UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À RIMOUSKI

MÉTHODES DE RÉSOLUTION DE PROBLÈMES ÉCRITS DE MATHÉMATIQUES PRÉSENTÉES AU PRIMAIRE : PRATIQUES ASSOCIÉES ET EFFETS DE CES MÉTHODES SUR L'ACTIVITÉ MATHÉMATIQUE DES ÉLÈVES.

THÈSE PRÉSENTÉE

COMME EXIGENCE PARTIELLE

DU DOCTORAT EN ÉDUCATION

EXTENSIONNÉ DE

L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

PAR

MARIE-PIER GOULET

JUIN 2018

REMERCIEMENTS

La présentation de cette thèse marque la fin d’un parcours doctoral qui aura certainement été une aventure mémorable. Au terme de ces cinq années passées en tant que doctorante, je considère avoir grandement évolué à titre de chercheuse, mais aussi en tant que personne. Il m’apparait essentiel de souligner le rôle de mon directeur de recherche, monsieur Dominic Voyer, dans ce processus de développement professionnel et personnel. Il va sans dire que sans M. Voyer, je ne serais pas ici aujourd’hui, à écrire cette note de remerciements pour le dépôt de ma thèse. Dominic, merci d’avoir cru en moi, merci de toujours m’avoir soutenue et merci de t’être si bien adapté lors de cette dernière année. Je veux aussi remercier mon co-directeur de recherche, M. Lieven Verschaffel, qui a non seulement accepté de faire partie de notre équipe, mais qui m’a aussi généreusement accueillie au sein de sa propre équipe lors d’un séjour en Belgique. Lieven, je vous suis extrêmement reconnaissante d’avoir partagé votre expérience et votre expertise en tant que chercheur pour amener cette thèse là où elle est aujourd’hui. Merci pour votre temps et pour tous vos précieux conseils.

Je tiens aussi à souligner le travail hors pair réalisé par M. Michel Bélanger, président du jury, qui a porté une attention singulière à l’évaluation de cette thèse. L’ensemble des commentaires émis ont grandement contribué à la solidité du projet. Michel, merci infiniment pour ton engagement.

Un merci particulier à tous les participants, élèves et enseignants, sans qui la réalisation de ce projet de recherche n’aurait pas été possible. Je veux aussi souligner le soutien financier offert par le Conseil de recherches en sciences humaines, le Fonds de recherche du Québec (Société et Culture) et la Fondation de l’Université du Québec à Rimouski. Cette aide financière m’a permis de poursuivre mes études et de m’y engager à temps plein.

Finalement, un merci spécial à ma collègue et amie, Alexandra Auclair, qui était toujours présente, que ce soit pour m’aider à traverser les moments plus difficiles ou pour célébrer les bons coups. Alex, je n’aurais jamais pu espérer avoir une meilleure collègue que toi. Mille mercis pour tout ce que tu as fait pour moi.

Finalement, merci à mes parents et à mon beau pirate pour leur appui constant et leur intérêt tout au long de cette aventure. Vous m’avez clairement aidée à tenir le coup.

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES FIGURES

LISTE DES TABLEAUX

RÉSUMÉ

Ce projet de thèse s'inscrit dans le domaine de la recherche en résolution de problèmes écrits de mathématiques. Il tire son origine de l'hypothèse générale selon laquelle il semble y avoir un écart important entre les modèles de résolution de problèmes proposés par la recherche et la façon dont ces modèles ont été récupérés en méthodes pouvant être présentées aux élèves du primaire. Les chercheurs ayant travaillé à modéliser le processus de résolution de problèmes insistent sur l'importance de s'engager dans une démarche cyclique et itérative en se créant une représentation mentale du problème allant au-delà des informations présentées explicitement, c'est-à-dire en dégageant des informations implicites. Or, les données issues d'une phase exploratoire durant laquelle 10 entrevues ont été réalisées auprès d'enseignants du primaire suggèrent que la pratique semble davantage orientée vers l'application de méthodes séquentielles dans lesquelles le niveau de compréhension soit limité à un niveau de l'ordre du repérage. L'utilisation d'une méthode en particulier, soit la méthode de type « ce que je sais, ce que je cherche » semble être un bon exemple témoignant de l'écart entre la recherche et la pratique. Afin de vérifier l'existence de cet écart, mais aussi dans le but d'étudier les conséquences possibles (de l'hypothèse) d'un écart, notre projet de recherche a été mené selon trois phases subséquentes.

La première phase visant à documenter les pratiques des enseignants du deuxième et du troisième cycle du primaire relativement aux méthodes de résolution de problèmes présentées en classe s'est opérationnalisée par la passation d'un questionnaire en ligne ayant été complété par 143 enseignants. La deuxième phase consistait à analyser les productions de 45 élèves de quatrième année ayant spontanément utilisé une méthode de type « ce que je sais, ce que je cherche » lors de la résolution de quatre problèmes écrits de mathématiques. Cette deuxième phase avait pour objectif d'étudier la cohérence interne de la démarche mise en œuvre par les élèves qui utilisent cette méthode. Finalement, la troisième phase visait à explorer les conséquences possibles liées à l'utilisation de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » chez les élèves (N=278). Notre étude s'est intéressée à trois variables en particulier : le niveau de compréhension des élèves, leurs (fausses) croyances par rapport à la résolution de problèmes écrits de mathématiques et leur appréciation de cette activité.

Les données obtenues soutiennent le constat de l'existence d'un écart entre la recherche et la pratique, créé par des pratiques privilégiant une utilisation séquentielle et inflexible de méthodes de résolution de problèmes. Les résultats suggèrent aussi une utilisation superficielle de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » par les élèves, étant axée sur le repérage d'informations explicites. De plus, si l'utilisation de cette méthode ne semble ni améliorer, ni nuire à la compréhension des élèves, elle semble influencer négativement le développement de fausses croyances, en plus d'être grandement dépréciée par les élèves. D'un point de vue plus fondamental, les conclusions de notre étude permettent de conclure que la façon dont l'activité de résolution de problèmes mathématiques est abordée en classe, par l’entremise de méthodes, s’éloigne malheureusement des finalités qui devraient être associées à cette activité.

Mots-clés : Résolution de problèmes écrits de mathématiques, enseignement primaire, pratiques enseignantes, méthode de résolution de problèmes, inférences, compréhension, croyances.

CHAPITRE 1
PROBLÉMATIQUE

1.1 INTRODUCTION

Depuis Pólya, qui dans les années quarante a proposé un premier modèle de résolution de problèmes en quatre étapes itératives (comprendre le problème, concevoir un plan, mettre le plan à exécution et examiner la solution obtenue), tous ceux qui ont à leur tour élaboré des modèles de résolution de problèmes ont fait de la compréhension du problème une étape fondamentale du processus. Dans le domaine de la résolution de problèmes écrits de mathématiques, la compréhension du problème s'accomplit à travers la compréhension du texte dans lequel le problème est présenté, et réside dans l'élaboration d'une représentation mentale par le solutionneur au cours de sa lecture et de la résolution du problème (Leiss, Schukajlow, Blum, Messner et Pekrun, 2010; Voyer, 2006). Bien que cette étape soit définie comme étant essentielle à la résolution du problème, elle semble toutefois être vécue difficilement par les élèves. En effet, depuis plusieurs années, des études menées dans le domaine de la résolution de problèmes écrits de mathématiques mettent en évidence que plusieurs erreurs peuvent être attribuées à des difficultés survenant au niveau de la phase de représentation (Cummins, Kintsch, Reusser et Weimer, 1988; De Corte, Verschaffel et De Win, 1985; Griffin et Jitendra, 2009; Hegarty, Mayer et Monk, 1995; Mayer et Hegarty, 1996; Morin, 2011; Muth, 1984; Thevenot, Barrouillet et Fayol, 2004).

Différents niveaux de représentation sont nécessaires pour accéder à une véritable compréhension. Des auteurs mettent en évidence l'importance d'une représentation non mathématique, c'est-à-dire une représentation davantage qualitative de la situation dans laquelle s'inscrit le problème, qui renvoie à ce que plusieurs appellent un *modèle de situation* (Coquin-Viennot et Moreau, 2007; Kintsch, 1998; Moreau, 2001; Nathan, Kintsch et Young, 1992; Porcheron, 1998; Reusser, 1990; Staub et Reusser, 1995; Verschaffel, Greer et De Corte, 2000; Voyer, 2006). La construction d'un modèle de situation permet au solutionneur de « combler les vides » laissés dans l'énoncé de problème et de se représenter, dans un langage familier et personnel, le contexte autour du problème. Comme l'objectif poursuivi est de résoudre le problème mathématiquement, le solutionneur peut alors faire évoluer cette représentation mentale qui est davantage qualitative vers un niveau de représentation étant plus adapté à la résolution, prenant désormais en compte les données quantitatives. Ce niveau de représentation plus formel orienté vers une perspective mathématique est connu sous le nom de *modèle de problème* (Kintsch et Greeno, 1985). Celui-ci correspond davantage à la compréhension des relations logico-mathématiques entre les données et aux procédures mathématiques à mettre en place afin de traduire l'énoncé du problème en un *modèle mathématique* (Kintsch et Greeno, 1985; Nathan *et al.*, 1992). Le modèle mathématique renvoie donc plus précisément à l'écriture symbolique permettant de résoudre le problème (par exemple, une équation) (Voyer, 2006).[1]

Pour atteindre ces deux niveaux de représentation (modèle de situation et modèle de problème), le solutionneur doit faire des liens entre les différentes informations de l'énoncé, ou encore entre les informations de l'énoncé et ses propres connaissances. En d'autres mots, le solutionneur doit s'engager dans un processus inférentiel : il doit aller au-delà des informations explicites et produire des inférences (Kintsch, 1998; Österholm, 2006; Reusser, 2000; Van Dijk et Kintsch, 1983). C'est dans ce même ordre d'idées que Reusser (2000) affirme que « la compréhension et la résolution de problèmes écrits de mathématiques sont reconnus pour être des processus complexes et hautement inférentiel, même pour les problèmes simples » (Traduction libre, p. 5).

En contexte de lecture, une inférence est produite lorsqu'une information qui n'était pas présentée explicitement dans le texte est activée (St. George, Mannes et Hoffman, 1997), soit en faisant des liens entre les informations présentées, soit en mobilisant ses

[1] Les concepts de modèle de situation, modèle de problème et modèle mathématique seront expliqués plus en profondeur dans le chapitre 2 portant sur le cadre de référence de la recherche.

connaissances antérieures sur le sujet (Cain et Oakhill, 1999; Giasson, 2007). Les inférences correspondent donc aux informations ou aux connaissances qui ne sont pas écrites textuellement, mais qui sont construites mentalement par le lecteur (McKoon et Ratcliff, 1992; Tennent, Stainthorp et Stuart, 2008). Elles servent alors à assurer la cohérence et la complétude de la représentation mentale, à la fois localement, entre les différentes unités textuelles (propositions, phrases, paragraphes) et aussi globalement (Martins et Le Bouédec, 1998). En l'absence d'inférences, la compréhension d'un texte se limiterait à « l'élaboration d'îlots de signification juxtaposés » (Observatoire national de la lecture, 2005). C'est dans ce sens que Davoudi (2005) affirme que la profondeur, l'étendue et la richesse de la compréhension d'un texte, qui se traduit par la représentation mentale que le lecteur se construit de celui-ci, sont attribuables à la quantité et la qualité des inférences générées par le lecteur. Il ajoute que l'habileté à générer des inférences représente la pierre angulaire de la compétence en lecture : tout texte, quel que soit son niveau de complexité, exige des inférences pour permettre au lecteur d'accéder à une véritable compréhension. Les propos de Yuill et Oakhill (1988) sont cohérents avec ceux de Davoudi (2005), alors que ces auteurs soutiennent que même les textes simples nécessitent la production d'inférences pour être bien compris. Il s'agirait donc d'un incontournable pour assurer la compréhension, et ce, quel que soit le texte à lire.

Si la production d'inférences joue un rôle de premier ordre dans l'élaboration des modèles de situation et modèles de problème, témoignant du niveau de compréhension des énoncés de problèmes à résoudre, il ne s'agit pas d'un processus vécu sans difficulté par les élèves (Houdement, 2003; Laflamme, 2009; Makdissi, 2004). Selon le Ministère de la Jeunesse, de l'Éducation nationale et de la Recherche (2003), plusieurs erreurs réalisées lors de la résolution de problèmes écrits de mathématiques peuvent être clairement associées à « des difficultés à opérer les inférences indispensables » (p. 15). Ces propos permettent de préciser quelles sont les difficultés liées à la compréhension des problèmes pouvant être rencontrées par les élèves. La question qui se pose maintenant est de savoir si cette difficulté est due à un manque de motivation de la part des élèves, c'est-à-dire qu'ils ne cherchent pas à faire des liens entre les informations explicites et leurs propres connaissances parce qu'ils n'en voient pas l'intérêt, ou à un manque d'ordre cognitif, c'est-à-dire qu'ils ne savent pas comment faire pour se représenter la situation en comblant les vides laissés dans les énoncés de problèmes. Selon Reusser (2000), le comportement d'élèves témoignant d'une absence de compréhension ou d'une non considération de la situation décrite dans l'énoncé de problème, par exemple, fournir une réponse numérique à un problème insensé[2], pourrait être dû à la culture éducative dans laquelle le problème est présenté plutôt qu'à un déficit cognitif. En effet, il soutient que l'explication d'un tel comportement devrait être recherchée du côté du « réseau des conventions et des pratiques quotidiennes de la classe de mathématiques » (Traduction libre, Reusser, 2000, p. 8). Selon lui, les écrits scientifiques rapportent suffisamment de données convaincantes issues d'un large éventail de recherches portant sur l'apprentissage et l'enseignement des mathématiques pour affirmer que la plupart des échecs observés dans l'apprentissage des mathématiques ne sont pas uniquement attribuables à des facteurs génétiques, mais peuvent aussi être expliqués par l'environnement d'enseignement-apprentissage, c'est-à-dire par l'expérience scolaire des élèves. Selon cette perspective, une part des difficultés des élèves à bien comprendre les problèmes proposés, en faisant tous les liens nécessaires pour se construire une représentation mentale complète et adéquate, pourrait être expliquée par la façon dont l'activité de résolution de problèmes est abordée en classe. Conséquemment, il y a lieu de se demander comment l'activité de résolution de problèmes est travaillée auprès des élèves? Pour répondre à cette question, nous présenterons d'abord les finalités

[2] L'étude de Reusser (1988) a montré que 75 % des élèves de première et deuxième année ont proposé une réponse numérique au problème: « Dans un bateau, il y a 26 moutons et 10 chèvres. Quel est l'âge du capitaine? » (Baruk, 1985)

associées à cette activité « en théorie », c'est-à-dire le rôle de la résolution de problèmes mathématique selon les différents écrits sur le sujet, pour ensuite s'intéresser à la façon dont ces finalités sont poursuivies « en pratique », c'est-à-dire le rôle de la résolution de problèmes mathématiques selon les pratiques des enseignants.

1.2 LES FINALITÉS DE L'ENSEIGNEMENT DE LA RÉSOLUTION DE PROBLÈMES EN MATHÉMATIQUES AU PRIMAIRE

Au début des années quatre-vingt, un nouveau programme visant à rendre plus homogène le contenu et l'organisation de la formation mathématique de la population québécoise est élaboré. Ce programme de 1980 destiné à l'enseignement primaire soutient un nouvel objectif : un rôle culturel formateur lié aux mathématiques, se traduisant par la mise en évidence du lien existant entre les mathématiques et la réalité. Dans cette optique, le Ministère de l'Éducation du Québec (MEQ) a élaboré en 1988 un document pédagogique appelé Fascicule K, dans lequel la résolution de problèmes est mise au premier plan.

1.2.1 Une double finalité en « théorie »

La publication du Fascicule K annonce désormais une double finalité associée à l'activité de résolution de problèmes mathématiques : elle apparaît autant comme objet d'étude que comme approche pédagogique (Dionne et Voyer, 2009). Autrement dit, on y décrit cette activité non seulement comme un objet d'apprentissage en soi, mais aussi comme une façon de construire de nouvelles connaissances mathématiques. Depuis, une place centrale est accordée à l'activité de résolution de problèmes dans l'enseignement des mathématiques : « c'est par elle et pour elle que se développent les concepts et les processus mathématiques de même que le langage mathématique » (MEQ, 2000, p. 142). Ces propos soutenus par le MEQ confirment la double finalité désormais attribuée à la résolution de problèmes. L'importance de ces deux finalités est réitérée explicitement par le Ministère de l'éducation, du loisir et du sport (MELS) dans la version actuelle du Programme de formation de l'école québécoise (2006), qui soutient que :

> En tant que processus, la résolution de situations-problèmes constitue un objet d'apprentissage en soi. En tant que modalité pédagogique, elle supporte la grande majorité des démarches d'apprentissage en mathématique. Elle revêt une importance toute particulière du fait que l'activité cognitive sollicitée par la mathématique en est une de raisonnement logique appliqué à des situations-problèmes (p. 124).

De son côté, le Ministère de l'éducation de l'Ontario (2006) soutient qu'un climat d'enseignement efficace devrait poursuivre simultanément l'enseignement *par* et *pour* la résolution de problèmes. Si la terminologie employée pour décrire les deux finalités associées à la résolution de problèmes est différente, le sens, lui, ne diffère pas. L'enseignement par la résolution de problèmes, pouvant être associé à la finalité approche pédagogique, est décrit comme l'exploration, le développement et la compréhension d'un concept mathématique, alors que l'enseignement pour la résolution de problèmes, pouvant être associé à la finalité objet d'étude, vise à guider les élèves dans le processus de résolution de problèmes et dans l'apprentissage de stratégies.

Ces deux finalités associées à l'activité de résolution de problèmes en mathématiques ne se retrouvent pas uniquement dans les curriculums canadiens. Une analyse des documents officiels de pays et régions francophones (Québec, France, Suisse romande et Communauté française de Belgique) effectuée par Fagnant et Vlassis (2010) a amené les auteurs à conclure que :

> Ces programmes s'inscrivent essentiellement dans une perspective socio-constructiviste où la résolution de problèmes est envisagée comme une modalité pédagogique (1^{e} finalité), tout en attribuant également une place aux processus même de résolution de problèmes (2^{e} finalité) (p. 50).

Des liens très étroits peuvent être établis entre ces deux finalités décrites par Fagnant et Vlassis (2010) et celles décrites par Dionne et Voyer (2009). La finalité modalité pédagogique renvoie à la finalité approche pédagogique, qui fait référence à un outil de développement de connaissances, tandis que la finalité processus même de résolution de problèmes correspond à la finalité objet d'étude, qui fait référence au développement de stratégies et d'habiletés propres à l'activité de résolution de problèmes. L'habileté à sonder la pertinence des données, à faire des liens ou à évaluer sa réponse en fonction du problème, ainsi que les stratégies d'inférence, d'autorégulation ou d'évaluation de sa compréhension sont des exemples d'habiletés et de stratégies à développer auprès des élèves (Goulet et Voyer, 2014; MELS, 2006; Verschaffel, De Corte, Lasure, Van Vaerenbergh, Bogaerts et Ratinckx, 1999).

Du côté des États-Unis, la période connue sous l'appellation anglophone *The time of problem solving* a été marquée, comme son nom l'indique, par un virage vers la résolution de problèmes dans l'enseignement des mathématiques. Le National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) joua un rôle déterminant durant cette période, notamment par la publication de son premier rapport *An agenda for action: recommandations for school mathematics of the 1980s*, dans lequel il recommande de placer la résolution de problèmes au cœur de l'enseignement des mathématiques. En 1989, la publication d'un second rapport écrit par le NCTM intitulé *Curriculum and evaluation standards for school mathematics*, est à l'origine de ce qui est appelé *The math wars,* opposant les réformistes aux traditionalistes (Schoenfeld, 2004). Par la publication des standards qui apparaissent dans ce rapport, le NCTM propose des changements radicaux concernant les approches à privilégier pour l'enseignement des mathématiques. Il valorise désormais le développement de la compréhension des concepts mathématiques en plaçant les élèves en situation de résolution de problèmes où ils pourront eux-mêmes construire leurs apprentissages. Cette nouvelle vision proposée par le NCTM veut que les mathématiques soient développées par la résolution de problèmes. La résolution de problèmes est alors perçue comme une modalité pédagogique (Fagnant et Vlassis, 2010) ou comme une approche pédagogique (Dionne et Voyer, 2009).

Cette vision réformiste initiée par le NCTM ne fait pas l'unanimité. Dans son chapitre *Who are the math wars players and on which side are they?*, Latterell (2005) présente aussi le camp opposé au NCTM, c'est-à-dire ceux qui défendent plutôt l'idée que chaque nouveau concept à l'étude devrait d'abord être expliqué par l'enseignant, pratiqué par les élèves, puis finalement appliqué en situation de résolution de problèmes. Selon cette vision plus traditionnelle, l'enseignement offert devrait favoriser le développement d'habiletés de base avant que les élèves ne soient engagés dans la résolution de problèmes plus complexes (Latterell, 2005; Schoenfeld, 2004). Cette vision de l'enseignement de la résolution de problèmes peut être associée à la deuxième finalité précédemment décrite, à savoir l'objet d'étude en soi. Le contenu mathématique ayant été enseigné préalablement à la résolution des problèmes, l'objectif visé est plutôt d'amener les élèves à développer des stratégies, des modèles et des habiletés de résolution de problèmes.

En somme, le virage vers la résolution de problèmes mathématiques entamé il y a maintenant plus de 30 ans, et qui perdure encore à ce jour, a donné lieu à deux finalités pouvant être attribuées à cette activité. Malgré les différentes appellations utilisées dans les écrits scientifiques ou dans les documents ministériels pour définir ces deux finalités, un certain consensus semble exister concernant la nature de celles-ci. Par contre, si une double finalité est associée à l'activité de résolution de problèmes mathématiques en théorie, ce qui est vécu en pratique ne semble pas toujours aller dans ce sens.

