(5), 323-336.
- Carpenter, P. T., Corbitt, M. K., Kepner, H. S., Lindquist, M. M. et Reys, R. E. (1980). Solving Verbal Problems: Results and Implications from National Assessment. *The arithmetic teacher*, 28(1), 8-12.
- Caron, C. (1992). *Effets de différentes formulations sur la résolution de problèmes mathématiques écrits chez les élèves de deuxième secondaire*. Mémoire de maîtrise inédit, Université du Québec à Rimouski.

- Cummins, D. D., Kintsch, W., Reusser, K. et Weimer, R. (1988). The role of understanding in solving word problems. *Cognitive Psychology*, 20(4), 405-438.
- De Corte, E., Verschaffel, L. et De Win, L. (1985). Influence of rewording verbal problems on children's problem representations and solutions. *Journal of educational psychology*, 77(4), 460-470.
- Devidal, M., Fayol, M et Barouillet P. (1997). Stratégies de lecture et résolution de problèmes arithmétiques. *L'année psychologique*, 97, 9-31.
- Fayol, M., Abdi, H. et Gombert, J-E. (1987). Arithmetic problems formulation and working memory load. *Cognition and instruction*, 4(3), 187-202.
- Garofalo, J., et Lester, F.K. (1985). Metacognition, cognitive monitoring, and mathematical performance. *Journal for Research in Mathematics Education*, 16, 163-176.
- Giasson, J. (2003). La lecture : de la théorie à la pratique. 2^e éd. Boucherville : Gaëtan Morin Editeur.
- Giasson, J. (1990). *La compréhension en lecture*. Boucherville : Gaëtan Morin Éditeur.
- Gough, P. et Juel, C. (1989). Les premières étapes de la reconnaissance des mots, dans L. Rieben & C. Perfetti (Dir.), *L'Apprenti lecteur*, Neuchâtel, Delachaux et Niestlé.
- Hayes, J. R. (1981). *The complete problem solver*. Philadelphia : Franklin Institute Press.
- Hegarty, M. Mayer, R.E., et Monk, A. (1995). Comprehension of arithmetic word problems : a comparison of successful and unsuccessful problem solvers. *Journal of Educational Psychology*, 87(1), 18-32.
- Jeffries, R., Polson, P.G., Razran, L. et Atwood, M.F. (1977). A process model for missionaries-cannibals and other river-crossing problems. *Cognitive psychology*, 9, 412-440.
- Justice, L.M. (2005). Alphabétisation et impacts sur le développement des jeunes enfants : commentaires sur Tomblin et Sénéchal. Dans : Tremblay R.E., Barr R.G, Peters R.DeV., Dir. *Encyclopédie sur le développement des jeunes*

- enfants* (sur Internet). Montréal, Québec : Centre d'excellence pour le développement des jeunes enfants. Disponible sur le site : <http://www.excellence-jeunesenfants.ca/documents/JusticeFRxp.pdf>. Page consulté le 27 septembre 2007.
- Knifong, J. D. et Holtan, B. (1976). An analysis of children's written solutions to word problems. *Journal for Research in Mathematics Education*, 7, 106-112.
- Lacasse, C., Choquette, F. (2001). *Allegro : mathématique, 1^{er} cycle du primaire*. Anjou, Québec : Éditions CEC.
- Leger, L., Sander, E., Richard, J-F., Brissiaud, R., Legros, D. et Tijus, C. (2002) Propriétés des objets et résolution de problèmes mathématiques. *Revue française de pédagogie*, 139, 97-105.
- Ministère de l'éducation (2003). *Programme de formation de l'école québécoise*.
- Moreau, S. et Coquin-Viennot, D. (2003). Comprehension of arithmetic word problems by fifth-grade pupils: Representations and selection of information. *British Journal of Educational Psychology*, 73(1), 109-121.
- Murray, H. et Olivier, A. (1989). A Model of Understanding Two-Digit Numeration and Computation. Dans G. Vergnaud, J. Rogalski & M. Artique (Dir.), *Proceedings of the Annual Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education (13th, Paris, France, July 9-13, 1989)*, Volume 3 (pp. 3-10). Paris, France.
- Muth, K. D. (1984). Solving arithmetic word problems: role of reading and computational skills. *Journal of Educational Psychology*, 76(2), 205-210.
- Muth, K. D. (1986). Solving word problems : middle school students and extraneous information. *School science and mathematics*, 86(2), 108-111.
- Poirier, L. (2001). *Enseigner les maths au primaire : notes didactiques*. Québec : Éditions du renouveau pédagogique.
- Poirier-Proulx, L. (1999). *La résolution de problèmes en enseignement : cadre référentiel et outils de formation*. Paris : De Boeck.
- Poissant, H., Poëllhuber, B., Falardeau, M. (1994). Résolution de problème, autorégulation et apprentissage. *Revue canadienne de l'éducation*, 19(1), 30-44.
- Polya, G. (1965) *Comment poser et résoudre un problème* : Paris : Dunod.