1.2.2 La double finalité « en pratique »

Les résultats de l'étude de Fagnant et Burton (2009) rapportent que seulement 10% des enseignants déclarent proposer à leurs élèves des problèmes pour lesquels les notions ou les procédures nécessaires à la résolution n'ont pas encore été enseignées. Ce résultat est compatible avec ceux de plusieurs recherches ayant observé la tendance des enseignants du primaire à consacrer la majorité de leur temps d'enseignement à la résolution de problèmes connus sous le nom de problèmes d'application ou problèmes routiniers, pour lesquels les connaissances et les concepts mathématiques nécessaires à la résolution ont été préalablement enseignés (Carter et Dean, 2006; Murata et Kattubadi, 2012; Seifi, Haghverdi et Azizmohamadi, 2012; Vlassis, Mancuso et Poncelet, 2013). Peu importe la formulation choisie, les auteurs s'entendent généralement pour dire que l'utilisation de ce type de problème place l'élève dans une situation de *reproduction* plutôt que de *production* : l'objectif visé est précisément de réinvestir des connaissances acquises, plutôt que de construire de nouvelles connaissances. Dans le même ordre d'idées, Savard et Polotskaia (2014) ont questionné 12 enseignants québécois du primaire concernant les motifs guidant leurs choix de problèmes et leurs interventions durant l'activité de résolution de problèmes écrits à structures additives. Les auteures ont ensuite analysé les réponses des enseignants de façon à définir les rôles attribués (et les contextes suggérés) à la résolution de problèmes. Elles notent que les enseignants interviewés semblent valoriser le rôle « favoriser la mobilisation de concepts mathématiques déjà appris » (p. 145). À ce propos, Savard et Polotskaia (2014) soutiennent que :

> Le rôle consistant à mobiliser des concepts mathématiques dans la résolution de problèmes est lié à une réutilisation des concepts. Dès lors, la tâche a été perçue principalement comme une occasion d'utiliser des connaissances déjà acquises et non pas comme une occasion d'acquérir de nouvelles connaissances » (p. 145).

Conséquemment, l'utilisation des problèmes dits d'application ou routiniers, utilisés dans le but de réutiliser des concepts enseignés préalablement, ne semble pas permettre l'atteinte de la finalité approche pédagogique (Fagnant et Vlassis, 2010).

Par ailleurs, pour savoir si l'utilisation de ce type de problème contribue à former les élèves à devenir de bons solutionneurs, ce qui renvoie à l'objectif ultime visé par la finalité objet d'étude, il faudrait se poser comme questions : « Quelles sont les stratégies enseignées aux élèves à l'aide de ce type de problème? Quels sont les modèles de résolution de problèmes présentés aux élèves à l'aide de ce type de problème? » Ces questions sont importantes puisque toute stratégie ou tout modèle de résolution de problèmes ne conduit pas nécessairement à former les élèves à devenir de bons solutionneurs, capables « d'analyser une situation, de prendre les bonnes décisions, mais aussi de réfléchir aux relations sous-jacentes et de les rapporter aux solutions » (Organisation de coopération et de développement économique (OCDE), 2004, p. 30). À titre d'exemple, des études récentes rapportent que des stratégies telles que « Repérer les mots-clés qui indiquent l'opération à effectuer », « Identifier les informations importantes » ou « Repérer des indices » figurent parmi les stratégies de résolution de problèmes les plus enseignées par les enseignants du primaire (Bruun, 2013; Fagnant et Burton, 2009; Seifi *et al.*, 2012). Pour leur part, Bednarz, Poirier et Bacon soulignaient déjà en 1992 la tendance des élèves du primaire à s'engager dans un processus de repérage lors de l'activité de résolution de problèmes écrits de mathématiques :

> Les élèves sont à la recherche d'indices ou de mots-clés pour les aider à faire un choix d'opération à effectuer. Ainsi, étant peu occupés à sonder la pertinence des données, à réfléchir à la situation proposée, ces enfants ne voient dans l'activité mathématique que celle qui consiste à trouver une réponse au problème posé (cité dans Laflamme, 2009, p. 63).

Dans le même ordre d'idées, Parmar, Cawley et Frazita (1996) soulignent que le fait d'entraîner les élèves à utiliser la stratégie « Repérer des mots-clés » les encourage à effectuer une analyse en surface du texte. Plusieurs auteurs qualifient d'ailleurs cette stratégie de superficielle, étant donné que son utilisation ne mène pas à une analyse en profondeur des problèmes : les élèves repèrent uniquement des mots-clés, sans comprendre la relation existante entre ces mots-clés et le contexte dans lequel ils s'inscrivent (Rosales, Vicente, Chamoso, Munez et Orrantia, 2012; Van de Walle, 2010; Verschaffel *et al.*, 2000). Ainsi, l'enseignement de cette stratégie ne semble pas être un choix pédagogique favorisant l'atteinte de la finalité objet d'étude.

La question des stratégies enseignées aux élèves ayant été grandement documentée (Bruun, 2013; De Corte et Verschaffel, 1987; Fagnant et Burton, 2009; Muir, Beswick et Williamson, 2008; Seifi *et al.*, 2012; Torbeyns, Verschaffel et Ghesquière, 2005), nous avons plutôt choisi d'étudier la question des modèles de résolution de problèmes mathématiques présentés dans les classes du primaire, à propos de laquelle les connaissances sont encore limitées.

1.3 LE MODÈLE DE PÓLYA DANS L'ENSEIGNEMENT PRIMAIRE

Le modèle de résolution de problèmes le plus couramment enseigné aux élèves dans les classes du primaire pour résoudre des problèmes écrits de mathématiques est le processus en quatre étapes du mathématicien George Pólya, présenté pour la première fois dans l'ouvrage *How to solve it* publié en 1945 : (1) comprendre le problème, (2) concevoir un plan, (3) exécuter le plan et (4) examiner la solution retenue (Ministère de l'éducation de l'Ontario, 2006; Reys, Lindquist, Lambdin, Suydam et Smith, 2012; Wilson, Fernandez et Hadaway, 1993). Voyer (2006) ajoute que si ces quatre étapes ne sont pas littéralement celles enseignées aux élèves, il n'est pas rare que ce qui soit proposé soit quand même inspiré du modèle de Pólya :

> Fondamentalement, ce que l'on retrouve dans les documents actuels ne diffère pas de ce qui a été présenté par Pólya il y a plus de 60 ans. Plusieurs modèles de résolution de problèmes s'inspirent encore aujourd'hui des travaux de Pólya qui a été un véritable précurseur en matière d'enseignement de la résolution de problèmes (p. 8).

Il importe de souligner que lorsqu'il a présenté ces étapes, Pólya a insisté sur le caractère cyclique et itératif de celles-ci, en expliquant que les tentatives faites par le solutionneur pour trouver la solution l'amènent à changer son point de vue, sa façon de voir le problème, et ce, à plusieurs reprises.

> Trying to find the solution, we may repeatedly change our point of view, our way of looking at the problem. We have to shift our position again and again. Our conception of the problem is likely to be rather incomplete when we start the work; our outlook is different when we have made some progress; it is again different when we have almost obtained the solution (Pólya, 1973, p. 5).

Ces changements de position qui surviennent tout au long du processus de résolution du problème expliquent la nécessité d'effectuer plusieurs allers-retours entre les quatre étapes proposées par Pólya. D'ailleurs, les auteurs ayant travaillé à la modélisation du processus de résolution de problèmes défendent eux-aussi cette idée (Fagnant, Demonty et Lejong, 2003; Greer, 1997; Verschaffel *et al*., 2000).

1.3.1 Le rôle et les interprétations erronées du modèle de Pólya dans l'enseignement

À l'origine, l'objectif ultime du modèle de Pólya était d'enseigner aux élèves à penser. En effet, pour Pólya « comment penser » constitue la base même d'un processus authentique de résolution de problèmes qui se veut être un processus de recherche (Wilson *et al*., 1993). Dans le même ordre d'idées, lorsqu'il explique le rôle du modèle de Pólya dans l'enseignement de la résolution de problèmes, le Ministère de l'éducation de l'Ontario (2006) insiste sur le fait que celui-ci devrait être introduit dans les classes en tant que guide, outil de référence, servant à aider les élèves à réfléchir aux problèmes, à penser. Il précise aussi que le modèle doit être utilisé avec souplesse :

> L'enseignant ou l'enseignante devrait modeler diverses façons d'utiliser les étapes du modèle de Pólya. Les élèves comprendront alors qu'il est possible, par exemple, d'élaborer un plan pour résoudre un problème et de s'apercevoir, en exécutant le plan ou à la fin du processus, qu'il faut recommencer et essayer autre chose. Il est très important de se rappeler que le but premier de la résolution de problèmes est davantage de donner un sens aux mathématiques que de maîtriser les étapes d'un processus ou un ensemble de stratégies (p. 44).

Les propos du Ministère de l'éducation de l'Ontario (2006) sont appuyés par Reys *et al*. (2012) qui mentionnent que le modèle en quatre étapes de Pólya fournit seulement un aperçu général de la façon de progresser dans le processus de résolution d'un problème, puisqu'à l'exception des problèmes très simples, il est rarement possible de suivre toutes les étapes telles que présentées par le modèle. Ils ajoutent aussi que pour certains problèmes, toutes les étapes définies par le modèle ne sont pas nécessaires, alors que dans d'autres cas, il est aussi possible que des étapes se vivent de façon simultanée. Par exemple, en tentant de comprendre le problème, un élève pourrait par le fait même s'engager dans la phase de planification sans s'en rendre compte. C'est dans ce sens que Reys, Lindquist, Lambdin, Suydam et Smith (2001) affirment qu'un désir trop marqué de vouloir suivre ces quatre étapes au pied de la lettre peut devenir problématique : « les élèves qui croient pouvoir procéder une étape à la fois dans l'ordre indiqué risquent d'être aussi décontenancés que s'ils n'avaient pas de modèle » (traduction libre, p. 95). Selon Wilson et ses collègues (1993), non seulement une utilisation séquentielle[3] des étapes proposées par Pólya ne supporte pas l'esprit dans lequel elles ont été développées à l'origine, mais en plus, une telle utilisation peut entraîner d'autres conséquences indésirables. Ces auteurs soutiennent qu'une utilisation séquentielle d'un modèle de résolution de problèmes a pour effets de : (1) caractériser la résolution de problèmes comme un processus linéaire, (2) présenter la résolution de problèmes comme une série d'étapes, (3) laisser croire aux élèves que résoudre des problèmes de mathématiques est une procédure à mémoriser et à pratiquer, (4) conduire les élèves à se concentrer principalement sur l'atteinte de la solution. Ils concluent que ces quatre éléments sont loin d'être cohérents avec ce que devrait être une véritable activité de résolution de problèmes : plutôt que d'enseigner aux élèves « comment penser », on leur enseigne plutôt « quoi penser » ou « quoi faire ».

Sachant que les modèles de résolution de problèmes mathématiques devraient être présentés en tant que guide pour aider les élèves à s'engager dans un processus de

---

[3] Au sens de linéaire, en opposition à cyclique et/ou itérative.

recherche, et non en tant qu'étapes à suivre de façon systématique et séquentielle, il y a lieu de s'intéresser plus précisément au passage de la théorie à la pratique. Comment les modèles développés par la recherche sont-ils introduits dans les classes du primaire?

1.3.2 Le passage de la théorie à la pratique

Le passage de la théorie à la pratique nécessite d'apporter une précision concernant le choix du vocabulaire à employer. En effet, de par la fonction qu'on leur accorde en classe, les modèles de résolution de problèmes mathématiques correspondent davantage à des méthodes. Par définition, un modèle est une représentation schématique ou symbolique d'un processus, d'une démarche raisonnée, ayant pour but de représenter une réalité, alors qu'une méthode est une séquence d'étapes agencées pour atteindre un but, pour parvenir à un résultat (Legendre, 2005). À la lumière de ces définitions, il devient clair qu'en contexte scolaire, les différentes étapes définies par les modèles ne sont pas utilisées pour représenter le processus de résolution de problèmes aux élèves : elles servent plutôt d'outils aidant les élèves à résoudre les problèmes proposés (but). Selon cette perspective, puisque nous traiterons maintenant des modèles utilisés dans les classes du primaire, le terme méthode sera désormais employé.

En consultant les manuels et cahiers d'exercices de mathématiques québécois destinés aux élèves du primaire, il est possible de constater que différentes maisons d'éditions, telles que les éditions CEC et ERPI, présentent une méthode commune de résolution de problèmes, reconnue sous le nom de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche ». Sachant que plusieurs modèles de résolution de problèmes actuels s'inspirent encore des travaux de Pólya, la description de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » accessible dans les manuels et cahiers d'exercices nous amène à penser que celle-ci est apparue suite à une adaptation des étapes proposées par Pólya.

La méthode comprend deux grandes étapes : comprendre et résoudre. L'étape de la compréhension est divisée en deux sections, « ce que je sais » et « ce que je cherche », alors que l'étape de la résolution comporte une seule section appelée « ce que je fais ». La figure 1 illustre la méthode telle que présentée dans le cahier d'exercices *Caméléon classe branchée 2e édition* (2014) des éditions CEC, destiné aux élèves de quatrième année du primaire.

Comprendre		***Résoudre***
Ce que je sais	*Ce que je cherche*	*Ce que je fais*
		As-tu vérifié ta démarche?

Réponse complète : ____

Figure 1. Méthode de résolution de problèmes mathématiques issue du cahier d'exercices Caméléon

Très peu d'écrits existent au sujet de cette méthode et de son utilisation. En fait, les seules informations disponibles sont celles fournies par les manuels et cahiers d'exercices de mathématiques. C'est le cas de la collection *Numérik* des éditions ERPI (2011) qui décrit ce qui est attendu pour chacune des sections de la méthode (ce que je sais, ce que je cherche et ce que je fais), tel que retranscrit intégralement dans le tableau 1.

Tableau 1. Présentation de la méthode pour résoudre un problème du cahier de savoirs et d'activités de l'élève de la collection Numérik

Ce que je sais	• Relis le problème. • Repère la question principale du problème. • Sélectionne les informations importantes qui vont te permettre de résoudre le problème.
Ce que je cherche	• Écris ce que tu cherches dans tes mots ou représente-le (dessin, matériel, schéma). • Décris les étapes pour résoudre le problème.
Ce que je fais	• Résous le problème en suivant les étapes (voir *Ce que je cherche*). • Vérifie tes calculs. • Vérifie si tu as bien répondu à la question principale.

À la lecture de ce tableau, il est possible de se demander si le passage de la théorie à la pratique a su respecter l'esprit dans lequel les étapes de Pólya avaient été pensées et développées à l'origine. En effet, la méthode telle que présentée ci-dessus semble décrire un processus davantage séquentiel que cyclique, où les trois étapes doivent être vécues selon un ordre précis. Tel que présenté précédemment, plusieurs auteurs mettent pourtant en évidence les conséquences pouvant être associées à l'utilisation séquentielle d'une méthode.

Par ailleurs, considérant la description de la section « ce que je sais » donnée dans le tableau ci-dessus, la méthode semble aussi accorder une attention particulière à la recherche de données explicites, et inversement, une attention réduite à la génération d'inférences pour dégager les données implicites du problème. La consigne

« **Sélectionne** les informations importantes qui vont te permettre de résoudre le problème » laisse sous-entendre que toutes les informations nécessaires à la résolution du problème peuvent être repérées explicitement dans l'énoncé écrit. Pourtant, les chercheurs ayant travaillé à modéliser le processus de résolution de problèmes insistent sur l'importance de se créer une représentation mentale allant au-delà des informations présentées explicitement afin d'accéder à une véritable compréhension du problème (construction d'un modèle de situation et d'un modèle de problème) (Reusser, 1990; Staub et Reusser, 1995; Verschaffel *et al*., 2000).

Nous sommes conscients que d'une part, ces observations sont anecdotiques, et d'autre part, qu'il puisse y avoir une différence entre la méthode telle que décrite dans les manuels scolaires (qui semble inviter à un processus séquentiel axé sur le repérage) et sa transposition en classe par les enseignants. Les deux observations précédentes permettent toutefois de mettre en évidence que l'on ignore comment la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » est présentée dans les classes. En fait, aucune donnée scientifique n'existe à son sujet, ni sur la façon dont elle est présentée par les enseignants ou utilisée par les élèves, ni sur les effets de son utilisation, et ce, malgré le fait qu'elle se retrouve dans les manuels et les cahiers d'exercices de mathématiques du primaire de la province de Québec. Plus fondamentalement, nous ignorons si la résolution de problèmes mathématiques telle qu'abordée en classe, notamment par l'entremise de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche », se rapproche ou s'éloigne de l'atteinte des finalités visées par cette activité. Conséquemment, nous y voyons là un problème de l'ordre du manque de connaissances.

1.3.3 Problème de recherche

À la lumière de ce qui a été énoncé, nous constatons un important manque de connaissances au sujet des pratiques d'enseignement au primaire relatives aux méthodes de résolution de problèmes présentées aux élèves et plus particulièrement, au sujet des pratiques relatives à la méthode « ce que je sais, ce que je cherche ».

Julo (2002) explique que certaines dérives au regard des pratiques proposées dans les manuels scolaires trouvent leur source dans un courant qu'il appelle l'apprentissage méthodologique. En parlant de ce courant, il affirme que :

> Ce serait par l'enseignement de règles, d'actions générales (des méthodes) que l'on aiderait le mieux ceux qui ont des difficultés en mathématiques. En dehors du fait que rien ne permet d'étayer, ni théoriquement, ni empiriquement, les fondements de cette approche, le risque de faire de la résolution de problèmes pour la résolution de problèmes, indépendamment de toute finalité conceptuelle, est grand (p. 34).

Selon cette perspective, nous posons la question générale de recherche suivante : « L'activité de résolution de problèmes mathématiques, lorsque présentée par l'entremise de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche », permet-elle l'atteinte des finalités associée à cette activité? »

Puisque les connaissances actuelles dans les écrits scientifiques à propos des méthodes de résolution de problèmes mathématiques présentées aux élèves du primaire sont encore limitées, alors que celles en lien avec la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » sont pratiquement inexistantes, nous avons décidé de mener une première phase exploratoire qualitative en réalisant des entrevues auprès d'enseignants du primaire. Ce choix est justifié par notre visée de compréhension d'un objet d'étude relativement complexe et peu documenté au regard des pratiques des enseignants. En effet, la réalisation d'entrevues s'avère être un bon choix pour mieux comprendre quelles sont les méthodes de résolution de problèmes utilisées dans les classes et comment celles-ci sont présentées aux élèves.

1.4 PHASE EXPLORATOIRE : ENTREVUES AUPRÈS D'ENSEIGNANTS

Deux principaux objectifs sont poursuivis par cette phase exploratoire, à savoir :

1) Dégager les différents profils de pratiques relatives aux méthodes de résolution de problèmes écrits de mathématiques présentées aux élèves par les enseignants interviewés;

2) Explorer le degré de cohérence entre les pratiques déclarées des enseignants et ce que propose la recherche au sujet (1) du caractère cyclique et itératif des étapes d'une méthode et (2) de l'importance accordée à l'implicite.

Il est important de souligner que les pratiques déclarées se distinguent de la pratique effective au sens où elles portent sur la pensée des enseignants, sur leurs représentations, sur leurs croyances. En d'autres mots, il s'agit du discours des enseignants relatif à leur pratique, et non à la pratique elle-même (Maubant *et al*., 2005)

1.4.1 La sélection des participants et l'échantillon de l'étude exploratoire

La formation de l'échantillon à l'étude a été guidée par trois questions : le qui, le pourquoi et le comment. Comme le souligne Savoie-Zajc (2007), « le point de départ réside dans le problème et la/les questions de recherche qui clarifie(nt) l'objet d'étude ainsi que les acteurs susceptibles de se retrouver au cœur d'une telle problématique » (p. 103). Dans notre cas, nous cherchons à mieux comprendre les pratiques relatives aux méthodes de résolution de problèmes écrits de mathématiques présentées par les enseignants du deuxième et du troisième cycle du primaire. De ce fait, aucun critère de sélection en lien avec le type de méthode enseignée n'a été établi. Au contraire, nous aspirions à rencontrer des enseignants provenant de milieux différents, avec des expériences différentes, dans le but d'avoir une vision générale des pratiques valorisées au primaire et de savoir si la popularité apparente de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » est réelle. Deux régions géographiques ont été ciblées (Chaudière-Appalaches et Capitale Nationale) pour couvrir un large territoire, tout en respectant un critère de logistique associée aux déplacements. Le seul critère de sélection ayant été défini est le niveau scolaire enseigné (deuxième et troisième cycle du primaire). Ce choix a été fait considérant qu'au premier cycle, le niveau d'habileté en lecture des élèves étant plutôt limité, l'activité de résolution de problèmes écrits l'est aussi.

Une fois ces critères établis, 15 enseignants ont été contactés par courriel : six ont répondu positivement à notre demande, trois l'ont refusée (fin d'année chargée ou changement de niveau), et six l'ont ignorée (aucun retour). Après avoir rencontré les six enseignants ayant accepté de participer, nous avons jugé que la saturation des données n'était pas encore atteinte. L'échantillon à l'étude a donc évolué au cours du processus d'entrevue plutôt que d'être entièrement pré-spécifié. Certains enseignants qui ne répondaient pas aux critères de sélection établis nous ont recommandé d'autres enseignants (par exemple, leur collègue). Lorsque la saturation des données a été atteinte, nous avons mis un terme à l'opération d'échantillonnage. Nous pouvons donc dire que nous avons mis en place un processus d'échantillonnage basé sur la réputation (LeCompte et Preissle, 1993), précisé par des critères théoriques.

Au final, 10 enseignants ont pris part au processus d'entrevue. Plus précisément, l'échantillon à l'étude compte 10 enseignants issus de 10 écoles différentes, dont huit enseignent en quatrième année et deux enseignent à des degrés multiples (4^e-5^e et 4^e-5^e-6^e). Parmi ces 10 enseignants, trois sont des hommes et sept sont des femmes, dont l'expérience varie entre cinq et 29 ans en tant qu'enseignant au primaire. Ces enseignants travaillent pour trois commissions scolaires différentes des régions Chaudières-Appalaches et Capitale-Nationale, et deux écoles primaires privées de la région Capitale-Nationale.

1.4.2 Les outils de collecte de données

Les entrevues semi-dirigées ont été menées en suivant un canevas d'entrevue ayant préalablement été élaboré selon les six étapes proposées par Paillé (1991) :

1) **Premier jet** : l'ensemble des questions en lien avec l'objectif de l'entrevue a été mis par écrit, sans filtre ou organisation quelconque.

2) **Regroupement/catégories/thèmes** : les questions ont ensuite été regroupées en différentes catégories, selon le thème traité.

3) **Structuration des thèmes (organisation logique et naturelle)** : les catégories de questions ont été organisées selon un ordre logique de présentation (« Qu'est-ce qui devrait être abordé en premier ? »).

4) **Approfondissement et organisation interne des thèmes (bonification, interrogations additionnelles)** : chaque catégorie a été étudiée séparément pour voir si des éléments étaient manquants pour faire le tour de chaque thème. Des sous-thèmes ont été ajoutés pour améliorer l'organisation des questions.

5) **Ajout de probes (sous-questions, idées supplémentaires, exemples)** : chaque question a été analysée pour déterminer si l'ajout de probes était nécessaire. Par la suite, un travail de sélection des probes a été fait pour savoir si les probes étaient obligatoires ou facultatives. Les probes obligatoires sont celles utilisées systématiquement pour alimenter la discussion, tandis que les probes facultatives sont uniquement utilisées lorsque les réponses des enseignants sont jugées incomplètes ou imprécises.

6) **Finalisation du canevas** : relecture finale, corrections et mise en page.

Dans la mesure du possible, nous avons formulé des questions ouvertes telles que « comment décririez-vous… pourquoi utilisez-vous…pouvez-vous me donner un exemple de…etc. », visant à permettre aux enseignants de répondre librement, sans qu'aucune réponse ne leur soit suggérée ou imposée. De cette façon, nous assurions aussi une plus grande objectivité des entrevues. Quelques questions de type fermé ont aussi été utilisées, ayant généralement pour choix de réponse « oui » ou « non ». Il faut noter que toutes les questions fermées étaient accompagnées de la question ouverte « pourquoi ? ».

La version finale du canevas d'entrevue est composée de 10 questions (plus les probes obligatoires et facultatives) touchant deux thèmes différents, à savoir :

(1) **Les ressources utilisées** (l'utilisation d'un manuel ou d'un cahier d'exercices pour enseigner les mathématiques et pour enseigner la résolution de problèmes écrits de mathématiques);

(2) **Les pratiques relatives aux méthodes de résolution de problèmes écrits de mathématiques présentées aux élèves** (la description de la pratique privilégiée, les intentions poursuivies en lien avec la pratique privilégiée et les impacts possibles (avantages/inconvénients) chez les élèves).

Cette version a été pré-expérimentée auprès d'une enseignante de quatrième année pour nous assurer de la clarté et de la pertinence des questions formulées. Des changements mineurs ont été apportés au canevas (précision dans la formulation d'une question, ajout d'une probe obligatoire et changement de l'ordre de certaines questions). La version finale du canevas utilisé est présentée en annexe 1.

1.4.3 Le déroulement des entrevues

Les enseignants interviewés ont été rencontrés entre le 15 mai et le 8 juin 2015. Chaque entrevue a été enregistrée afin de permettre la transcription de l'audio en verbatim. La durée moyenne des entrevues réalisées est de 34 minutes, la plus courte ayant duré 25 minutes, et la plus longue, 48 minutes. Avant de débuter l'enregistrement de chaque entrevue, un protocole de présentation a été suivi, à savoir :

1) Remerciements à l'enseignant;
2) Présentation du projet de recherche;
3) Explication du déroulement de l'entrevue;
4) Explication de l'anonymat[4];
5) Questions/commentaires de l'enseignant;
6) Questions factuelles portant sur l'expérience de l'enseignant.

Des stratégies telles que la reformulation ou l'utilisation des probes facultatives ont été mises en œuvre pour tenter d'amener les discussions là où portaient réellement les interrogations initiales. Bien que les entrevues aient été réalisées à partir d'un canevas, chacune a été unique en soi, selon la personnalité et l'expérience de l'enseignant interviewé. Un fil conducteur a tout de même été suivi au cours des 10 entrevues afin de pouvoir dégager des données comparables. Des notes ont aussi été prises au terme de chaque entrevue, que ce soit par rapport à l'ambiance, au non verbal de l'enseignant ou à tout autre élément ayant attiré l'attention de l'étudiante-chercheuse.

1.4.4 La méthode d'analyse des données

Dans un premier temps, les bandes sonores des entrevues ont été retranscrites, puis les verbatim ont été transférés dans le logiciel d'analyse de données qualitatives N-Vivo. Une analyse de contenu a ensuite été amorcée, qui renvoie à une méthode fondée sur la déduction et l'inférence, s'appliquant à des discours de nature diversifiée. Selon Bardin (1977), l'analyse de contenu exige « […] un effort d'interprétation qui se balance entre deux pôles, d'une part, la rigueur de l'objectivité, et, d'autre part, la fécondité de la subjectivité » (cité dans Wanlin, 2007, p. 249). L'analyse effectuée s'est articulée autour de trois phases chronologiques :

[4] À ce moment, l'enseignant(e) était informé(e) que l'entrevue serait filmée, mais que seul l'audio serait utilisé. Le couvercle de la caméra n'a jamais été ouvert, laissant ainsi l'écran noir.

1) **La préanalyse**, qui vise principalement à organiser l'information. Cette première phase inclut notamment le choix des documents à soumettre à l'analyse, la formulation des hypothèses et des objectifs, ainsi que l'élaboration des indicateurs sur lesquels s'appuiera l'interprétation finale.

2) **L'exploitation du matériel**, qui renvoie aux opérations de catégorisation et de codification. Autrement dit, il s'agit d'organiser les données brutes initiales dans des catégories.

3) **Le traitement des résultats, l'inférence et l'interprétation** (Wanlin, 2007).

1.4.5 Résultats et discussion

Pour atteindre les deux objectifs visés par cette phase exploratoire, les données obtenues ont été interprétées selon deux perspectives :

1) Une perspective <u>descriptive</u> visant à faire état des caractéristiques des pratiques déclarées;

2) Une perspective <u>comparative</u> visant à dégager les éléments de cohérence et de divergence entre les pratiques déclarées et ce que propose la recherche.

Concernant notre objectif visant à savoir où se situent les pratiques déclarées des enseignants par rapport aux recommandations de la recherche, rappelons que les deux éléments qui nous intéressent particulièrement sont (1) le respect du processus cyclique et itératif et (2) l'importance accordée à l'implicite dans les méthodes de résolution de problèmes présentées aux élèves. Les sections à venir traiterons respectivement de ces deux éléments.

1.4.5.1 Le caractère cyclique et itératif des étapes des méthodes de résolution de problèmes présentées aux élèves

Parmi les 10 enseignants rencontrés, huit d'entre eux ont déclaré être « tout à fait en accord » ou « plutôt en accord » avec l'affirmation :

> « Vous enseignez à vos élèves à suivre les étapes de votre démarche[5] de façon séquentielle pour être certain de ne rien oublier (C'est-à-dire qu'ils doivent débuter par l'étape 1, qu'ils peuvent passer à l'étape 2 uniquement lorsque l'étape 1 est complétée et ainsi de suite) ».

Ces huit enseignants ont aussi déclaré utiliser la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » ou une adaptation de celle-ci (voir annexe 2 pour un exemple d'adaptation) lors de l'activité de résolution de problèmes écrits de mathématiques. Les deux enseignants n'utilisant pas une méthode de type « ce que je sais, ce que je cherche » ont répondu être « plutôt en désaccord » avec l'affirmation précédente.

Le tableau ci-dessous présente les extraits des verbatim de chacun des enseignants pour justifier leur position par rapport à l'affirmation portant sur une utilisation séquentielle d'une méthode de résolution de problèmes.

[5] Lors des entrevues, nous avons utilisé le mot « démarche » plutôt que « méthode » pour être cohérent avec la terminologie employée dans les cahiers d'exercices et les manuels scolaires, et donc pour nous assurer d'être bien compris auprès des enseignants.

Tableau 2. Justification des enseignants au regard de leur position par rapport à l'affirmation portant sur une utilisation séquentielle d'une méthode de résolution de problèmes

ENSEIGNANT	POSITION	JUSTIFICATION
A	Tout à fait d'accord	« C'est important de montrer [aux élèves] qu'il faut faire [la résolution] étape par étape pour ne rien oublier et pour ne pas se tromper ».
B	Tout à fait d'accord	« C'est un peu le principe du modelage. Moi, je pense qu'il faut d'abord montrer le trajet, et ensuite, quand l'enfant a intégré cette notion, il peut l'adapter à sa façon. Au départ, je pense qu'il leur faut une carte, une direction ».
C	Tout à fait d'accord	« Si tu ne sais pas ce que tu cherches, tu ne peux pas commencer tes calculs. Si tu ne sais pas ce qui est important, et bien tu ne peux pas non plus commencer tes calculs! Il faut vraiment que la situation soit bien comprise avant de pouvoir passer aux calculs ».
D	Plutôt en désaccord * *Cet enseignant a déclaré ne pas enseigner de méthode.*	Même si la question ne s'appliquait pas à sa pratique, il a affirmé « Je serais plutôt en désaccord ».
E	Plutôt d'accord	« Souvent, ils [les élèves] ne savent pas par où commencer. Alors je leur dis tout le temps de commencer par le début! "Qu'est-ce que tu vas faire en premier? En deuxième? En troisième?" Par contre, je ne suis pas rigoureuse par rapport à ce qu'ils doivent faire en premier ou en deuxième. Parfois ça s'applique, mais parfois ça ne s'applique pas ».

F	Plutôt d'accord	« Je suis personnellement très séquentielle. C'est donc de cette façon que je l'enseigne. Par contre, si un élève est plutôt de type simultané et [il] n'inclut pas dans sa démarche les sections "ce que je sais, ce que je cherche", ça ne me dérange pas ».
G	Plutôt d'accord	« Parfois, il y a des étapes qui se prêtent moins [à certains problèmes] ou encore, il y a des élèves qui n'ont pas besoin de s'attarder à certaines étapes. J'ai donc un peu de flexibilité [au regard de la réalisation de chacune des étapes]. Cependant, la première fois que je présente [la méthode], je m'assure que tout le monde complète les quatre étapes. Au fil du temps, je vais juger si l'on peut parfois omettre des étapes. »
H	Plutôt en désaccord ** Cet enseignant n'enseigne pas la méthode « ce que je sais, ce que je cherche »*	« Souvent les [situations] *résoudre* peuvent être abordées de différentes façons. Je ne considère pas que ma méthode est celle qui doit être utilisée [par les élèves]. Si [un élève] décide de commencer par une étape différente [de la mienne], je ne lui dirai pas que c'est mal ou qu'il aurait dû commencer par une autre étape, uniquement parce que MOI c'est ce que j'ai fait. Ce n'est pas ce que je veux montrer [à mes élèves] ».
J	Plutôt d'accord	« C'est la démarche qui est proposée [dans ma classe], c'est ce que je leur demande de faire. Par contre, lorsqu'ils ont [le problème] sur leur bureau, s'ils utilisent leur surligneur avant d'avoir fait une première lecture, c'est leur choix. Je leur ai suggéré une façon de faire, mais certains [élèves] arrivent très bien à réussir en l'ayant adaptée ».

K	Plutôt d'accord	« Parfois [les élèves] ont besoin d'essayer certaines "choses" pour ensuite revenir à une autre étape. Alors est-ce que je [vérifie nécessairement si toutes les étapes sont réalisées dans le bon ordre] et que je les oblige? [Non]. Pour dire que je les oblige, il faudrait que je confirme qu'ils aient souligné [les informations importantes dans l'énoncé] et qu'ensuite je leur permette de continuer. Je sais très bien qu'il y en a probablement qui vont d'abord résoudre le problème et ensuite ils se disent : "Ah oui c'est vrai, il voulait qu'on souligne". Ils vont donc souligner après [avoir résolu le problème]. J'insiste, mais je ne vérifie pas systématiquement ».

Les justifications apportées par les huit enseignants ayant affirmé être en accord avec l'idée de présenter une méthode séquentielle permettent de dégager certaines différences entre leur position. Les différences ciblées se situent au regard des exigences relatives à l'utilisation des étapes par les élèves. Afin d'obtenir un portrait plus détaillé et plus nuancé des pratiques des enseignants au regard des méthodes de résolution de problèmes présentées aux élèves, nous avons défini différents profils chez les enseignants interviewés, ayant émergé de l'analyse des informations recueillies principalement à l'aide des questions 5[6] et 6[7] du canevas d'entrevue, portant sur la description de la pratique privilégiée par l'enseignant. Le tableau ci-dessous présente les différents profils qui sont d'abord décrits, puis appuyés à l'aide de verbatim tirés des entrevues réalisées. Un exemple est présenté pour chaque profil.

[6] Q.5 : Pouvez-vous me décrire à quoi ressemble une période consacrée à l'activité de résolution de problèmes écrits de mathématiques dans votre classe ?
[7] Q.6 : Utilisez-vous dans votre classe une démarche de résolution de problèmes écrits de mathématiques qui s'apparente à l'une ou l'autre des démarches suivantes ? Si oui, laquelle ? Pouvez-vous m'expliquer, comme vous l'expliqueriez à un de vos élèves en début d'année, comment « fonctionne » cette démarche ? Comment vous utilisez cette démarche ?

Tableau 3. La présentation d'une méthode de résolution de problèmes écrits de mathématiques et les exigences relatives à son utilisation par les élèves : les profils des enseignants interviewés

PROFIL	DESCRIPTION/VERBATIM
A	L'enseignant présente une séquence[8] à suivre, et il exige que <u>toutes</u> les étapes de la séquence soient appliquées systématiquement, et ce, <u>dans le même ordre</u> qu'elles ont été présentées.
	« Ce qui est important quand je fais un *résoudre*, c'est de leur montrer [que la résolution doit être faite] étape par étape. Souvent, [les élèves] sautent des étapes et c'est ce qui fait en sorte qu'au final, ils n'arrivent pas au bon résultat. »
B	L'enseignant présente une séquence à suivre, et il exige uniquement que <u>certaines</u> étapes de la séquence soient appliquées systématiquement, et ce, <u>peu importe l'ordre</u>.
	« C'est la démarche qui est proposée [dans ma classe], c'est ce que je leur demande de faire. Par contre, lorsqu'ils ont [le problème] sur leur bureau, s'ils utilisent leur surligneur avant d'avoir fait une première lecture, c'est leur choix. Je leur ai suggéré une façon de faire, mais certains [élèves] arrivent très bien à réussir en l'ayant adaptée ». […] Par contre, j'insiste sur le fait de surligner les informations importantes. C'est bien important pour moi. Il faut aussi que [les élèves] se vérifient. Ce sont les deux étapes vraiment essentielles. »
C	L'enseignant présente une séquence à suivre, et il <u>recommande</u> que les élèves appliquent cette séquence, <u>sans toutefois l'exiger</u>.
	« Je ne vérifie pas vraiment dans quel ordre [les élèves] font les choses, ça va de soi. Évidemment que je vais leur faire souligner "ce que je cherche" en premier, c'est logique. Pour la section "ce que je sais", ils doivent souligner [les informations importantes] parce qu'ils en ont besoin. S'ils ne le font pas, ce n'est pas moi le pire ».
D	L'enseignant n'enseigne pas de séquence à suivre.
	« L'élément sur lequel j'insiste, c'est que ce soit clair. Je dis [aux élèves] qu'ils doivent se mettre à ma place et qu'ils doivent garder en tête que lorsque je corrige, ils ne sont pas à côté de moi. J'aimerais qu'il y ait une structure [dans leur démarche]. Première étape, deuxième étape, troisième étape. Mais pas ces étapes-là (il pointe les sections "ce que je sais, ce que je cherche" imprimées sur la feuille d'exemples). […] Je sais

[8] Au sens de présentation d'étapes selon un ordre précis, de façon linéaire, en opposition à une présentation cyclique et itérative.

	qu'il y a beaucoup, beaucoup [d'enseignants] qui [enseignent des étapes à suivre], qui exigent [que les étapes soient respectées] et pour qui c'est très important. Moi je ne suis pas bien avec ça. »

Les quatre profils décrits ci-haut permettent de comprendre que si les enseignants présentent une méthode à utiliser lors de l'activité de résolution de problèmes, leurs exigences par rapport à son utilisation par les élèves peuvent varier. Les différences observées entre les pratiques se situent au niveau de la rigueur (ou de la flexibilité) de l'enseignant par rapport (1) à la réalisation de l'ensemble des étapes de la méthode présentée, et (2) à l'ordre dans lequel celles-ci devraient être réalisées.

Le profil A s'éloigne à notre avis de ce que propose les écrits scientifiques, au sens où une telle exigence de la part des enseignants amène les élèves à suivre des étapes de façon séquentielle, dans un ordre pré-déterminé, plutôt que de les encourager à s'engager dans un processus authentique de recherche, étant à la fois cyclique et itératif (Fagnant *et al*., 2003; Greer, 1997; Pólya, 1945; Verschaffel *et al.*, 2000). Tout comme Reys et ses collègues (2001) qui soulignent que les élèves peuvent se perdre à vouloir suivre trop radicalement une série d'étapes, nous croyons que des exigences aussi strictes de la part des enseignants peuvent créer l'effet inverse de l'effet désiré : plutôt que d'offrir un soutien aux élèves, les étapes à suivre dans un ordre précis peuvent devenir un obstacle alourdissant la tâche de résolution de problèmes ou la rendant même plus difficile.

De plus, les propos soulevés précédemment par Wilson *et al.* (1993) par rapport au glissement possible entre enseigner aux élèves « comment penser » et leur enseigner « quoi penser » ou « quoi faire » s'appliquent à notre avis aux pratiques des enseignants s'inscrivant dans le profil A. Conséquemment, nous y voyons aussi un risque que les élèves développent de fausses croyances associées à ce qu'est résoudre un problème. Une croyance peut être définie comme « un énoncé tenu pour réel, vraisemblable ou possible » (Lafortune et Fennema, 2003, p. 34). Par exemple, comme le soulignent

Wilson *et al.* (1993), enseigner une suite d'étapes que les élèves doivent suivre systématiquement peut les amener à penser que résoudre un problème, c'est appliquer une procédure mémorisée. Différents auteurs rapportent des exemples de fausses croyances associées à la résolution de problèmes que peuvent développer les élèves en fonction de leur expérience scolaire (Callejo et Vila, 2009; Charnay et Mante, 1995; Fagnant, Demonty et Lejong, 2000; Mason et Scrivani, 2004; Reusser et Stebler, 1997; Schoenfeld, 1983; 1989; Verschaffel *et al.*, 2000). L'expérience scolaire, aussi appelée la culture éducative, donne lieu à ce que Brousseau (1990) appelle les effets du contrat didactique[9]. Verschaffel et ses collègues (2000) parlent plutôt de *word problem schemata* pour faire référence aux « règles du jeu de la résolution » (Fagnant *et al*., 2003, p. 36) créées par les habitudes de la pratique. L'objectif ici n'étant pas de fournir une liste exhaustive des fausses croyances pouvant être développées par les élèves, nous présentons simplement quelques exemples s'avérant pertinents dans le cadre de notre étude, tels que (Fagnant *et al*., 2003; Mason et Scrivani, 2004; Verschaffel *et al*., 2000) :

- Le processus de résolution de problème est linéaire : il faut avancer directement vers la solution;
- Il n'y a qu'un et un seul chemin pour résoudre un problème;
- Il n'est pas important de comprendre le problème, mais il est important de le résoudre;
- Tout problème a une et une seule réponse correcte;
- Il faut toujours, pour trouver la réponse, faire une opération avec tous les nombres (prise en compte des données inutiles);
- Les données utiles sont toujours des nombres (oubli des données cachées);

[9] « Dans une situation d'enseignement, préparée et réalisée par un maître, l'élève a en général pour tâche de résoudre le problème (mathématique) qui lui est présenté, mais l'accès à cette tâche se fait à travers une interprétation des questions posées, des informations fournies, des contraintes imposées qui sont des constantes de la façon d'enseigner du maître. Ces habitudes (spécifiques) du maître, attendues par l'élève, et les comportements de l'élève, attendus par le maître, c'est le contrat didactique » (Brousseau, 1980, p. 179)

- On peut se fier aux mots-clefs pour choisir l'opération;
- Les mathématiques apprises à l'école n'ont rien à voir avec la réalité;
- Pour résoudre un problème, il faut faire une opération.

Le développement de telles croyances s'avère problématique puisqu'elles façonnent la manière dont les élèves s'engagent dans la tâche de résolution (De Corte, Op't Eynde et Verschaffel, 2002; Kloosterman et Stage, 1992; Mason et Scrivani, 2004; Reusser, 1988; Schoenfeld, 1983;1988; Verschaffel *et al*., 2000). À ce propos, De Corte et ses collègues (2002) précisent que les connaissances autant que les croyances des élèves, qui renvoient à ce qu'ils considèrent être « vrai », sont en fait le moteur de leur comportement en situation de résolution de problèmes. Ils ajoutent aussi que « les croyances et les connaissances des élèves sont toutes les deux fondamentalement déterminées par l'environnement socioculturel dans lequel ils vivent et travaillent » (Traduction libre, De Corte *et al*., 2002, p. 301). Autrement dit, la façon dont l'activité de résolution de problèmes mathématiques est travaillée dans les classes est à l'origine du développement des croyances (dont les fausses croyances[10]) des élèves, qui elles, interviennent ensuite dans la façon dont les élèves abordent la tâche de résolution.