- Radford, L. (1996). La résolution de problèmes : comprendre puis résoudre. *Bulletin AMQ*, 36(3), 19-30.
- Riley, M.S., Greeno, J.G. et Heller, J.I. (1983). Development of children's problem-solving ability in arithmetic. Dans Ginsbutg, H.P. (Dir.). *The development of mathematical thinking* (p.153-196). New York : Academic Press.
- Sovic, N., Frostrad, P. et Heggberget, M. (1999). The relation between reading comprehension and tas-specific strategies used in arithmetical word problems. *Scandinavian journal of educational research*, 43(4), 371-399.
- Threadgill-Sowder, Judith (1983). *Question placement in mathematical word problems*. School science and mathematics, vol. 83, no 2, 107-111.
- Vergnaud, G. (1982). A classification of cognitive tasks and operations of thought involved in addition and subtraction problems. Dans P. T. Carpenter, J. M. Moser & T. A. Romberg (Dir.), *Addition and subtraction: A cognitive perspective* (pp. 39-59). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates Inc.
- Voyer, D. (2006). *L'influence de facteurs liés à l'élève ou à l'énoncé sur la compréhension en résolution de problèmes écrits d'arithmétique*. Thèse de doctorat inédite, Université Laval, Québec.
- Weisser, M (1995). *Le rôle de l'implicite dans l'apprentissage. Thèse de doctorat en sciences de l'éducation*. Université de Strasbourg II et Université de Padoue.
- Weisser, M. (1999). Les problèmes d'arithmétique : traits de surface, modes de résolution et taux de réussite. *Revue des sciences de l'éducation*, 25(2), 375-399.

ANNEXE A

Lettre de consentement des parents

Département des sciences de l'éducation

Le 13 mars 2006

Étude sur la Résolution de problèmes:
FORMULAIRE DE CONSENTEMENT

Madame, Monsieur,

Dans le cadre d'une étude portant sur la résolution de problèmes mathématiques, nous sollicitons votre permission afin que votre enfant puisse participer à la recherche.

La recherche a pour but d'étudier l'effet de la formulation de l'énoncé écrit d'un problème mathématique sur la performance en résolution de problèmes des élèves de 1^{re} année du primaire. Pour les besoins de l'étude, votre enfant aura à résoudre 6 problèmes d'arithmétique dans sa classe, pour une durée maximale de travail estimée à 40 minutes. Nous avons, par ailleurs, tout organisé soigneusement pour que votre enfant trouve l'expérience amusante et enrichissante.

La recherche fera l'objet de publications scientifiques, sans qu'aucun des participants ne puisse être identifié. Les données seront conservées de façon confidentielle pendant 12 mois et en aucun cas les résultats individuels des participants ne seront communiqués. Soyez assurés que nous allons en tout temps agir d'abord en fonction des intérêts de votre enfant: c'est toujours là notre préoccupation première, celle qui nous est dictée par nos missions d'éducateurs.

Toute question concernant le projet pourra être adressée au chercheur.

Merci à l'avance de votre précieuse collaboration.

Geneviève Morin
Étudiante à la maîtrise en éducation
genmorin@globetrotter.net



Dominic Voyer
Directeur de recherche
Université du Québec à
Rimouski
Département des sciences de
l'éducation

ANNEXE B

Les énoncés des problèmes utilisés

Problème 1 : Problème facile, question à la fin, aide à la lecture

En arrivant à l'école, Paul avait 6 billes. À la récréation, il a gagné 6 billes. Avant de revenir chez lui, il en a gagné 5 autres. Combien de billes Paul a-t-il maintenant ?

Problème 2 : Problème facile, question au début, aide à la lecture

Combien de poissons David a-t-il à la fin de la journée ? Le matin, il avait 4 poissons. Dans l'après-midi, il a pêché 5 poissons. Le soir, il en a pêché 6 autres.

Problème 3 : Problème difficile, question à la fin, aide à la lecture

Aline a ajouté 4 feuilles dans son cartable. Ensuite, elle en a ajouté 3 autres. Aline a maintenant 9 feuilles dans son cartable. Combien de feuilles Aline avait-elle dans son cartable au début ?

Problème 4 : Problème difficile, question au début, aide à la lecture

Combien d'effaces Philippe avait avant d'en recevoir en cadeau ? La mère de Philippe lui a donné 5 effaces. Ensuite, son frère lui en a donné 2 autres. Philippe a maintenant 8 effaces.

Problème 5 : Problème facile, question à la fin, sans aide à la lecture

En arrivant à l'école, Marie avait 7 billes. À la première récréation, elle a gagné 5 billes. À la deuxième récréation, elle en a gagné 6 autres. Combien de billes Marie a-t-elle maintenant ?

Problème 6 : Problème facile, question au début, sans aide à la lecture

Combien de poissons Annie a-t-elle pêchés ? En avant-midi, elle avait 7 poissons. Dans l'après-midi, elle a pêché 5 poissons. En fin d'après-midi, elle en a pêché 3 autres.

Problème 7 : Problème difficile, question à la fin, sans aide à la lecture

Julie a mis 2 feuilles dans son sac. Ensuite, elle en a ajouté 4 autres. Julie a maintenant 7 feuilles dans son sac. Combien de feuilles Julie avait-elle dans son sac au début ?

Problème 8 : Problème difficile, question au début, sans aide à la lecture.

Combien de crayons Valérie avait avant d'en recevoir pour sa fête ? Le père de Valérie lui a donné 4 crayons. Ensuite, sa sœur lui en a donné 3 autres. Valérie a maintenant 9 crayons.

ANNEXE D**Barème de correction des problèmes résolus par les élèves****Barème de correction des problèmes écrits**

Cote 3 : Réponse exacte.

Cote 2 : Démarche pertinente mais incomplète.

L'élève entame une bonne démarche mais n'inscrit pas la bonne réponse.

Cote 1 : Mauvaise réponse.