1.4.5.2 L'importance accordée à l'implicite

Concernant l'importance accordée à l'implicite dans les méthodes privilégiées en classe, nous avons demandé aux enseignants de se positionner par rapport à l'affirmation suivante :

> « Vous enseignez à vos élèves à se questionner au sujet des informations qui ne sont pas écrites textuellement dans l'énoncé de problème, c'est-à-dire au sujet des informations implicites ».

[10] Le terme « fausses croyances » doit être compris au sens où ces croyances sont fausses d'un point de vue théorique, mais « vraies » du point de vue des élèves.

Parmi les dix enseignants interviewés, huit ont déclaré être « tout à fait d'accord » ou « plutôt d'accord » avec l'affirmation. Nous pourrions donc y voir là un élément de cohérence avec ce que propose la recherche. Cependant, parmi les huit enseignants qui utilisent une méthode de type « ce que je sais, ce que je cherche », aucun n'exige que les informations implicites, même si elles sont essentielles à la résolution du problème, ne soient inscrites dans la section « ce que je sais ». Rappelons que cette section devrait contenir toutes les informations importantes pour résoudre le problème. Le tableau ci-dessous propose donc d'observer la position des enseignants par rapport à l'affirmation portant sur l'importance de l'implicite en résolution de problèmes en parallèle avec leurs exigences par rapport à l'implicite dans la méthode « ce que je sais, ce que je cherche ».

Tableau 4. Position des enseignants par rapport à l'affirmation « Vous enseignez à vos élèves à se questionner au sujet des informations qui ne sont pas écrites textuellement dans l'énoncé de problème, c'est-à-dire au sujet des informations implicites »

Position / Enseignant	(1) Tout à fait d'accord et (2) Plutôt d'accord	(3) Tout à fait en désaccord et (4) Plutôt en désaccord	Les données implicites doivent-elles être inscrites dans la section « ce que je sais »?
A	(1)		Non
B		(4)	Non/surlignage[11]
C		(4)	Non
D	(2)		Aucune méthode enseignée
E	(1)		Non
F	(1)		Non
G	(1)		Non/surlignage

[11] L'enseignant demande de souligner les informations importantes. L'implicite ne peut donc pas être souligné.

H	(2)		N’enseigne pas la méthode « ce que je sais, ce que je cherche »
J	(1)		Non/surlignage
K	(1)		Non/surlignage

Tel qu’indiqué dans le tableau, certains enseignants ont déclaré ne pas enseigner à leurs élèves à se questionner au sujet de l’implicite. Pour sa part, l’enseignant B justifie sa position en exprimant ouvertement que l’implicite n’est pas sa priorité en résolution de problèmes mathématiques :

- **Enseignant B** : « Les inférences, nous en venons à ça, oui. Pas en début d’année naturellement, mais effectivement, nous faisons [des inférences] en lecture, mais aussi en mathématiques. Je dirais qu’il n’y a pas une grande emphase mise [sur les inférences] en mathématiques […] On se concentre davantage sur "est-ce que [l’élève] va faire les liens, est-ce qu’il maîtrise le concept [mathématique]", plutôt que sur "est-ce que [l’élève]comprend le sens de ce qu’il lit" […]. Si je le fais? Pas vraiment. Dans ce que nous proposons [aux élèves], ça ne s’applique pas vraiment ».

Cet enseignant semble justifier le fait qu’il n’insiste pas sur la production d’inférences lors de la lecture des énoncés de problèmes mathématiques en raison des problèmes proposés aux élèves. Nous comprenons que, selon lui, les problèmes utilisés en classe, provenant principalement des manuels et des cahiers d’exercices de mathématiques, ne nécessitent pas réellement que les élèves aillent au-delà de l’explicite. Autrement dit, il n’insiste pas sur l’implicite, d’une part parce qu’il n’en ressent pas le besoin et d’autre part, parce que la recherche de sens lié au contexte dans lequel s’inscrit le problème mathématique n’est pas une priorité pour lui.

Par ailleurs, si la majorité des enseignants ont plutôt déclaré être en accord avec l'affirmation, l'analyse de leurs propos justifiant leur position permet d'apporter quelques nuances. Pour certains, il ne s'agit pas d'un enseignement en tant que tel, au sens où ils ne travaillent pas l'habileté à générer des inférences en mathématiques. Cependant, ils soulignent le rôle de l'implicite lorsque « ça se présente » dans un problème en particulier. C'est ce qu'explique l'enseignant K :

- **Enseignant K** : « Nous ne dirons pas "cette semaine je travaille [l'inférence]", mais nous allons retrouver [des inférences] dans les problèmes. Donc oui, nous enseignons [aux élèves] qu'il faut parfois déduire des informations qui ne sont pas écrites [dans l'énoncé de problème] ».
- **Chercheuse** : « Ça se vit quand vous lisez [le problème] ensemble? Quand vous corrigez? »
- **Enseignant K** : « C'est ça, quand nous rencontrons [une inférence] ».

Les propos de cet enseignant nous amènent à comprendre que la stratégie d'inférence, qui peut se traduire par « lire entre les lignes » ou « dégager des informations implicites », n'est pas une stratégie de résolution de problèmes étant nécessairement enseignée systématiquement par tous les enseignants. Pour cet enseignant, il s'agit plutôt d'un enseignement spontané et ponctuel, se présentant en fonction des problèmes à résoudre.

Pour d'autres, l'implicite mérite une attention particulière en résolution de problèmes et il est important de travailler cette habileté pour aider les élèves. Les propos de l'enseignant F est un exemple allant dans ce sens.

- **Enseignant F** : « C'est très important. En quatrième année, nous commençons à travailler [la notion d'inférence] et je trouve que c'est propice à [la résolution de problèmes mathématiques]. Je trouve que c'est super important et ça aide ensuite [les élèves] en français. Les inférences, je les travaille en mathématiques avant de les travailler en français. […] Je trouve que c'est plus facile. Le problème est court, ce n'est pas un long texte. J'apprends [aux élèves] à voir des images dans leur tête ».

Concernant plus précisément la place de l'implicite dans la méthode qu'ils utilisent, les discussions avec les enseignants nous ont amenés à voir une contradiction entre l'importance qu'ils accordent à l'implicite en résolution de problèmes mathématiques et l'importance accordée à l'implicite dans la méthode utilisée. En effet, la question portant sur l'importance de l'implicite a suscité une réflexion nouvelle par rapport au contenu de la section « ce que je sais » chez les enseignants utilisant cette méthode. Certains ont été un peu déstabilisés lorsqu'il leur a été demandé si les données implicites devaient se retrouver dans la section « ce que je sais ». La discussion avec l'enseignant C en est un bon exemple :

- **Enseignant C** : « C'est rare en *résoudre* ».
- **Chercheuse** : « Qu'il y a des informations implicites? »
- **Enseignant C** : « Oui. Par exemple : "J'ai trois souris alors combien ai-je de pattes?". Je n'ai pas parlé des pattes. C'est ça de l'implicite? »
- **Chercheuse** : « Oui, exactement. Est-ce que tu dis [aux élèves] qu'il est possible qu'ils aient besoin de mettre dans la section "ce que je sais" […] une information importante, voire même essentielle […] qui ne se trouve pas dans le texte? C'est un bon exemple ton problème de souris ».
- **Enseignant C** : « Oui, et les jours de la semaine aussi. Par exemple : "J'ai travaillé pendant deux semaines à 5$ par jour, combien d'argent ai-je fait?". Je pense qu'ils l'écrivent naturellement, mais je ne leur ai jamais dit [de l'écrire] ».
- **Chercheuse** : « Alors ça ne fait pas partie de tes consignes pour la section "ce que je sais?" »
- **Enseignant C** : « Non. Je ne me souviens pas que ce soit arrivé ».

- **Chercheuse** : « Je vais te poser la question différemment. Si tu avais à corriger le problème des souris, est-ce que tu t'attendrais à ce que dans la section "ce que je sais" ce soit écrit : "souris = 4 pattes"? ».
- **Enseignant C** : « Non, je ne m'y attends pas parce qu'il n'est pas dans le texte. Par contre, la plupart [des élèves] vont le mettre ou je vais retrouver [cette information] dans le calcul […]. Ça arrive que ça ne soit pas là effectivement. Je ne m'étais jamais arrêtée à savoir s'ils écrivent [les informations implicites]. Il y a [des élèves] qui les écrivent [dans la section "ce que je sais"], alors que pour d'autres, je retrouve [l'information] uniquement dans le calcul ».
- **Chercheuse** : « Est-ce que tu pénalises les élèves? Est-ce que tu écris "information incomplète" comme tu me disais tout à l'heure? »
- **Enseignant C** : « Non ».

Suite à cette discussion avec l'enseignant C, une question a été ajoutée au canevas d'entrevue pour savoir si les enseignants utilisant une méthode de type « ce que je sais, ce que je cherche » exigent que les informations implicites essentielles soient notées par les élèves dans la section « ce que je sais ». Tel que mentionné précédemment, tous les enseignants questionnés ont répondu « Non ». Pour certains, cette question ne s'appliquait pas réellement, étant donné qu'ils n'exigent pas que leurs élèves retranscrivent les informations dans ces deux sections. Ils demandent plutôt à ce qu'elles soient soulignées de différentes couleurs. Conséquemment, cette exigence limite à notre avis l'importance accordée au rôle de l'implicite, du moins lors de l'étape de la compréhension. Lorsque cette remarque a été faite auprès de l'enseignant B, qui privilégie le surlignage plutôt que la retranscription des informations importantes, celui-ci a acquiescé au fait qu'il puisse s'agir d'une limite associée à cette façon de faire.

- **Chercheuse** : « Si pour le "ce que je sais", tu demandes aux élèves de souligner ce qu'il y a dans le texte, normalement, c'est parce que c'est là. C'est comme si les informations implicites n'étaient pas dans le "ce que je sais" ».
- **Enseignant B** : « Effectivement. […] Les forts vont dire "ce n'est pas là" et les faibles ne s'en rendront pas compte. [Les faibles] vont prendre ce qu'il y a [dans le texte] et ils vont essayer de faire [un calcul] même si ça n'a pas de sens ».

Les enseignants qui demandent à leurs élèves de retranscrire les informations importantes dans les deux sections reconnaissent aussi une limite associée à leur pratique. Un deuxième échange est présenté ci-dessous pour mettre en évidence la confusion pouvant être vécue par les enseignants par rapport au rôle de l'implicite dans une méthode de type « ce que je sais, ce que je cherche ».

- **Chercheuse** : « Est-ce que tu t'attends à ce que les informations implicites se retrouvent dans la section "ce que je sais" ? »
- **Enseignant F** : « Non, mais oui! Oui, parce que parfois je vais dire [à un élève] : "Tu n'as pas parlé de ça et il fallait que tu en parles sinon tu ne peux pas résoudre le problème". Si [l'information] n'aide pas à résoudre le problème, alors non [je ne m'attends pas à ce que ça se retrouve dans la section "ce que je sais"]. Mais si oui, je veux la voir. »
- **Chercheuse** : « Donc, si c'est une donnée essentielle, tu t'attends à ce qu'elle se retrouve dans la section "ce que je sais"? »
- **Enseignant F** : « Oui, mais en même temps, les élèves ne sont pas obligés de m'écrire les données. Cependant, pour résoudre le problème, il faut que je voie [dans la section "ce que je fais"] que tout est là ».
- **Chercheuse** : « Alors tu vas voir [les données implicites essentielles] dans leurs calculs ».

- **Enseignant F** : **«** Oui, je vais les voir dans leurs calculs, dans leur démarche. Ils ne sont pas obligés de réécrire [les données], parce que parfois, c'est un copier-coller. C'est n'importe quoi ».

Cet enseignant est partagé par le fait qu'il trouverait normal que les informations implicites essentielles à la résolution se retrouvent dans la section « ce que je sais », puisque cette section devrait contenir toutes les informations pertinentes à la résolution, mais en même temps, il trouve anormal d'exiger que ses élèves réécrivent toutes les données.

À la lumière des données présentées, la question de l'implicite mérite à notre avis d'être étudiée davantage. Il y a lieu de se demander (1) si les élèves incluent les informations implicites dans la section « ce que je sais », et si non, (2) si le fait de se concentrer uniquement sur la recherche d'informations explicites a des conséquences sur leur niveau de compréhension.

Tel que présenté brièvement dans l'introduction, une compréhension authentique est atteinte lorsque le solutionneur se crée différents niveaux de représentations, allant d'une représentation mentale informelle et personnelle de la situation décrite dans l'énoncé de problème, appelée modèle de situation, à une représentation plus formelle de la structure mathématique sous-jacente à cette situation, appelée modèle de problème. Rappelons que les propos avancés par les auteurs s'étant intéressés aux concepts de modèle de situation et de modèle de problème mettent en évidence le besoin d'établir des liens entre les données du problème (et avec les connaissances antérieures du solutionneur) afin d'atteindre un niveau de compréhension suffisant à une résolution mathématique réussie, ce qui renvoie à un niveau de l'ordre de l'implicite. On parle alors de compréhension inférentielle, pouvant être définie comme le complément de la compréhension littérale, qui elle, est limitée à un niveau de l'ordre de l'explicite (repérage) (Campion et Rossi, 1999; Giasson, 2003). Lorsque la réponse à une question est « sémantiquement équivalente à une partie du texte ou synonyme à une partie du texte » (Giasson, 2003, p. 266), il est alors question d'une compréhension littérale. L'élève doit repérer une information contenue explicitement dans le texte.

Ainsi, du côté de la recherche, la compréhension des problèmes écrits de mathématiques peut être expliquée à l'aide du modèle de situation et du modèle de problème que peut se construire le solutionneur en s'engageant dans un processus inférentiel. Par contre, du côté de la pratique, nous pensons plutôt que la majorité des élèves à qui il est demandé d'utiliser la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » découpent l'énoncé en segments afin de compléter la section « ce que je sais », dans laquelle ils copient les propositions du texte qui sont écrites explicitement dans l'énoncé. L'hypothèse d'un tel comportement est non seulement appuyée par les propos des enseignants ayant déclaré ne pas exiger que leurs élèves incluent les données implicites dans la section « ce que je sais », mais aussi par les écrits sur la résolution de problèmes, qui rapportent que lorsqu'enseignées formellement, les méthodes de résolution de problèmes peuvent amener les élèves à se concentrer davantage sur la méthode fournie que sur les concepts mathématiques ou sur la compréhension des données du problème (Ministère de l'éducation de l'Ontario, 2006). Conséquemment, la compréhension des élèves risque d'être limitée au niveau littéral, ne permettant pas l'atteinte d'une compréhension authentique tel que définie par la recherche.

1.4.5.2 Résumé de la phase exploratoire

Bien que nous ne prétendions pas à la représentativité, les données obtenues lors de cette phase exploratoire nous amènent toutefois à soulever l'hypothèse générale selon laquelle la façon dont la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » est présentée par les enseignants et utilisée par les élèves crée un écart entre ce que propose la recherche et ce qui se réalise dans la pratique. Cette hypothèse générale repose sur deux éléments en particulier.

Premièrement, si nous ignorons encore ce qui est fait par l'ensemble des enseignants, cette première tentative d'en savoir plus nous permet de constater que la majorité des enseignants déclarent utiliser une méthode de type « ce que je sais, ce que je cherche », soit huit enseignants sur dix, alors que la position de ces huit enseignants au sujet de la façon de présenter les étapes d'une méthode de résolution de problèmes ne respecte pas le caractère cyclique et itératif qui devrait lui être associé. Plus précisément, des exigences telles que celles décrites dans le profil A, à savoir une utilisation systématique et séquentielle des étapes présentées, s'éloignent considérablement de ce qui est recommandé par la recherche.

Deuxièmement, malgré l'opinion majoritairement favorable des enseignants par rapport à l'importance de l'implicite dans l'activité de résolution de problèmes, les discussions au sujet de la place de l'implicite dans la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » plus précisément soulèvent certaines limites. D'abord, le surlignage d'informations directement dans le texte est incompatible avec l'idée de rendre l'implicite explicite, tandis que la retranscription des données importantes dans la section « ce que je sais » ne semble pas s'appliquer aux données implicites. De ce fait, nous pensons que les exigences des enseignants amènent les élèves à se concentrer davantage sur les informations explicites, réduisant l'attention portée à la production d'inférences. Une telle utilisation axée sur le repérage d'informations explicites s'éloigne aussi de ce que propose la recherche au regard de la compréhension d'un problème.

Par ailleurs, nous pensons que différentes conséquences découlent de notre hypothèse d'un écart entre la recherche et la pratique, à la fois au niveau de la compréhension des élèves, de leurs croyances et de leur appréciation de l'activité de résolution de problèmes écrits de mathématiques. En effet, l'utilisation séquentielle de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » crée selon nous un éloignement entre les croyances qu'ont les élèves à propos de l'activité de résolution de problèmes et la double finalité poursuivie par celle-ci. Plus précisément, nous pensons qu'une telle utilisation de la méthode alimente les fausses croyances pouvant être associées à l'activité de résolution de problèmes écrits de mathématiques. De plus, une utilisation de la méthode axée sur le repérage limite à notre avis la compréhension des élèves à une compréhension littérale, c'est-à-dire à une compréhension de l'énoncé de problème qui n'aille pas au-delà de l'explicite. Conséquemment, nous pensons que la compréhension inférentielle des élèves, qui renvoie à une compréhension de l'implicite, est limitée par l'utilisation de la méthode. Finalement, le fait d'imposer aux élèves de résoudre les problèmes proposés en suivant systématiquement les étapes de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » alourdi selon nous la tâche de résolution de problèmes, et conséquemment, peut devenir un obstacle pour certains élèves. De ce fait, nous pensons qu'il est probable que la plupart des élèves n'utiliseraient pas cette méthode si elle ne leur était pas imposée.

En résumé, sept hypothèses spécifiques ont été formulées, d'une part pour vérifier l'existence d'un écart entre la recherche et la pratique (hypothèses 1,2,3 et 4), et d'autre part, pour vérifier les conséquences (de l'hypothèse) d'un écart (hypothèses 5,6 et 7). Les hypothèses spécifiques sont résumées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 5. Les hypothèses spécifiques

Hypothèses relatives à l'existence d'un écart	
H.1	La majorité des enseignants utilisent dans leur classe la méthode « ce que je sais, ce que je cherche ».
H.2	La méthode « ce que je sais, ce que je cherche » est davantage présentée de façon séquentielle que de façon cyclique et itérative.
H.3	L'utilisation de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » par les élèves repose principalement sur le repérage de données explicites.
H.4	La majorité des élèves remplissent les quatre sections de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » comme s'il s'agissait de quatre tâches distinctes.
Hypothèses relatives aux conséquences de cet écart	
H.5	L'utilisation de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » limite la compréhension inférentielle des élèves, qui renvoie à une compréhension de l'implicite.
H.6	L'utilisation de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » alimente les fausses croyances associées à l'activité de résolution de problèmes écrits de mathématiques.
H.7	L'utilisation de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » alourdie la tâche de résolution de problèmes entraînant un effet négatif sur l'appréciation des élèves.

1.5 OBJECTIFS ET QUESTIONS DE RECHERCHE

Rappelons d'abord que le problème général ciblé est un manque de connaissances au sujet des pratiques relatives aux méthodes de résolution de problèmes présentées aux élèves et plus particulièrement, au sujet des pratiques relatives à la méthode « ce que je sais, ce que je cherche ». À la lumière des données recueillies et des discussions menées auprès des enseignants interviewés, nous constatons plus précisément un manque de connaissances par rapport :

1) À la nature des pratiques enseignantes au regard des méthodes de résolution de problèmes écrits de mathématiques : le *quoi* (quelle méthode, ses avantages et ses inconvénients selon les enseignants), le *comment* (quelles sont les exigences d'utilisation envers les élèves) et le *pourquoi* (quelles sont les raisons) de l'utilisation d'une méthode en particulier;
2) À ce que font les élèves (la nature de leur démarche) en tentant d'utiliser la méthode « ce que je sais, ce que je cherche »;
3) Au niveau de compréhension pouvant être atteint par les élèves qui utilisent la méthode « ce que je sais, ce que je cherche »;
4) Aux croyances associées à l'activité de résolution de problèmes chez les élèves dont l'enseignant privilégie la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » pour résoudre les problèmes écrits de mathématiques.
5) À l'appréciation de l'activité de résolution de problèmes par les élèves qui doivent utiliser la méthode « ce que je sais, ce que je cherche ».

Pour combler ce manque de connaissances et pour vérifier nos hypothèses, nous proposons de réaliser une étude en trois phases. Nous tenterons d'abord de décrire les pratiques des enseignants au regard des méthodes de résolution de problèmes écrits de mathématiques présentées aux élèves. Nous nous intéresserons par la suite au point de vue des élèves, en analysant comment la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » est utilisée par ces derniers. Finalement, nous nous intéresserons aux impacts possibles que peut avoir l'utilisation d'une telle méthode au regard de la compréhension des élèves, mais aussi au regard de leurs croyances par rapport à la résolution de problèmes écrits de mathématiques. L'appréciation des élèves face à cette activité lorsque vécue à l'aide de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » sera aussi explorée.

1.5.1 Phase 1 : Les pratiques déclarées des enseignants relatives aux méthodes de résolution de problèmes mathématiques présentées aux élèves

Considérant le premier aspect du problème identifié, portant sur la nature des pratiques des enseignants (quoi, comment et pourquoi), notre premier objectif est de décrire les pratiques relatives aux méthodes de résolution de problèmes écrits de mathématiques présentées par les enseignants du deuxième et du troisième cycle du primaire. Ce choix de travailler auprès des enseignants de ces deux cycles a été fait dans une visée de cohérence entre la phase exploratoire et les trois phases subséquentes de l'étude. Par ailleurs, en couvrant les quatre années scolaires des cycles deux et trois, nous serons en mesure de dresser un portrait plus global des pratiques des enseignants. Rappelons que le premier cycle n'a pas été étudié en raison du niveau de lecture plus limité des élèves, créant une différence importante entre la façon dont l'activité de résolution de problèmes est vécue à ce cycle, comparativement à ce qui est fait aux deuxième et troisième cycles.

À ce premier objectif sont associées deux questions principales et quatre sous-questions, à savoir :

1. Quelles sont les pratiques déclarées des enseignants au regard de la présentation d'une méthode de résolution de problèmes écrits de mathématiques et de leurs exigences relatives à l'utilisation qui en est faite par les élèves ?

   1.1 Quel pourcentage d'enseignants utilisent dans leur classe la méthode « ce que je sais, ce que je cherche »?

   1.2 Quel pourcentage d'enseignants présente une séquence de résolution de problèmes à suivre, et exige que toutes les étapes soient appliquées dans le même ordre qu'elles ont été présentées (profil A)?

1.3 Pour quelle(s) raison(s) les enseignants utilisent-ils la méthode « ce que je sais, ce que je cherche »?

1.4 Selon les enseignants, quels sont les avantages et les inconvénients rattachés à l'utilisation d'une telle méthode?

2. Quelle est la perspective des enseignants sur les finalités de la résolution de problèmes écrits de mathématiques?

Deux hypothèses ont été formulées en lien avec la première question de recherche :

- Hypothèse 1 : La majorité des enseignants utilisent dans leur classe la méthode « ce que je sais, ce que je cherche ».

- Hypothèse 2 : La méthode « ce que je sais, ce que je cherche » est davantage présentée de façon séquentielle que de façon cyclique et itérative.

1.5.2 Phase 2 : L'utilisation de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » par les élèves

Le deuxième objectif visé cherche à combler le manque de connaissances par rapport à ce que font les élèves (la nature de leur démarche) en tentant d'utiliser la méthode « ce que je sais, ce que je cherche ». En ce sens, notre objectif pour cette deuxième phase est d'étudier l'utilisation de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » par les élèves de quatrième année du primaire, au regard de la cohérence interne de la démarche qu'ils mettent en place. Le choix de travailler auprès d'élèves de quatrième année est justifié par le niveau d'expérience (scolaire) des élèves de cet âge. En effet, nous croyons d'une part qu'ils sont assez vieux pour comprendre et répondre aux exigences des tâches proposées (dont celles de la phase 3 : entrevues et questionnaire d'opinion), et d'autre part, qu'ils ont développé suffisamment d'expérience en lien avec la résolution de problèmes et l’utilisation d’une méthode, sans pour autant en avoir trop. À ce propos, Gerofsky (1996) souligne que « les élèves plus entraînés à résoudre des problèmes ne prennent pas la peine de se représenter au complet la situation contenue dans le problème puisqu'il s'agit d'un problème et non d'une histoire » (cité dans Morin, 2011, p. 11). Nous voulions donc éviter que les élèves résolvent les problèmes par la simple reconnaissance des structures mathématiques, sans porter attention à la compréhension du contexte dans lequel s’inscrit le problème. Pour atteindre notre deuxième objectif, nous posons la question ci-dessous, à laquelle deux sous-questions sont associées :

3. Comment la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » est-elle utilisée par les élèves de quatrième année du primaire ?

   3.1 Quels types d’information les élèves inscrivent-ils dans les sections « ce que je sais » et « ce que je cherche »?

   3.2 Le contenu de la section « ce que je fais » est-il cohérent avec celui de la section « ce que je sais »?

Deux hypothèses ont été formulées en lien avec cette deuxième question de recherche :

- Hypothèse 3 : L’utilisation de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » par les élèves repose principalement sur le repérage de données explicites.

Plus concrètement, nous pensons que la majorité des élèves inscrivent dans la section « ce que je cherche » la question telle que présentée explicitement dans l’énoncé, plutôt que de la reformuler dans leurs propres mots. Nous pensons aussi que les informations qui se retrouvent dans la section « ce que je sais » renvoient principalement aux propositions du texte qui sont inscrites explicitement dans l’énoncé de problème, et qu’elles incluent les données numériques superflues (même si ces données sont inutiles à la résolution du problème).

- Hypothèse 4 : La majorité des élèves remplissent les quatre sections de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » comme s'il s'agissait de quatre tâches distinctes.

Cette hypothèse est fondée sur la possibilité d'une utilisation séquentielle de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche ». Si les élèves ne perçoivent pas les quatre sections de la méthode en tant qu'étapes cyclique exigeant plusieurs allers-retours entre elles, il est possible qu'ils les perçoivent au contraire comme quatre tâches distinctes, n'étant pas liées entre elles. Ainsi, si le contenu des différentes sections révèle des incohérences (par exemple, utiliser une donnée numérique dans la section « ce que je fais » sans avoir noté cette donnée dans la section « ce que je sais »), cela indiquerait qu'il y a un problème au regard de la cohérence interne de la démarche mise en œuvre par les élèves utilisant cette méthode : la méthode serait alors utilisée de façon séquentielle.

1.5.3 Phase 3 : Les conséquences possibles de l'utilisation de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche »

La troisième phase de l'étude s'intéresse plus particulièrement aux conséquences pouvant résulter d'un écart entre la recherche et la pratique, créé par une présentation et une utilisation séquentielle des étapes d'une méthode de résolution de problèmes axée sur le repérage d'informations explicites. Pour ce faire, nous avons pour troisième et dernier objectif d'explorer les conséquences possibles de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » chez les élèves au regard (1) de leur degré de compréhension des énoncés de problèmes écrits de mathématiques, (2) de leurs croyances associées à l'activité de résolution de problèmes écrits de mathématiques et (3) de leur appréciation de cette activité. Trois questions sont posées dans le but d'atteindre cet objectif, dont une comporte une sous-question. Les questions sont les suivantes :

4. Le niveau de compréhension des énoncés de problèmes écrits de mathématiques atteint par les élèves est-il influencé par l'utilisation de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » ?

5. Quelle est l'opinion des élèves par rapport à des fausses croyances pouvant être associées à l'activité de résolution de problèmes écrits en mathématiques ?

6. Les élèves utilisent-ils la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » spontanément pour résoudre les problèmes qui leur sont proposés?

   6.1 Pour quelles raisons les élèves choisissent-ils d'utiliser (ou de ne pas utiliser) la méthode « ce que je sais, ce que je cherche »?

Rappelons finalement les trois hypothèses associées à ces trois questions :

- Hypothèse 5 : L'utilisation de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » limite la compréhension inférentielle des élèves, qui renvoie à une compréhension de l'implicite.

- Hypothèse 6 : L'utilisation de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » alimente les fausses croyances associées à l'activité de résolution de problèmes écrits de mathématiques.

- Hypothèse 7 : L'utilisation de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » alourdie la tâche de résolution de problèmes, entraînant un effet négatif sur l'appréciation par les élèves.

Les trois tableaux ci-dessous présentent un résumé des objectifs, des questions, des sous-questions et des hypothèses pour chacune des phases du projet.

Tableau 6. Résumé de la phase 1: les pratiques déclarées des enseignants

Objectif	1. Décrire les pratiques relatives aux méthodes de résolution de problèmes écrits de mathématiques présentées par les enseignants du deuxième et du troisième cycle du primaire.
Questions	1. Quelles sont les pratiques déclarées des enseignants au regard de la présentation d'une méthode de résolution de problèmes écrits de mathématiques et de leurs exigences relatives à l'utilisation qui en est faite par les élèves ?
	2. Quelle est la perspective des enseignants sur les finalités de la résolution de problèmes écrits de mathématiques?
Sous-questions	1.1 Quel pourcentage d'enseignants utilisent dans leur classe la méthode « ce que je sais, ce que je cherche »?
	1.2 Quel pourcentage d'enseignants présentent une séquence de résolution de problèmes à suivre, et exigent que toutes les étapes soient appliquées dans le même ordre qu'elles ont été présentées (profil A)?
	1.3 Pour quelle(s) raison(s) les enseignants utilisent-ils la méthode « ce que je sais, ce que je cherche »?
	1.4 Selon les enseignants, quels sont les avantages et les inconvénients rattachés à l'utilisation d'une telle méthode?
Hypothèses	Hypothèse 1 : La majorité des enseignants utilisent dans leur classe la méthode « ce que je sais, ce que je cherche ».
	Hypothèse 2 : La méthode « ce que je sais, ce que je cherche » est davantage présentée de façon séquentielle que de façon cyclique et itérative.

Tableau 7. Résumé de la phase 2: l'utilisation de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » par les élèves

Objectif	2. Étudier l'utilisation de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » par les élèves de quatrième année du primaire au regard de la cohérence interne de la démarche qu'ils mettent en place.
Question	3. Comment la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » est-elle utilisée par les élèves de quatrième année du primaire ?
Sous-questions	3.1 Quels types d'information les élèves inscrivent-ils dans les sections « ce que je sais » et « ce que je cherche » ?
	3.2 Le contenu de la section « ce que je fais » est-il cohérent avec celui de la section « ce que je sais » ?
Hypothèses	Hypothèse 3 : L'utilisation de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » par les élèves repose principalement sur le repérage de données explicites.
	Hypothèse 4 : La majorité des élèves remplissent les quatre sections de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » comme s'il s'agissait de quatre tâches distinctes.

Tableau 8. Résumé de la phase 3: les conséquences possibles de l'utilisation de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche »

Objectif	3. Explorer les conséquences possibles de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » chez les élèves au regard de : (1) Leur niveau de compréhension des énoncés de problèmes écrits de mathématiques; (2) Leurs croyances associées à l'activité de résolution de problèmes écrits de mathématiques; (3) Leur appréciation de l'activité de résolution de problèmes écrits de mathématique.
Questions	4. Le niveau de compréhension des énoncés de problèmes écrits de mathématiques atteint par les élèves est-il influencé par l'utilisation de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » ?
	5. Quelle est l'opinion des élèves par rapport à des fausses croyances pouvant être associées à l'activité de résolution de problèmes écrits de mathématiques ?
	6. Les élèves utilisent-ils la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » spontanément pour résoudre les problèmes qui leur sont proposés?
Sous-question	6.1 Pour quelles raisons les élèves choisissent-ils d'utiliser (ou de ne pas utiliser) la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » ?
Hypothèses	Hypothèse 5 : L'utilisation de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » limite la compréhension inférentielle des élèves, qui renvoie à une compréhension de l'implicite.
	Hypothèse 6 : L'utilisation de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » alimente les fausses croyances associées à l'activité de résolution de problèmes écrits de mathématiques.
	Hypothèse 7 : L'utilisation de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » alourdie la tâche de résolution de problèmes, entraînant un effet négatif sur l'appréciation par les élèves.

En conclusion à ce premier chapitre, nous soutenons le besoin d'étudier une méthode de résolution de problèmes écrits de mathématiques en particulier, reconnue sous le nom de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche ». Nous formulons l'hypothèse générale selon laquelle la façon dont cette méthode est présentée et utilisée dans les classes du primaire s'éloigne de ce qui est recommandé par la recherche, entraînant non seulement des conséquences chez les élèves, mais aussi sur l'atteinte des finalités associées à l'activité de résolution de problèmes mathématiques. Il faut cependant souligner que cette hypothèse ne se limite pas à la méthode « ce que je sais, ce que je cherche ». En effet, celle-ci peut être transférée à toute méthode axée sur le repérage d'informations explicites dont les étapes sont présentées et utilisées de façon séquentielle. À titre d'exemple, il est possible de mentionner la méthode UPSE, qui est l'acronyme pour *Understand, Plan, Solve, and Evaluate*, dont Bruun (2013) décrit comme étant une méthode dérivée du modèle de Pólya. Lors d'une étude menée aux États-Unis portant sur les stratégies de résolution de problèmes enseignées aux élèves du primaire, un enseignant souligne que « We had a program we used for math for four years where the trainer used the model where you have four quadrants: UPSE Understand, Plan, Solve, and Evaluate » (Bruun, 2013, p. 55). La documentation disponible à propos de cette méthode laisse sous-entendre que les élèves doivent remplir quatre sections étant très similaires à celles proposées par la méthode de type « ce que je sais, ce que je cherche ». Autrement dit, la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » se veut uniquement être un exemple concret témoignant des caractéristiques d'une méthode de résolution de problèmes mathématiques pouvant créer un écart entre la recherche et la pratique. Le présent projet de recherche ne porte donc pas sur la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » en soi, mais plutôt sur les méthodes de résolution de problèmes mathématiques présentant les deux caractéristiques étudiées par l'entremise de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche », à savoir (1) une méthode séquentielle et (2) une méthode axée sur le repérage.

Finalement, plusieurs concepts clés ayant été abordés brièvement dans ce premier chapitre, tels que les concepts de résolution de problèmes mathématiques, de modèle de situation/problème et de compréhension inférentielle, seront présentés plus en profondeur dans le chapitre suivant servant de cadre de référence pour notre projet.

CHAPITRE 2
CADRE DE RÉFÉRENCE

Dans ce deuxième chapitre, les définitions retenues pour les principaux concepts à l'étude seront d'abord énoncées. Une synthèse des recherche orientée spécifiquement sur les études ayant traité du processus de compréhension d'un énoncé de problème écrit de mathématique sera ensuite présentée. Pour conclure ce chapitre, le choix du concept central de cette étude sera abordé en profondeur, à savoir le concept d'inférence.

2.1 DÉFINITIONS DES PRINCIPAUX CONCEPTS

La prochaine section propose de définir les principaux concepts permettant de bien comprendre le présent projet de thèse, soit les concepts de (1) résolution de problèmes mathématiques, (2) compréhension et (3) modèle de situation/modèle de problème.

2.1.1 Concept de résolution de problèmes mathématiques

Afin de bien comprendre le concept de résolution de problèmes mathématiques, le concept de *problème* au sens général doit être discuté. Selon une perspective psycho-cognitive, Mayer (1991) soutient que trois caractéristiques essentielles sont à considérer afin de définir convenablement le concept de problème. Un état[12] initial, qui renvoie aux informations et aux conditions qui composent le problème donné, un but, qui constitue l'état final à atteindre, puis un obstacle, qui précise que bien que certains moyens soient à la disposition du solutionneur pour transformer le problème de l'état initial à l'état final, la séquence appropriée de comportements à adopter pour y parvenir n'est pas immédiatement évidente. Pour sa part, Richard (1984) parle aussi d'une situation initiale et d'un but à atteindre, mais contrairement à Mayer (1991), il ne précise pas qu'à l'étape intermédiaire, un obstacle doit survenir. Il mentionne

[12] L'auteur parle de « state », qui correspond à une manière d'être à un moment donné.

uniquement qu’il s’agit de transformations (de la situation initiale décrite) permettant l’atteinte du but. Par ailleurs, Bair, Haesbroeck et Haesbroeck (2000) soutiennent qu’une question pose problème lorsqu’elle est inhabituelle, mais accessible, et nécessite une pensée réflexive. Ils ajoutent qu’un problème doit représenter un défi exigeant « la mobilisation d’aptitudes de compréhension et la mise en œuvre de connaissances dans des situations inédites » (p. 10). Cette idée de défi proposée par Bair et ses collègues (2000) appuie selon nous l’idée d’obstacle soulevée par Mayer (1991), en ce sens où la démarche ne doit pas être connue d’emblée par le solutionneur pour atteindre le but poursuivi. Ainsi, pour qu’il s’agisse d’un problème, la solution doit être accessible à l’individu, sans être trop facile ou trop difficile (Poirier, 2001; Voyer, 2006). Si le problème est trop facile, certains auteurs soutiennent que c’est le terme *exercice* qui devrait plutôt être utilisé. C’est le cas des auteurs ayant participé à l’élaboration du guide pédagogique Fascicule K proposé par le MEQ (1988). Selon ces derniers, un exercice en mathématiques peut être défini comme une situation où l’élève trouve rapidement un moyen de répondre à une question posée ou de réaliser une tâche proposée. Contrairement à un problème, lors d’un exercice, les élèves « voient spontanément comment s’y prendre pour le résoudre » (Fascicule K, 1988, p. 18). Dans la même veine, le Ministère de l’éducation de l’Île-du-Prince-Édouard (2010) soutient que « Si les élèves connaissent déjà des moyens de résoudre le problème, ce n'est plus un problème, mais simplement un exercice » (p. 25). Inversement, si le problème est trop difficile, Voyer (2006) affirme qu’il risque d’être ignoré. Nous retenons de ces définitions que pour pouvoir parler de problème, le solutionneur doit s’engager dans un processus allant au-delà de l’application de règles et de procédures connues, sans être non plus inaccessible. Un véritable problème doit donc constituer un **défi raisonnable** pour lequel la **démarche** de résolution **n’est pas connue *a priori***.

Un troisième élément à mettre en évidence afin de définir un problème est qu’il s’inscrit uniquement dans un rapport sujet/situation. « Un problème n’existe pas en soi, dans l’absolu : les problèmes ne vivent que dans l’univers de quelqu’un » (Dionne, 1995, p.

229). Les propos de Dionne (1995) sont appuyés par Fagnant et Demonty (2004) qui parlent du caractère relatif d'un problème, ainsi que par Schoenfeld (2014) qui affirme que « la difficulté à définir le concept de problème est dû au fait que la résolution de problèmes est relative à chacun » (Traduction libre, p. 74). Pour sa part, Brun (1990) précise « qu'un problème pour un sujet donné peut ne pas être un problème pour un autre sujet, en fonction de leur niveau de développement intellectuel par exemple » (p. 2). Le discours de Brun (1990) permet d'expliquer l'idée du caractère relatif associé au concept de problème : puisque les connaissances et les habiletés de chacun diffèrent, un problème est donc toujours relatif à celui qui tend à le résoudre. Selon cette perspective, il semble difficile, voire impossible, d'affirmer que pour tous les élèves d'une même classe, les énoncés de problèmes proposés constituent de véritables problèmes. Pour certains élèves, la résolution d'un énoncé de problème peut être immédiate, alors que pour d'autres, la façon de résoudre ce même énoncé peut leur être tout à fait inconnue. Lorsque les élèves écrivent automatiquement la chaîne d'opérations appropriée afin de trouver la réponse attendue, il ne s'agit pas d'un véritable problème pour ces derniers. Il s'agit plutôt d'un exercice. Pour Wilburne, Keat et Napoli (2011), les énoncés de problèmes écrits s'inscrivent davantage dans une perspective d'exercice, puisque souvent, ceux-ci peuvent être résolus rapidement par les élèves par l'application systématique d'une ou plusieurs opérations. Ils précisent que ce « type de problème » ne permet pas le développement de l'habileté à résoudre des problèmes mathématiques au sens où l'entend le NCTM (2008), qui affirme que l'élève doit s'engager dans un processus complexe exigeant un haut niveau de réflexion, d'analyse, de questionnements, de mises en relation et de mobilisation de stratégies. Ainsi, selon Wilburne et ses collègues (2011), la caractéristique liée au processus de recherche, c'est-à-dire au fait que la démarche ne soit pas connue *a priori* par l'élève, n'est pas respectée lorsque l'on présente aux élèves des énoncés de problèmes écrits de mathématiques, tels que ceux proposés dans les manuels scolaires. Par contre, ces auteurs ne tiennent pas compte du fait qu'un exercice pour un élève peut être un problème pour un autre et vice-versa. De son côté, au lieu de faire la distinction entre exercice et problème, Mayer (2010) catégorise les énoncés de problèmes en fonction des connaissances exigées par le solutionneur. Selon elle, il peut s'agir de problèmes écrits routiniers, qui sont des problèmes exigeant simplement une pensée reproductive, amenant l'élève à reproduire des réponses déjà données précédemment, ou des problèmes écrits non routiniers, qui sont des problèmes qui diffèrent de ce que le solutionneur a déjà connu, exigeant une pensée productive, afin de créer une nouvelle solution.

En reprenant les principaux éléments ayant été mentionnés ci-dessus afin de définir le concept général de problème, nous sommes d'avis que les problèmes soumis aux élèves doivent les amener à s'investir dans un processus de recherche (démarche non connue au départ), tout en étant possibles à résoudre en fonction de leur âge et de leur niveau de connaissances (défi raisonnable). Toutefois, il faut souligner qu'en définissant un problème comme étant propre à chaque personne, il était impossible de pouvoir placer tous les élèves ayant pris part à notre expérimentation en situation de résolution de « véritables » problèmes. Notre objectif était donc de proposer des situations pour lesquelles, en fonction des connaissances attendues des élèves de quatrième année du primaire, les élèves moyens et les élèves faibles feraient face à de véritables problèmes, alors que les élèves forts seraient plutôt placés en situation d'exercisation. Les problèmes proposés pourraient alors amener les élèves de niveau moyen ou faible à grandir de cette expérience tandis que les élèves forts pourraient vivre une expérience de renforcement.

En ce sens, notre compréhension du concept de la résolution de problèmes cadre davantage avec la résolution de problèmes « en contexte scolaire », qui renvoie à un concept beaucoup plus large que celui défini par les écrits scientifiques. L'expression « résolution de problèmes mathématiques » est utilisée par les enseignants, dans les manuels scolaires, lors des évaluations des commissions scolaires et du ministère ainsi que dans le programme de formation de l'école québécoise. Autrement dit, dans la pratique, on parle de résolution de problèmes, même si inévitablement, tous les élèves ne seront pas placés dans une véritable situation de résolution de problèmes. L'expression « résolution de problèmes mathématique » renvoie plutôt à la description (souvent écrite) d'une situation qui requiert de l'élève qu'il traduise l'information présentée dans l'énoncé en une forme mathématique afin de répondre à une ou plusieurs questions (Lash, 1985; Verschaffel *et al*., 2000). Conséquemment, dans le but de nous faire comprendre par les enseignants (et par les élèves), nous avons choisi d'utiliser l'expression « résolution de problèmes mathématiques » telle qu'employée en contexte scolaire. Nous parlerons plus précisément de « résolution de problèmes écrits de mathématiques ». Le mot « écrit » vise à préciser la forme sous laquelle les élèves seront appelés à résoudre les problèmes proposés. La définition retenue dans le cadre de notre étude est donc la suivante : « Un problème écrit de mathématiques renvoie à une description écrite d'une situation menant à une question mathématique pour laquelle l'élève doit mobiliser ses connaissances antérieures et établir différents liens en vue d'atteindre la solution ».

Par ailleurs, bien que notre intention soit de travailler avec des problèmes qui se rapprochent le plus possible du concept de problème, nous sommes aussi consciente qu'il s'agira toujours de problèmes scolaires, au sens où même si les problèmes qui se retrouvent dans les manuels ou dans les évaluations ministérielles présentent un caractère réaliste important (Fagnant et Demonty, 2004), il s'agira toujours de problèmes créés spécifiquement à des fins de formation et d'évaluation.

2.1.2 Concept de compréhension

D'un point de vue pédagogique ou didactique, la compréhension peut être définie comme étant « l'élaboration par le sujet d'un ensemble cohérent de concepts en vue de se constituer une représentation adéquate d'un objet, laquelle représentation favorise l'atteinte d'objectifs d'apprentissage variés » (Legendre, 2005, p. 261). Dans le cadre de cette étude, nous aborderons le processus de compréhension des problèmes écrits sur le plan des représentations que se construisent les élèves. Nous privilégions cette perspective de recherche puisqu'il émerge des études conduites depuis les quinze dernières années que différents niveaux de représentation interviennent dans la compréhension d'un problème écrit de mathématiques. Ainsi, nous considérons que dans le domaine de la résolution de problèmes écrits de mathématiques, la compréhension peut être définie comme la construction d'une suite de représentations mentales du problème construites par l'élève (Hegarty et Mayer, 1992; Janvier, 1987; Voyer, 2006). Il faut préciser qu'en contexte scolaire, la résolution de problèmes mathématiques est principalement travaillée à l'aide de problèmes écrits de mathématiques, qui renvoient aux problèmes qui se retrouvent abondamment dans les manuels scolaires (Seifi *et al.*, 2012), aussi connus sous l'appellation des *word problems* par les anglo-saxons (Hegarty *et al.*, 1995; Verschaffel *et al.*, 2000; Vicente, Orrantia, et Verschaffel, 2007). De ce fait, comprendre le problème, c'est en fait comprendre le texte (écrit) dans lequel s'inscrit le problème à résoudre.

Si la compréhension est communément définie comme étant la construction de représentations mentales, la nature de ces représentations est expliquée différemment selon les auteurs, en fonction de leur position théorique. Deux positions théoriques s'opposent quant aux représentations élaborées par les élèves lors du processus de compréhension d'un problème écrit de mathématiques : (1) la théorie des schémas de problème et (2) les modèles de représentation du processus de compréhension (modèle de situation et modèle de problème). Ces deux positions seront présentées dans les sous-sections suivantes. Pour ce faire, trois angles d'analyse ont été retenus, soit l'analyse sémantique, l'analyse de différenciation et l'analyse épisodique, qui seront réalisées de façon complémentaire. Selon Van der Maren (2003), l'analyse sémantique consiste à « comparer les significations d'un concept dans un ou plusieurs textes du domaine étudié » (p. 180). Ainsi, nous pourrons comparer les différents sens attribués aux principaux concepts propres à chaque position selon différents auteurs. L'analyse de différenciation telle que proposée par Soltis (1985) sera ensuite utilisée dans le but de dégager les éléments de convergence et de divergence existants entre les deux positions théoriques. Finalement, pour ce qui est de la perspective épisodique, « elle s'intéresse aux contextes concrets de l'usage d'un concept, à son inscription dans la réalité » (Gohier, 2011, p. 99). Nous pourrons donc étudier ces concepts dans un contexte précis d'utilisation, soit l'activité de résolution de problèmes écrits de mathématiques en contexte scolaire.

2.1.2.1 La théorie des schémas de problème

Le concept de schéma de problème est un concept polysémique pouvant être employé différemment par les auteurs en fonction des recherches menées. Selon Levain (2000) trois principaux sens sont généralement attribués à ce concept. D'abord, le concept de schéma de problème peut renvoyer à une typologie des différentes catégories de problèmes additifs et multiplicatifs. Cette première signification est reconnue par Levain (2000) comme étant très près du concept de structure ou de classe de problèmes. Un deuxième sens que peut prendre le concept de schéma de problème est celui de schèmes d'action, qui renvoie davantage à la notion de procédure. Autrement dit, ce sont des procédures qui sont comprises et appliquées de façon automatique pour une classe de problèmes en particulier (Julo, 2002). La règle de trois est un exemple pouvant illustrer ce deuxième sens. Finalement, d'un point de vue plus général, le terme schéma peut tout simplement être considéré en tant que représentation graphique, au sens propre de schéma ou de dessin, agissant comme support au raisonnement de l'élève (Levain, 2000).

Contrairement à Levain (2000), Julo (2002) parle plutôt de trois « sortes de schémas abstraits » (p. 38) dont une seule sorte relève selon lui réellement de la notion de schéma de problème. Il décrit ces trois sortes de schémas de la façon suivante :

(1) « Ceux qui correspondent à des catégories bien différenciées en termes de structures de problèmes […];

(2) Ceux qui correspondent à des outils de modélisation introduits dans l'enseignement (par exemple, le tableau de proportionnalité ou les diagrammes fléchés pour les problèmes additifs);

(3) Ceux qui correspondent à des procédures de résolution acquérant le statut de règle d'action pour une catégorie donnée de problèmes, c'est-à-dire de procédures à la fois automatisées et comprises pour cette classe de problèmes (par exemple, la règle de trois autrefois) » (Julo, 2002, p. 38)

Selon Julo (2002), il convient de considérer uniquement la première *sorte* en tant que schéma de problème. Selon cet auteur, la seconde et la troisième sorte de schémas décrits renvoient respectivement à la formation des concepts eux-mêmes et à des schèmes d'action, davantage qu'à des schémas de problèmes.

Plusieurs définitions du concept de schéma de problème proposées dans la recherche vont dans le même sens que celle retenue par Julo (2002). Cependant, il subsiste quelques variations quant au vocabulaire choisi par les auteurs pour le définir. Certains parlent de structures de réseaux sémantiques, de structures abstraites ou de représentations schématiques abstraites, alors que d'autres parlent plutôt de cadres de problème, de cadres abstraits et généraux ou même de canevas préformés (Escarabajal, 1984; Porcheron, 1998; Riley, Greeno et Heller, 1983; Thevenot et Barrouillet, 2015; Thevenot, Devidal, Barrouillet et Fayol, 2007). Bien que différentes formulations soient utilisées par les auteurs pour décrire ce qu'est un schéma de problème, elles revoient toutes à la même idée : l'organisation des informations du problème pouvant être représentées par des réseaux sémantiques, c'est-à-dire des réseaux explicitant les relations entretenues entre les données du problème. La définition proposée par Escarabajal (1984) résume bien cette idée :

> Un schéma est un ensemble de variables ou « places », reliées entre elles par des opérations ou des relations. Un schéma est donc un réseau relationnel qui, dans notre contexte, décrit à un moment donné, une connaissance logico-mathématique de l'enfant (p. 249).

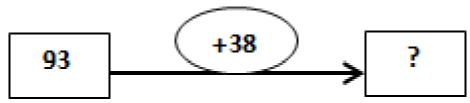
Selon cette perspective, les schémas de problèmes permettraient d'organiser les données de l'énoncé selon certaines configurations standards, stockées dans la mémoire à long terme (Porcheron, 1998). Cette idée de configuration standard énoncée par Porcheron (1998) est aussi défendue par Thevenot et ses collègues (2007) qui soutiennent que les schémas de problèmes présentent des caractéristiques invariantes liées à différentes classes de problèmes. Ainsi, le schéma serait indépendant de la situation décrite dans l'énoncé de problème à résoudre. Les cases du schéma (étant initialement vides) sont ensuite complétées progressivement à l'aide des informations propres au problème à résoudre, c'est-à-dire au fur et à mesure que celles-ci sont lues dans l'énoncé de problème écrit (Riley *et al.*, 1983).

L'exemple suivant, tiré du travail de Thevenot et Barrouillet (2015), permet de bien comprendre à quoi pourrait ressembler le schéma d'un problème de changement.

> Un schéma lié à un problème de changement contiendrait une quantité initiale qui représente l'ensemble de départ (initial), un événement qui viendrait modifier l'ensemble de départ (augmentation ou diminution), et une quantité finale inconnue (ou un ensemble de résultat) (p. 162).

Un deuxième exemple est proposé par Levain (2000) qui présente trois problèmes additifs, accompagnés de leur schéma respectif. Ces exemples permettent d'illustrer concrètement ce à quoi ressemblent des schémas complétés.

Le vol n°9 d'Air France Europe fait escale à Lyon avant de se poser à Marseille. Il y avait 93 passagers dans l'avion, il en monte 38 à Lyon, aucun ne descend. Combien y-a-t-il de passagers avant l'atterrissage à Marseille?



En 1996, la population de Besançon était de 109 862 habitants. Cette population a diminué de 2712 habitants en 10 ans. Combien y avait-il d'habitants en 1986 à Besançon?

Pendant les mois de mai et juin, le niveau d'eau d'une citerne a diminué de 286 litres. Au mois de mai, le niveau d'eau de cette citerne avait diminué de 395 litres. Que s'est-il passé au mois de juin?

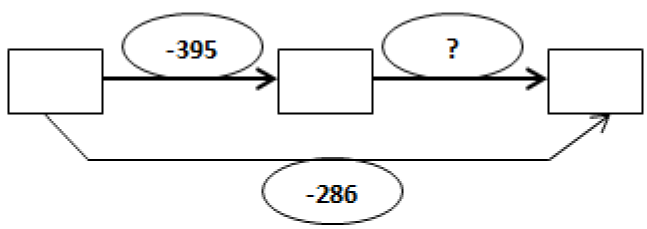


Figure 2. Exemples de problèmes additifs et de leur schéma respectif tirés de l'étude de Levain (2000)

Ces quelques exemples permettent de constater que seules les données quantitatives (et les relations qu'elles entretiennent entre elles) sont incluses dans les schémas de problèmes. Ces exemples mettent aussi en évidence qu'en remplissant les cases du schéma de problème, qui se veut initialement général, il devient possible de dégager les procédures à mettre en œuvre pour résoudre un problème en particulier. Ces propos sont appuyés par certains auteurs qui soulignent que le schéma de problème contient aussi les procédures étant nécessaires à la résolution, qui elles sont déclenchées automatiquement au fur et à mesure que les espaces vides sont complétés (Kintsch et Greeno, 1985; Thevenot *et al.*, 2007). À ce sujet, Escarabajal (1984) propose une explication qui est à notre avis plus nuancée. Selon cette auteure, le solutionneur sélectionne d'abord un schéma de problème (parmi ceux disponibles dans sa mémoire à long terme) pour ensuite remplir les cases vides à l'aide des données du problème. Les procédures de résolution seraient finalement « dérivées des connaissances relationnelles exprimées dans le schéma » (Escarabajal, 1984, p. 249).

En résumé, selon la définition retenue ici, les schémas de problèmes sont des cadres abstraits et généraux correspondant à des catégories particulières en termes de structure de problèmes, dans lesquels seuls les éléments quantitatifs (valeurs numériques et relations) sont inclus.

2.1.2.1.1 La mobilisation et l'acquisition des schémas de problèmes

Considérant la catégorisation de problèmes additifs développée par Riley et ses collègues (1983), lorsque les élèves sont appelés à résoudre un problème additif, ils aborderaient la résolution du problème en ayant à leur disposition (dans leur mémoire à long-terme) différents schémas de problèmes associés aux différentes classes de problèmes généralement travaillées en classe (comparaison, changement et réunion). Le choix du schéma à utiliser pour atteindre la solution au problème peut être activé par le repérage d'indices textuels tels que des mots-clés (aussi appelés mots inducteurs) (Thevenot *et al*., 2007). Par exemples, le mot-clé « ensemble » est un indice pouvant permettre de sélectionner le schéma partie-tout, tandis que les expressions « plus que » et « moins que » déclencheraient plutôt les schémas de comparaison (Thevenot et Barrouillet, 2015; Thevenot *et al*., 2007). Selon cette perspective, certains auteurs expliquent les difficultés rencontrées par les élèves en résolution de problèmes écrits par un manque d'adéquation entre les expressions linguistiques présentées dans l'énoncé de problème écrit et le schéma de problème mobilisé pour la résolution (Cummins *et al*., 1988; Lewis et Mayer, 1987). Selon ces auteurs, cette explication serait compatible avec le fait que le rendement des élèves s'améliore généralement avec l'âge : l'expérience acquise par les solutionneurs avec le temps et la pratique leur permettrait de développer et de consolider les schémas de problèmes dans leur mémoire à long terme. De ce fait, les pairages inadéquats diminueraient et le rendement augmenterait (Thevenot *et al*., 2007). Porcheron (1998) ajoute qu'un pairage inadéquat entre l'énoncé de problème (tel qu'écrit) et le schéma de problème sélectionné, peut être dû à « des schémas partiels, incomplets ou insuffisamment détaillés » (p. 39). Dans un tel cas, les élèves utiliseraient plutôt des schémas qui leur sont accessibles. Or, puisque les schémas étant accessibles sont généralement plus simples, il a été remarqué que les élèves semblent alors résoudre un problème différent de celui qui leur est réellement posé (Cummins *et al*., 1988; Escarabajal, 1984). Dans son étude, Escarabajal (1984) a demandé à des élèves de composer un problème qui ressemble à celui qu'ils venaient tout juste de résoudre. Les enfants n'ayant pas résolu le problème correctement, parce qu'ils ont choisi un schéma différent (et plus simple), ont créé des problèmes dont la structure différait du problème posé, mais concordait avec la résolution qu'ils en avaient faite.

Il semble donc que pour mobiliser un schéma de problème, il faille avant tout que celui-ci soit disponible : l'élève doit d'abord l'avoir construit et emmagasiné dans sa mémoire à long terme. Selon cette perspective, la question qui se pose maintenant est de savoir comment ces schémas sont-ils appris par les élèves?

Julo (2002) s'est penché sur la question de l'apprentissage des schémas de problèmes. Il a d'abord affirmé que « c'est en devenant capable de percevoir la ressemblance qui existe entre deux problèmes, du point de vue de leurs structures, que l'on deviendrait capable de transférer la solution d'un problème connu à un problème nouveau » (Julo, 2002, p. 37). Cette position défendue par Julo (2002) se distingue des autres chercheurs à différents égards. Plusieurs ont privilégié des pratiques basées sur l'enseignement explicite des classes de problèmes, c'est-à-dire un enseignement visant la différenciation et la catégorisation systématique des schémas de problème rencontrés régulièrement en situation de résolution de problèmes scolaires. Au contraire, Julo (2002) émet plutôt l'hypothèse selon laquelle la source et le moteur de la formation des schémas se situent au sein de l'activité de représentation et non sous la dépendance d'une éventuelle activité de catégorisation. Selon cette hypothèse, les pratiques visant à apprendre par cœur des schémas de problèmes seraient peu adaptées, étant donné que celles-ci ne s'inscrivent pas dans une visée de représentation. Julo (2002) ajoute que pour être efficaces, ces pratiques doivent être orientées vers un enseignement très spécifique de certains schémas des problèmes jugés importants à maîtriser par les élèves. Cela engendrerait alors un risque de retour aux anciennes méthodes, pour lesquelles les aspects conceptuels jouaient un rôle secondaire :

> En quoi apprendre à se représenter graphiquement la structure d'un problème et à reconnaître des classes de problèmes diffère-t-il des pratiques anciennes d'entraînement systématique à la résolution de certains types de problèmes? (Traduction libre, Julo, 2002, p. 35)

Selon cette perspective, Julo (2002) considère que ce sont les représentations élaborées lors des différentes expériences de résolution de problèmes qui contribueraient à la formation des schémas et à leur évolution. Les diverses représentations construites d'un problème à un autre s'emmagasineraient, s'accumuleraient et s'organiseraient peu à peu en schémas de problème.

En somme, la théorie des schémas de problèmes telle que présentée par les écrits scientifiques laisse présupposer que les éléments qualitatifs propres à la situation dans laquelle s'inscrit le problème ne soient pas considérés lors de la résolution du problème. Le schéma de problème étant uniquement composé des informations mathématiques pertinentes et nécessaires à l'atteinte de la solution (Kintsch et Greeno, 1985), certains auteurs défendent une position différente, incluant la construction d'une représentation mentale s'inscrivant au-delà des relations logico-mathématiques. Comme ces auteurs, nous croyons que la compréhension du problème ne peut être représentée uniquement par le schéma sélectionné et instancié. Notre position est justifiée par les nombreuses études abordées à la section suivante.

2.1.2.2 Des modèles de représentation du processus de compréhension : modèle de situation et modèle de problème

Dans le cadre de la présente étude, nous allons nous concentrer plus particulièrement sur l'élaboration de deux modèles de représentations mentales, appelés modèle de situation et modèle de problème, qui renvoient à deux niveaux de représentation différents, mais complémentaires (Coquin-Viennot et Moreau, 2007; Moreau et Coquin-Viennot, 2003; Nathan *et al*.,1992; Reusser, 1990; Staub et Reusser, 1995; Thevenot *et al.*, 2007; Thevenot et Oakhill, 2005, Voyer, 2006).

Le concept de modèle de situation introduit par Reusser (1990) dans le processus de résolution de problèmes écrits de mathématiques renvoie à un modèle épisodique de la situation décrite dans l'énoncé de problème, c'est-à-dire à une représentation non-mathématique de la situation. Au lieu de passer directement de la base de texte[13] au modèle de problème, comme c'est le cas dans la modélisation du processus de résolution de problèmes proposée par Kintsch et Greeno (1985) (voir figure 3), Reusser (1990) propose l'ajout d'un modèle de situation. Il décrit le modèle de situation en tant qu'« étape » intermédiaire à la construction du modèle de problème, qui lui, mènera à la résolution mathématique du problème (voir figure 4). Le modèle de problème renvoie donc au niveau de représentation étant adapté à l'intention première poursuivie par le solutionneur, c'est-à-dire résoudre le problème mathématiquement.

Pour Reusser (1990), ce passage direct entre la base de texte et le modèle de problème s'avère être une limite importante du modèle de Kintsch et Greeno (1985) lorsque le problème à résoudre n'est pas un problème réduit. Un problème réduit est un problème

[13] La base de texte renvoie aux éléments et aux relations issus directement du texte, c'est-à-dire aux informations qui sont spécifiquement explicitées dans le texte (Voyer et Goulet, 2013)

pour lequel tout ce qui est pertinent pour la résolution se trouve dans l'énoncé et où tout ce qui se retrouve dans l'énoncé est pertinent pour résoudre le problème (Voyer, 2006). Ainsi, les travaux de Reusser (1990) ont servi à modéliser le passage de la base de texte au modèle de problème lors de la résolution de problèmes aux contextes plus riches et plus élaborés, exigeant la génération d'inférences pour assurer la compréhension du problème (Voyer, 2006).

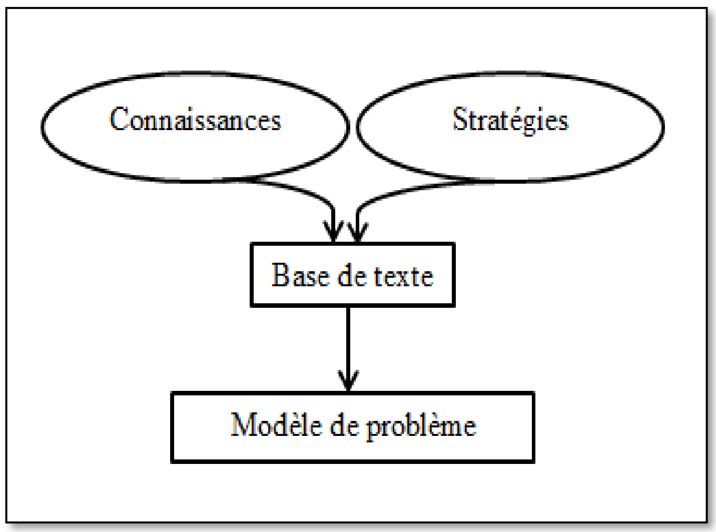


Figure 3. Modèle de résolution de problèmes de Kintsch et Greeno (1985)

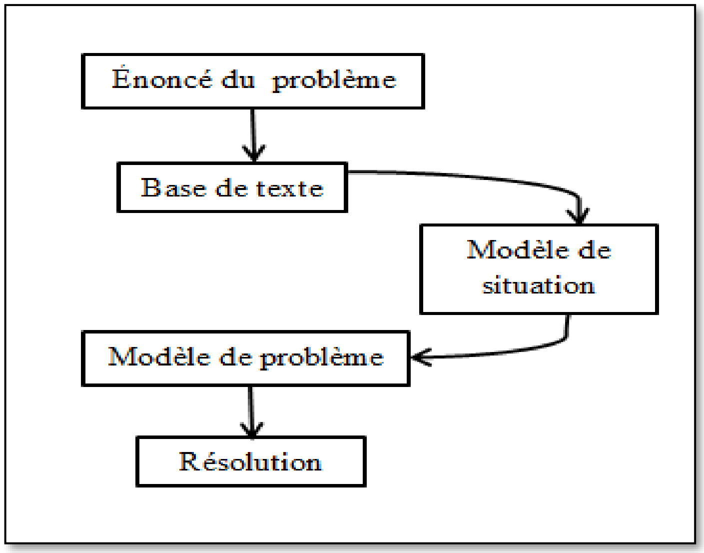


Figure 4. Modèle de résolution de problèmes incluant le modèle de situation de Reusser (1990)

En somme, selon cette position théorique, le processus de compréhension et de résolution de problèmes écrits de mathématiques impliquerait trois niveaux (mutuellement contraignants) de représentation : 1) une représentation des données textuelles en soi, connue sous le nom de la base de texte ; 2) une représentation informelle et qualitative, véhiculée par le texte et les connaissances antérieures du solutionneur, appelée le modèle de situation et 3) une représentation des relations logico-mathématiques existantes entre les données, qui renvoie au modèle de problème.

Il faut préciser que la position des modèles de représentation du processus de compréhension, qui ajoute un deuxième type de représentation (dites qualitatives), ne contestent pas l'idée de la création d'un schéma de problème. Cependant, les auteurs utilisent généralement le concept de modèle de problème plutôt que celui de schéma. Pour sa part, Porcheron (1998) mentionne qu'une façon de voir la construction d'un modèle de problème serait d'affirmer « qu'il résulte d'une intégration des données dans des schémas arithmétiques » (p. 38). Il est donc possible d'établir un lien étroit entre la création d'un modèle de problème et la mobilisation d'un schéma de problème.

D'ailleurs, selon Kintsch et Greeno (1985), ces deux concepts seraient complémentaires :

> Le modèle de problème contient seulement les informations mathématiques pertinentes et nécessaires pour résoudre le problème. Les propositions sont prises directement de la base de texte et sont attribuées aux bonnes sections d'un schéma mathématique, inclus dans le modèle de problème (Traduction libre, cité par Thevenot *et al*., 2007, p. 44).

Plusieurs auteurs décrivent la position de Kintsch et Greeno (1985) comme étant excessivement rattachée à la théorie des schémas de problèmes (Nathan *et al*., 1992; Reusser, 1990; Staub and Reusser, 1995). Selon eux, le modèle de problème ne serait pas uniquement élaboré par la mobilisation des connaissances spécifiques liées aux structures des problèmes, à savoir les schémas de problèmes. En effet, le modèle de problème serait construit en fonction du schéma de problème activité, mais aussi en fonction des informations fournies par le modèle de situation élaboré (Nathan *et al*., 1992; Orrantia, Munez, Vicente, Verschaffel et Rosales, 2014 ; Reusser, 1990). Conséquemment, modèle de problème et schéma de problème sont des concepts très similaires, à la différence près que la construction du modèle de problème tient compte des représentations issues d'une compréhension qualitative du problème.

Par ailleurs, si les auteurs s'entendent généralement pour dire que le modèle de situation et le modèle de problème sont deux niveaux de représentation différents qui interviennent de façon complémentaire lors de la compréhension d'un énoncé de problème écrit de mathématique, une nuance peut être observée entre les auteurs par rapport à la nature des éléments qui composent plus précisément l'une et l'autre de ces représentations (Moreau, 2001). Alors que certains définissent le modèle de situation comme étant un niveau de représentation purement qualitatif (Coquin-Viennot et Moreau, 2007), d'autres affirment au contraire que les données numériques font aussi partie du modèle de situation. C'est le cas de Thevenot et ses collègues (2007), qui défendent l'idée selon laquelle le modèle de situation inclut non seulement les informations qualitatives liées à la situation décrite dans l'énoncé de problème, mais aussi les informations mathématiques nécessaires à la résolution du problème. Selon ces auteurs, le modèle de problème contiendrait alors uniquement les informations mathématiques pertinentes et nécessaires pour résoudre le problème. De son côté, Moreau (2001) distingue les éléments qui composent le modèle de situation et le modèle de problème en utilisant la formulation « éléments du contexte » et « éléments qui constituent la structure du problème ». Selon cette auteure, le modèle de situation inclut à la fois les éléments contextuels et les éléments liés à la structure du problème, tandis que le modèle de problème est réduit aux éléments qui constituent la structure du problème, c'est-à-dire « les éléments importants pour la résolution du problème ainsi que leurs relations » (Moreau, 2001, p. 173).

Nous observons aussi des différences entre les auteurs au regard de l'ordre de construction de ces deux niveaux de représentation. Tel que discuté précédemment, Reusser (1990) présente le modèle de situation en tant qu'étape précédant la construction du modèle de problème. Cependant, d'autres auteurs soutiennent plutôt que ces deux niveaux de représentation se supportent mutuellement et donc sont construits en parallèle (Nathan *et al*., 1992). Pour Nathan *et al*. (1992), il s'agit d'une interaction entre les constructions des deux modèles : « Il n'y a pas d'abord compréhension de la situation puis élaboration du modèle de problème, car la compréhension doit être, dès le début, guidée par l'ébauche de la construction du modèle de problème » (cité dans Porcheron, 1998, p. 44). Pour sa part, Moreau (2001) ne se prononce pas à savoir si le modèle de situation est à l'origine ou en relation avec le modèle de problème. Elle considère simplement ces deux niveaux de représentation comme étant interactifs, au sens où un niveau peut intervenir sur un autre. Elle ajoute que dans tous les cas, « le modèle de situation constitue un support à l'élaboration du modèle de problème » (p. 50). Quelques années plus tard, Coquin-Viennot et Moreau (2007) ont poursuivi leurs réflexions pour amener un nouveau questionnement : le modèle de situation est-il intégré dans le processus de construction du modèle de problème ou s'il est seulement utilisé dans le contrôle[14] de celui-ci ? Aucune réponse à cette question n'a encore été proposée à ce jour. À notre avis, si la ligne est souvent très mince entre ce qui compose un modèle de situation et un modèle de problème, c'est parce que certaines représentations font partie des deux niveaux simultanément. Ainsi, en réponse à la question de Coquin-Viennot et Moreau (2007), nous pensons qu'il existe une zone commune à ces deux niveaux de représentation.

2.1.2.2.1 Concepts de modèle de situation et modèle de problème : l'idée d'une zone commune

Avant de présenter notre position concernant la construction d'un modèle de situation et d'un modèle de problème, il convient de discuter du rôle du modèle de situation et/ou du modèle de problème dans le processus de résolution de problèmes écrits de mathématiques.

Certains auteurs affirment que si le modèle de situation élaboré est incomplet ou inexact, la résolution du problème en sera affectée, tant à l'égard du choix des stratégies mobilisées que du rendement (Nortvedt, 2011; Thevenot *et al.*, 2007). Selon Nortvedt (2011), le risque associé à la construction d'un modèle de situation incomplet est de construire (sur les bases du modèle de situation créé), un modèle de problème étant simplifié, et par conséquent, incorrect. Porcheron (1998) explique que le modèle de situation permettrait de compléter, d'enrichir une représentation « purement propositionnelle d'un texte » (p. 34). Il précise que ce n'est plus le texte qui est alors représenté en mémoire, mais plutôt la situation décrite. Dans le même ordre d'idées, Geiger et Vantine (2006) affirment que dès qu'un modèle de situation est élaboré, ce dont se rappelle le solutionneur dépend maintenant de cette représentation plutôt que du texte en soi (base de texte). Les propos de Porcheron (1998) permettent aussi de clarifier la nature des informations pouvant être fournies par la construction d'un

[14] Au sens « d'aide à ».

modèle de situation. Selon lui, « une conséquence de la construction du modèle de situation est la possibilité d'effectuer des inférences et de faire apparaître des propriétés qui ne sont pas explicites dans le texte » (Porcheron, 1998, p. 33). Les propos de Porcheron (1998) sont fondés sur l'exemple donné par Nathan et ses collègues (1992, p. 333) :

> Un avion quitte Denver et vole vers l'est à la vitesse de 200 miles par heure. Trois heures plus tard, un second avion quitte Denver, suit une route parallèle au premier et vole vers l'est à une vitesse de 250 miles par heure. Combien de temps le second avion mettra-t-il pour dépasser le premier ?

Un exemple d'un modèle de situation adéquat, en lien avec l'énoncé de problème ci-dessus, serait de se représenter deux avions, voyageant le long d'un parcours parallèle, captant le moment où le deuxième avion passe le premier (Nathan *et al*., 1992). Ces auteurs ajoutent que selon les connaissances de chacun, il est possible que différentes représentations en lien avec les éléments de la situation soient élaborées. Peu importe quels éléments de détails sont construits par chacun, l'élément central du modèle de situation serait de se représenter un objet en mouvement dépassant un autre objet. Toujours selon Nathan *et al.* (1992), bien que rien ne soit dit dans l'énoncé écrit à propos de la distance que les deux avions auront parcouru lorsque le dépassement s'effectuera, cet élément central du modèle de situation élaboré révèle que lors du dépassement, les deux avions auront parcouru la même distance à partir de Denver. Porcheron (1998) affirme alors que seule la référence au modèle de situation permet d'inférer cette information qui est essentielle à la réussite du problème. À la lumière des propos soutenus par ces auteurs (Nathan *et al*., 1992; Porcheron, 1998), nous soulevons la question suivante : Y-a-t-il un seul élément central associé au modèle de situation menant à la production d'une inférence explicitant une information essentielle à la réussite du problème? Si nous reprenons l'exemple ci-haut, ne pourrait-on pas affirmer que de comprendre que lorsque le premier avion décolle et débute son trajet, le deuxième avion ne bouge pas, soit aussi un élément central lié au contexte étant essentiel pour résoudre le problème mathématiquement? Qu'en est-il de comprendre que le premier avion part plus tôt, mais se déplace à une vitesse plus lente, tandis que le deuxième avion part plus tard, mais se déplace plus rapidement ? À notre avis, ces exemples permettent une compréhension du problème selon une perspective qualitative et informelle (aucune donnée quantitative ou référence au choix de l'opération), tout en contribuant à l'élaboration d'une compréhension orientée vers une perspective mathématique. Conséquemment, il devient difficile de se prononcer à savoir s'il s'agit de représentations faisant partie du modèle de situation ou du modèle de problème puisqu'elles sont étroitement liées les unes aux autres. De ce constat a émergé l'idée d'une zone commune (voir figure 5) incluant les représentations qui servent à comprendre les éléments du contexte qui sont directement liés à la modélisation du problème. Selon nous, ces représentations se trouvant dans la zone commune sont celles qui permettent une compréhension experte du problème au regard de l'intention première de l'activité, soit de résoudre le problème mathématiquement.

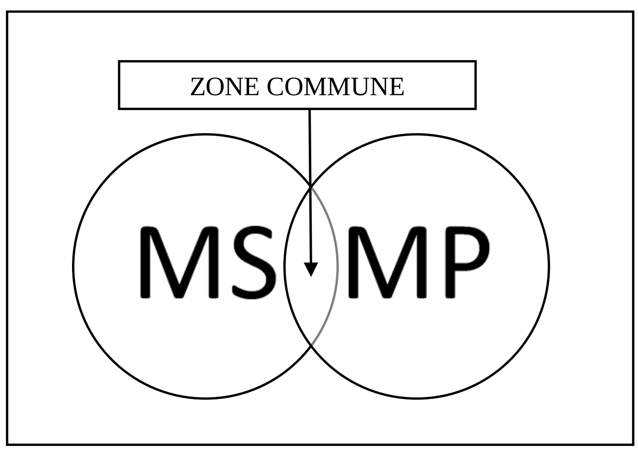


Figure 5. Illustration d'une zone commune entre les éléments du modèle de situation et ceux du modèle de problème

Ce schéma permet de voir qu'il existe aussi un modèle de situation (MS) ne faisant pas partie de la zone commune au modèle de problème (MP). Les représentations du modèle de situation sont celles qui ne sont pas directement en lien avec la modélisation du problème. Elles permettent simplement d'enrichir la représentation du contexte dans lequel s'inscrit le problème, sans fournir quelconque piste de modélisation adéquate. Autrement dit, il s'agit de représentations que nous pouvons appeler optionnelles, élaborées en fonction des expériences et connaissances de chacun. Par exemples, dans le problème des avions, un lecteur pourrait se représenter mentalement la piste où les deux avions décollent, alors qu'un autre pourrait se représenter plus spécifiquement le modèle ou la couleur des avions. Pour ce qui est du modèle de problème ne faisant pas partie de la zone commune au modèle de situation, il s'agit des connaissances associées aux choix des concepts et des opérations à mettre en œuvre. Par exemple, faire le choix que le déplacement des deux avions peut être exprimé à l'aide d'une table des valeurs ayant pour variables le temps (heure) et la distance (miles).

En résumé, le modèle de situation renvoie aux représentations qualitatives et non mathématiques du problème, permettant de mettre en évidence les éléments de la situation. Les modèles de situation construits par chaque lecteur peuvent se différencier les uns des autres au regard des détails (non nécessaires) liés à la situation ayant été inférés par chacun sur les bases de ses connaissances et expériences personnelles (zone non commune). Pour ce qui est de la zone commune, celle-ci renvoie aux représentations qui servent à comprendre les éléments du contexte étant directement liés à la modélisation du problème. Ces représentations permettent donc au solutionneur de comprendre plus spécifiquement les relations logico-mathématiques entre les données quantitatives et qualitatives. Finalement, le modèle de problème renvoie aux connaissances mathématiques mobilisées par le solutionneur et aux différents choix opératoires qui devront être mis en place. Il faut souligner que le concept de modèle mathématique utilisé par certains auteurs se distingue du concept de modèle de problème au sens où celui-ci fait davantage référence à la modélisation du problème. Autrement dit, la modélisation consiste à transformer le modèle de situation, la zone commune et le modèle de problème en une forme mathématique en vue d'obtenir la solution au problème. Le modèle mathématique renvoie donc plus précisément à l'écriture symbolique permettant de résoudre le problème (par exemple, une équation), tandis que le modèle de problème renvoie généralement à un concept plus large, utilisé pour exprimer une représentation orientée vers une perspective mathématique, traduite ou non par une écriture symbolique (Voyer, 2006). Par exemple, dans le problème des avions, le modèle mathématique pourrait se représenter de différentes façons, notamment à l'aide d'une équation algébrique dont la résolution mènerait à la solution.

Ce qu'il faut retenir, c'est que le modèle de situation, le modèle de problème et la zone commune renvoient à trois niveaux de représentation complémentaires : le modèle de situation étant davantage l'expression d'une compréhension extra-mathématique de la situation, le modèle de problème étant plutôt de l'ordre d'une compréhension mathématique de la situation et la zone commune étant une combinaison des deux niveaux précédents (compréhension mathématique et extra-mathématique). Bien que ces représentations ne soient pas du même ordre, elles visent toutes la même finalité : traduire l'énoncé de problème en un modèle mathématique permettant l'atteinte de la solution. Nous proposons une zone commune au modèle de situation et au modèle de problème, permettant de distinguer les éléments nécessaires et communs aux modèles de situation élaborés par les solutionneurs des éléments non nécessaires étant particuliers à chacun. De plus, l'ajout d'une zone commune rassemble les différentes positions en ce qui a trait à la nature des éléments influençant la résolution du problème. En admettant que certains éléments du modèle de situation vont de pair avec certains éléments du modèle de problème, il devient possible d'affirmer que les représentations faisant partie de la zone commune sont celles étant nécessaires pour parvenir à construire le bon modèle de problème, conduisant à une résolution réussie. À notre avis, le concept d'une zone commune pourrait expliquer pourquoi les études menées au sujet de l'effet du modèle de situation sur le rendement n'ont pas obtenu de résultats convaincants : le modèle de situation incluant des éléments non nécessaires, propres à chaque solutionneur, est trop large. Celui-ci devait être raffiné, comme le propose la zone commune.

2.2 RECENSION DES ÉCRITS SCIENTIFIQUES SUR LES REPRÉSENTATIONS CONSTRUITES PAR LES ÉLÈVES EN SITUATION DE RÉSOLUTION DE PROBLÈMES ÉCRITS DE MATHÉMATIQUES

Les études empiriques s'étant intéressées spécifiquement à l'effet du modèle de situation et/ou modèle de problème sur la compréhension ou sur le rendement des élèves étant plutôt limitées, nous avons élargi la recension des écrits effectuée aux travaux portant sur les différentes représentations construites par les élèves en situation de résolution de problèmes écrits.

Tel que mentionné précédemment, la première tâche à laquelle sont confrontés les élèves lors de la résolution d'un problème écrit de mathématique est la compréhension de l'énoncé de problème. La compréhension de l'énoncé nécessite la construction d'une représentation mentale étant près de celle demandée pour la résolution (Fayol, Thevenot et Devidal, 2005).

Hudson (1983), reconnu comme étant le pionnier des études traitant de la reformulation des énoncés de problèmes écrits de mathématiques, suggère que la facilité avec laquelle les jeunes élèves répondent aux problèmes varie en fonction de la formulation utilisée pour présenter l'énoncé du problème. Par un simple changement dans la formulation de la question qu'il posait aux enfants, Hudson (1983) a obtenu une amélioration considérable de leur taux de réussite. La question « Combien d'oiseaux y-a-t-il de plus que de vers? » a été modifiée par « Combien d'oiseaux n'auront pas de vers? ». Ce changement a occasionné une augmentation du pourcentage de succès de 17 % à 83 % pour les élèves de la maternelle, et de 64 % à 100 % pour les élèves de première année. Cummins et ses collègues (1988) ont interprété ces résultats en affirmant que dans ce cas, les difficultés vécues par les élèves peuvent être expliquées par leur difficulté à interpréter les mots-clés et les phrases utilisés. Le problème présenté à l'aide de la formulation « Combien d'oiseaux y-a-t-il de plus que de vers? » est plus difficile à résoudre non pas parce que les élèves ne possèdent pas le schéma de comparaison, mais plutôt parce qu'ils n'ont pas encore acquis l'interprétation des formulations utilisées pour traiter cette relation de comparaison. Cummins et ses collègues (1988) se sont ensuite intéressés à cette idée de connaissances linguistiques versus connaissances logico-mathématiques. Ils ont mené une étude visant à évaluer ces deux points de vue opposés concernant les erreurs de résolution commises par les élèves. Voyer et Goulet (2013) résument les principaux résultats obtenus par Cummins et ses collègues (1988) :

> Cummins, Kintsch, Reusser et Weimer (1988) ont établi un lien étroit entre les représentations internes que se font les élèves à partir de l'énoncé écrit d'un problème et le processus de résolution que ceux-ci mettent en œuvre pour obtenir une solution. Les auteurs ont validé l'hypothèse selon laquelle les solutions que produisent les élèves sont cohérentes avec les représentations internes qu'ils se sont bâties. Ainsi, les mauvaises solutions sont bien souvent les bonnes solutions des problèmes qu'ils se sont représentés mentalement. Cummins et ses collaborateurs (1988) font ressortir de leur analyse que la réussite en résolution de problèmes dépend en premier lieu d'une bonne représentation interne du problème (p. 3).

Depuis, plusieurs chercheurs ont étudié les représentations construites par les élèves en situation de résolutions de problèmes. Certains ont analysé plus spécifiquement la nature de ces représentations (Geiger et Vantine, 2006; Thevenot *et al.*, 2007), alors que d'autres ont permis de montrer concrètement la complémentarité des différents niveaux de représentation (Moreau, 2001; Moreau et Coquin-Viennot, 2003). Finalement, quelques études récentes se sont intéressées précisément à l'effet du modèle de situation sur le rendement en résolution de problèmes écrits de mathématiques (Coquin-Viennot et Moreau, 2007; Voyer, 2006).

2.2.1 L'étude de Geiger et Vantine (2006)

Dans leur article de 2006, Geiger et Vantine se sont intéressés au lien entre la construction d'un modèle de situation et l'intention de lecture poursuivie lors de la lecture d'énoncés de problèmes écrits de mathématiques, soit « lire pour résoudre » ou « lire pour rappeler ». L'objectif était de vérifier si un modèle de situation est uniquement construit lorsque le lecteur a l'intention de résoudre le problème. Pour ce faire, 38 étudiants de niveau universitaire ont été assignés aléatoirement au groupe 1 « lire pour résoudre » ou au groupe 2 « lire pour rappeler ». Six problèmes de multiplication ou de division ont été présentés à chaque participant. Parmi ces six problèmes, trois conduisaient à des réponses « physiquement impossibles » alors que les trois autres menaient à des réponses « physiquement possibles ». Geiger et Vantine (2006) définissent les problèmes physiquement impossibles comme ceux dont les réponses sont des nombres fractionnaires représentant des objets pour lesquels en réalité seul un nombre entier fait sens. Par exemple, la réponse « un humain et demi » serait considérée comme étant physiquement impossible. Après avoir reçu la consigne de lire les problèmes en vue de les résoudre (groupe 1) ou de lire les problèmes en vue d'en faire un rappel (groupe 2), les participants résolvaient les six problèmes (groupe 1) ou les mémorisaient (groupe 2). Une fois cette première tâche terminée, tous les participants devaient réaliser une tâche de rappel, puis un test de reconnaissance. Pour cette dernière tâche, six paires de problèmes étaient présentées à chaque participant qui devait, pour chacune des paires, identifier le problème original. À partir des rappels des participants (tâche 2), Geiger et Vantine (2006) ont calculé deux scores différents : un score « base de texte », et un score « modèle de situation ». Le score « base de texte » mesure les rappels textuels de l'énoncé de problème, alors que le score « modèle de situation » mesure les rappels des ensembles et des relations entre ces ensembles.

Concernant les scores de rappel « modèle de situation », les résultats obtenus suite aux analyses de variance effectuées ont montré un effet significatif pour l'objectif poursuivi (résoudre versus rappeler) : le groupe « lire pour rappeler » ayant des scores plus élevés que le groupe « lire pour résoudre ». L'effet du type de problème (possible versus impossible) s'est aussi avéré être significatif. Les modèles de situation des problèmes possibles ont été mieux rappelés que ceux des problèmes impossibles. Aucune interaction significative n'a été observée entre le type de problème et l'objectif poursuivi.

Geiger et Vantine (2006) ont interprété ces résultats en affirmant que peu importe l'objectif poursuivi, un modèle de situation était créé. Cette interprétation est appuyée par les auteurs par le fait qu'aucune interaction n'a été notée entre l'objectif poursuivi et le type de problème concernant le score de rappel « modèle de situation ». Les deux groupes ont obtenu des scores de rappel plus élevés pour les problèmes possibles, indépendamment de leur intention de lecture. Les données ont aussi mis en évidence que lors de la tâche de rappel, certains participants du groupe « lire pour rappeler » ont modifié les problèmes impossibles pour les rendre possibles. Malgré le fait que les participants de ce groupe n'avaient pas pour tâche de résoudre les problèmes, plusieurs ont reconnu leur caractère impossible. Les auteurs concluent encore une fois qu'une telle observation n'aurait pas été possible sans la construction d'un modèle de situation.

En somme, les résultats issus de cette étude semblent supporter l'idée selon laquelle la lecture d'un énoncé de problème écrit de mathématiques occasionnerait la construction de représentations allant au-delà de la base de texte, étant donné qu'un modèle de situation serait construit par les lecteurs même lorsqu'ils n'ont pas l'intention de résoudre le problème. Nous retenons de cette recherche que la lecture d'un énoncé de problème écrit de mathématiques, plus précisément sa mémorisation, fait intervenir la construction d'un modèle de situation. Nous pourrions ensuite émettre l'hypothèse selon laquelle la mémorisation est liée à la compréhension (souvent on mémorise ce que l'on comprend (Hiebert et Carpenter, 1992)), et donc que la compréhension d'un énoncé de problème écrit de mathématique fait intervenir la construction d'un modèle de situation.

2.2.2 L’étude de Thevenot, Devidal, Barrouillet et Fayol (2007)

Thevenot et ses collègues (2007) ont réalisé une recherche dont l’objectif général était de clarifier la nature des représentations construites par les élèves pour résoudre des problèmes écrits d’arithmétiques. Ces auteurs défendaient l’idée selon laquelle l’aide procurée par le placement de la question en début d’énoncé serait uniquement due à son effet facilitant sur la construction de la représentation requise pour la résolution du problème, et non à l’activation d’un schéma mathématique. Plus précisément, ces auteurs soutenaient deux hypothèses, à savoir (1) Si l’effet facilitant de la question placée en début d’énoncé est plus grand pour les élèves forts et lors des problèmes faciles, l’effet peut donc être attribué à une activation plus rapide du schéma de problème, et (2) Si l’effet facilitant est plus grand pour les élèves faibles et pour les problèmes difficiles, l’effet peut être attribué à une meilleure intégration d’une représentation mentale spécifique et temporelle.

Pour vérifier ces hypothèses, Thevenot et ses collègues ont travaillé auprès de 72 élèves de quatrième année, dont 36 élèves forts en mathématiques et 36 élèves faibles. Ce classement a été déterminé selon le score à un test contenant 15 problèmes en lien avec la numération, l’arithmétique, la résolution de problèmes écrits d’arithmétique et des problèmes de mesure. En référence à la classification de problèmes proposée par Riley *et al*. (1993), les problèmes utilisés correspondaient aux trois catégories suivantes : combinaison 1, comparaison 1 et comparaison 2. Les problèmes de comparaison 2 sont plus difficiles que les problèmes de comparaison 1, car ils impliquent une expression incohérente avec le choix de l’opération requise pour résoudre le problème (moins que = addition). Deux problèmes par catégorie ont été utilisés, pour un total de six problèmes. Chacun de ces six problèmes était présenté en deux versions : (1) problèmes dont la question était présentée au début de l’énoncé et (2) problèmes dont la question était présentée à la fin de l’énoncé. Au final, chaque participant a donc résolu 12 problèmes (présentés aléatoirement) individuellement. Chaque problème était présenté segment par segment sur un écran d’ordinateur. L’élève contrôlait l’apparition des segments en pressant lui-même une touche du clavier pour avoir accès au segment suivant. Chaque nouveau segment remplaçait le suivant. Par exemple, le problème « Dans une boîte, Tom a 8 billes. Tim a 2 billes. Combien de billes Tom a-t-il de plus que Tim? » était présenté en six segments de la façon suivante : (1) Dans une boîte; (2) Tom a; (3) 8 billes; (4) Tim a; (5) 2 billes; (6) Combien de billes Tom a-t-il de plus que Tim? Lorsque tous les segments étaient présentés, l'élève devait donner sa réponse à voix haute à l'expérimentateur. Le temps passé sur chaque segment était enregistré par l'ordinateur.

Une analyse de variance à trois facteurs (l'habileté en mathématique de l'élève (fort/faible), la position de la question (début/fin), et le type de problème (combinaison 1/comparaison 1/comparaison 2) a été réalisée. Les résultats obtenus montrent que l'interaction entre le niveau d'habileté en mathématique de l'élève (fort/faible) et la position de la question est significative. Les élèves faibles auraient bénéficié davantage du placement de la question au début de l'énoncé que les élèves forts. Pour interpréter ce résultat, les auteurs suggèrent que les modèles mentaux construits pour résoudre des problèmes écrits d'arithmétiques résultent d'une analyse sémantique de la situation décrite dans l'énoncé et que cette analyse sémantique ne diffère pas de celle appliquée dans les autres types de texte. Autrement dit, la construction de ces modèles s'appuierait sur les processus généraux de compréhension. Selon cette perspective, Thevenot et ses collègues concluent que si les élèves faibles dans le domaine de la compréhension de texte sont ceux ayant le plus de difficulté à se construire un modèle de situation, il est normal que ce soit aussi les élèves faibles en mathématiques qui profitent de l'aide supplémentaire accordée par le placement de la question en début de texte. Il faut cependant garder en tête que lorsque ces deux groupes d'élèves (fort/faible) sont comparés entre eux, les scores des élèves faibles étant *a priori* moins élevés, ces derniers ont par le fait même un plus grand potentiel d'amélioration, contrairement aux élèves forts qui obtiennent des scores élevés dès le départ. Conséquemment, il devient difficile de savoir si les améliorations sont dues aux changements apportés, dans ce cas-ci, le placement de la question en début d'énoncé, ou si ce n'est pas seulement l'effet du hasard, parce qu'il y avait place à amélioration.

Finalement, les résultats obtenus ont aussi montré une interaction entre le type de problème et la position de la question. L'effet facilitant de la question en début de texte s'est avéré être plus grand dans les problèmes difficiles, ce qui suggère qu'une meilleure représentation du problème est d'autant plus utile lorsque celui-ci est difficile.

Bien que les résultats obtenus dans le cadre de cette étude ne puissent être clairement attribués au concept de modèle de situation, il est quand même possible d'en faire une interprétation générale selon laquelle une meilleure représentation du problème aurait des effets bénéfiques sur le rendement, particulièrement chez les élèves faibles et pour les problèmes difficiles.

2.2.3 L'étude de Moreau (2001)

La thèse de doctorat de Moreau (2001) ayant pour titre « La compréhension des énoncés de problèmes arithmétiques : rôle du modèle de situation », est probablement la référence la plus élaborée et la plus près de notre intérêt de recherche actuel. Par cette recherche, Moreau (2001) voulait vérifier l'hypothèse selon laquelle « la compréhension d'un énoncé de problème écrit implique la construction d'un modèle de situation et que ce dernier constitue un niveau de représentation pivot entre la base de texte et le modèle de problème » (p. 82). Pour ce faire, elle réalisa deux parties expérimentales, composées d'un total de cinq expérimentations différentes. La première partie expérimentale, comprenant deux expérimentations, visait à spécifier la nature des représentations construites par les élèves lors de la lecture d'énoncés de problèmes arithmétiques, en comparaison à celles construites lors de la lecture de textes narratifs. Moreau a opté pour une tâche de sélection des informations : quatre problèmes ont été enrichis par l'ajout d'informations de nature différente. Ces informations ont été catégorisées en deux grandes classes : (1) les informations indispensables à la résolution et (2) les informations situationnelles. Dans la première classe, il pouvait s'agir d'informations numériques indispensables, de l'inconnu du problème ou de la question. Dans la deuxième classe, il pouvait s'agir de thématiques, d'événements initiateurs, d'informations circonstancielles, de réactions affectives ou d'informations superflues. Selon Moreau (2001), si la compréhension d'un énoncé implique la construction d'un niveau de représentation incluant les personnages, les actions et les événements (c'est-à-dire un modèle de situation), alors ces éléments devraient apparaitre lors de tâches de sélection des informations par les élèves, considérant que les informations sélectionnées renvoient aux éléments ayant permis la construction des représentations des élèves.

Cette première phase expérimentale a été réalisée auprès de 94 élèves de deuxième année (10 ans). Quatre tâches différentes étaient proposées aux élèves : le résumé, le jugement d'utilité, le rappel et le jugement d'importance évalué en temps réel. Lors de la première expérimentation, les élèves devaient d'abord résumer le texte, et ensuite juger de l'utilité de chaque segment du texte, et ce, en fonction de l'objectif de lecture poursuivi (comprendre le problème ou comprendre l'histoire). Finalement, ils devaient effectuer un rappel du problème après avoir répondu à une question de type résolution située en fin de texte. Lors de la deuxième expérimentation, les élèves devaient à nouveau sélectionner les segments du texte qu'ils jugeaient importants, toujours en fonction de l'objectif poursuivi. Cette fois-ci, les segments étaient présentés un à un sur un écran d'ordinateur, de sorte à ce que l'élève ne puisse voir le texte en entier, ni revenir en arrière. C'est ce que l'auteure appelle le jugement d'importance en temps réel.

Moreau (2001) explique que les données obtenues au terme de ces deux expérimentations permettent « d'étudier les patterns de sélection en fonction du type d'informations (indispensable versus situationnel) et de l'objectif de lecture (comprendre un problème versus comprendre une histoire) » (p. 91). Différentes hypothèses ont été formulées par la chercheuse, à savoir :

a) Si la compréhension d'un problème conduit uniquement à la construction d'un modèle de problème, alors seules les informations indispensables seront sélectionnées par les élèves.

b) Si la compréhension d'un problème conduit à la construction d'une représentation double (modèle de problème et modèle de situation), alors les deux types d'informations (indispensables et situationnelles) seront sélectionnées par les élèves.

Par ailleurs, pour valider l'hypothèse de la construction d'un modèle de situation, Moreau (2001) a aussi étudié l'effet de l'objectif de lecture sur la sélection des types d'informations. Elle énonce deux hypothèses en lien avec cette analyse des données, soit :

c) Si la compréhension d'un problème conduit uniquement à la construction d'un modèle de problème, alors les informations situationnelles seront moins sélectionnées avec l'objectif comprendre un problème qu'avec celui de comprendre une histoire.

d) Si la compréhension d'un problème conduit à la construction d'un modèle de problème et d'un modèle de situation, alors les informations situationnelles devraient être sélectionnées dans des proportions équivalentes avec les deux objectifs.

Les tâches réalisées ont été traitées selon différents critères. Pour la tâche de résumé, les informations fournies par les élèves ont été regroupées en fonction des classes énoncées précédemment. L'auteure a donc noté le nombre d'informations reprises par classe. Pour la tâche de rappel, le même principe a été suivi : l'auteure a noté le nombre d'informations rappelées par classe. Finalement, pour les deux tâches de jugement, l'élève devait attribuer une note pour chaque information, allant de « Très utile » (6) à « Très inutile » (1). L'auteure a donc noté le score moyen d'utilité pour chaque classe. Les données ont ensuite été traitées selon deux plans d'analyse différents : (1) en considérant seulement les deux classes d'informations (indispensables versus situationnelles) et (2) en considérant seulement les informations situationnelles (avec les cinq sous-classes décrites précédemment).

Les résultats obtenus pour les tâches de résumé ont montré que le pourcentage d'informations reprises est similaire pour les deux objectifs de lecture : 70,15% d'informations pour l'objectif « Comprendre un problème », et 68,4% d'informations pour l'objectif « Comprendre une histoire ». Plus précisément, les informations indispensables à la résolution ont été reprises plus fréquemment (86,5%) que les informations situationnelles (52,03%). Aucune interaction significative n'a été notée entre les variables « objectif de lecture » et « type d'information ». Considérant maintenant le second plan d'analyse, avec l'objectif « comprendre un problème », les informations thématiques sont celles ayant été les plus reprises parmi les cinq types d'informations situationnelles. De plus, il a été noté que les informations situationnelles de type « événements initiateurs » ont été davantage reprises avec l'objectif « comprendre un problème » qu'avec l'objectif « comprendre une histoire ». Il est aussi intéressant de noter que les informations situationnelles superflues ont été plus souvent reprises avec l'objectif comprendre une histoire.

Concernant la tâche de rappel, les résultats ont montré que les informations indispensables sont davantage rappelées avec l'objectif « Comprendre le problème » qu'avec l'objectif « Comprendre l'histoire », alors qu'aucune différence n'a été notée concernant les informations situationnelles entre les deux objectifs de lecture. En ce qui a trait au deuxième plan d'analyse, les résultats ont montré que les informations situationnelles de type « événements initiateurs » sont encore une fois plus rappelés avec l'objectif « comprendre le problème » qu'avec celui « comprendre l'histoire ».

Concernant les tâches de jugement, il faut souligner que les résultats obtenus vont dans le sens contraire des hypothèses énoncées. Les informations indispensables sont jugées par les élèves comme étant plus utiles avec l'objectif « comprendre un problème » qu'avec l'objectif « comprendre une histoire », alors que l'inverse se produit pour les informations situationnelles. Ce résultat indiquerait que les informations situationnelles seraient davantage privilégiées avec l'objectif « comprendre une histoire ». De plus, pour les deux objectifs de lecture, les informations indispensables ont obtenu une moyenne plus élevée (5,06) que les informations situationnelles (3,2). Dans l'objectif « comprendre un problème », les différents types d'informations situationnelles ont été représentés selon la hiérarchie suivante : élément initiateur > thématique > informations circonstancielles = informations superflues = réaction affective.

Moreau (2001) établit un lien intéressant entre les résultats obtenus au sujet des informations de type « événements initiateurs », à savoir qu'elles aient été celles les plus souvent reprises et rappelées par les élèves pour comprendre un problème, et les études ayant traité de la continuité causale sur la compréhension de textes. Selon elle, les événements initiateurs, qu'elle définit comme les événements qui initient ou causent l'événement mentionné dans le segment suivant, aurait été considéré davantage par les élèves « parce qu'ils occupent une place importante dans la chaîne causale ou dans le réseau causal représentant les relations entre les événements » (p. 176). Autrement dit, Moreau (2001) soutient que les événements initiateurs permettraient de créer une continuité situationnelle causale qui faciliterait la compréhension. Ce lien nous apparaît acceptable lorsque l'on compare la définition donnée par Moreau (2001) à propos de la continuité causale et la définition d'une inférence. Moreau (2001) définit la continuité causale comme « les liens causaux directs entre l'information à traiter et les informations antérieures » (p. 176), alors qu'il est possible de définir le processus inférentiel en tant que processus permettant d'établir des liens entre différentes informations du texte et les connaissances antérieures du lecteur. De ce fait, si Moreau (2001) souligne que la continuité causale constitue un élément important pour la construction d'un modèle de situation visant à comprendre un problème mathématique, nous pouvons affirmer que le processus d'inférence constitue par le fait même un élément important pour la construction d'un modèle de situation visant à comprendre un problème mathématique.

Parmi les conclusions générales énoncées par Moreau (2001) au terme de cette étude doctorale, elle affirme notamment que les résultats obtenus confirment les hypothèses soulevées : la compréhension d'un problème impliquerait la construction d'un niveau de représentation non-formel : le modèle de situation. Pour préciser et consolider certaines de ces conclusions, Moreau a continué à étudier les représentations mentales construites par les élèves en situation de résolution de problèmes mathématiques. Les sections suivantes présentent quelques-unes des études dans lesquelles elle a été impliquée.

2.2.4 L'étude de Moreau et Coquin-Viennot (2003)

L'objectif poursuivi par cette autre étude de Moreau et Coquin-Viennot (2003) était de préciser la nature des représentations élaborées par des élèves de cinquième année (10-11 ans) lors de la lecture de problèmes écrits d'arithmétiques. Pour ce faire, elles ont bonifié des énoncés de problèmes écrits standards en y ajoutant des informations situationnelles supplémentaires. Chaque énoncé de problème contenait à la fois (1) des informations pour la résolution (nécessaires à la construction d'un modèle de problème), (2) des informations sur la situation (nécessaires à la construction d'un modèle de situation), et (3) des informations narratives superflues (pour des fins de contrôle). Les auteures ont travaillé auprès de 91 élèves à qui elles ont proposé deux tâches. La première tâche demandée était de sélectionner les informations (de l'énoncé de problème bonifié) qui permettraient de rendre le problème « le plus court possible » (tout en restant possible à résoudre). Autrement dit, il s'agissait de sélectionner les éléments d'informations nécessaires à la construction d'un modèle de problème. Pour ce qui est de la deuxième tâche, les élèves devaient sélectionner, dans le même énoncé de problème bonifié, les informations qui permettraient de rendre le problème « le plus facile possible à comprendre ». Cette tâche avait donc pour objectif de déterminer si les élèves se construisaient un modèle de situation.

Les résultats obtenus montrent que globalement[15], les informations pour la résolution ont été sélectionnées davantage que les informations sur la situation (81,8% versus 36,1%). Par contre, une interaction significative a été notée entre la tâche et le type d'information sélectionnée. Alors que les informations pour la résolution ont été sélectionnées dans des proportions semblables indépendamment de la tâche (83,6% versus 80,1%), les informations sur la situation ont été sélectionnées davantage lors de la tâche 2 que lors de la tâche 1 (42,2% versus 29,8%). Ces résultats soutiennent donc l'hypothèse selon laquelle lors de la tâche 2, pour laquelle les élèves devaient identifier les informations fournies dans l'énoncé qui le rendaient plus facile à comprendre, les élèves ont non seulement sélectionné des éléments liés à la résolution mathématique (tels que les valeurs numériques essentielles), mais aussi des éléments liés à un modèle de situation.

Pour Moreau et Coquin-Viennot, ces résultats permettent de mettre en évidence qu'un double niveau de représentation intervient lors de la lecture d'un problème écrit. Elles avancent aussi qu'étant donné que les élèves ont sélectionné à la fois les informations pour la résolution et les informations sur la situation lors de la tâche 2, cela voudrait dire que les informations indispensables à la résolution contribuent aussi à la création d'un modèle de situation. Selon elles, cette hypothèse est d'autant plus plausible considérant que les informations superflues n'ont pas été retenues d'une façon

[15] C'est-à-dire pour les deux tâches combinées.

significative par les élèves, dans aucune des deux tâches. Nous pensons que cette deuxième conclusion doit être nuancée, considérant la formulation de la consigne qui a été donnée aux élèves. Le fait que la consigne était de « rendre le **problème** le plus facile possible à comprendre » a pu influencer le choix des élèves à inclure les informations indispensables à la résolution. Il aurait été intéressant de voir si les élèves auraient fait les mêmes choix si la consigne avait plutôt été : « rendre le **texte** le plus facile possible à comprendre ».

2.2.5 L'étude de Coquin-Viennot et Moreau (2007)

Une seconde étude menée par Coquin-Viennot et Moreau (2007) a été réalisée, mais cette fois-ci dans le but d'étudier l'effet du modèle de situation sur le rendement en résolution de problèmes écrits. Plus précisément, l'objectif visé par ces auteures était de vérifier l'hypothèse selon laquelle le rendement des élèves se détériore lorsque le modèle de situation et le modèle de problème ne correspondent pas, c'est-à-dire lorsqu'il y a une incompatibilité entre ces deux niveaux de représentation. Cette recherche a été conduite en France auprès de 90 élèves de troisième (44 élèves) et quatrième année (46 élèves) du primaire (8-9 ans). Chaque élève devait résoudre 14 problèmes d'addition, dont six problèmes de changement (à deux transformations) et huit problèmes de comparaison (dont quatre incluaient les termes « de plus » et quatre les termes « de moins »). Parmi les 14 problèmes totaux, la moitié était des problèmes dont le modèle de situation et le modèle de problème étaient compatibles, au sens que le déroulement de l'histoire était logique par rapport aux données mathématiques présentées, alors que pour l'autre moitié, le modèle de situation et le modèle de problème étaient incompatibles. Le tableau ci-dessous présente des exemples concrets permettant d'illustrer ce que les auteurs entendent par des versions de problèmes compatibles versus incompatibles.

Tableau 9. Exemples de problèmes tirés de l'étude de Coquin-Viennot et Moreau (2007) dont le modèle de situation et le modèle de problème sont respectivement compatibles et incompatibles selon le type de problème

	PROBLÈME DE CHANGEMENT	PROBLÈME DE COMPARAISON
VERSION COMPATIBLE	Au début de l'année, un berger avait un troupeau de 22 moutons. À la fin de l'été, le troupeau avait augmenté de 9 moutons et au printemps suivant, **alors que plusieurs agneaux étaient nés**, le troupeau totalisait maintenant 42 moutons. (Q.1) Est-ce que la taille du troupeau a augmenté ou diminué? (Q.2) De combien?	Claire reçoit son devoir corrigé. Miguel, **qui n'a pas du tout travaillé sur son devoir durant la fin de semaine**, a obtenu 5 points de moins que Claire. Il a obtenu 7 points. Quelle note Claire a-t-elle obtenue?
VERSION INCOMPATIBLE	Au début de l'année, un berger avait un troupeau de 22 moutons. À la fin de l'été, le troupeau avait augmenté de 9 moutons et au printemps suivant, **alors que le loup avait dévoré quelques-uns des moutons**, le troupeau totalisait maintenant 42 moutons. (Q.1) Est-ce que la taille du troupeau a augmenté ou diminué? (Q.2) De combien?	Claire reçoit son devoir corrigé. Miguel, **qui a énormément travaillé sur son devoir durant la fin de semaine**, a obtenu 5 points de moins que Claire. Il a obtenu 7 points. Quelle note Claire a-t-elle obtenue?

Concernant les versions dites incompatibles, les auteures précisent que :

> Cette « incohérence » existe au niveau de la pensée naturelle (Piaget, 1974), mais il n'y a pas d'incompatibilité en termes de logique formelle. Nous pourrions, par exemple, surmonter cette « incohérence » en imaginant que de nouveaux moutons avaient été achetés ou que des agneaux étaient nés. Sinon les problèmes seraient en effet sans signification et « impossibles » à résoudre (Reusser et Stebler, 1997) (Traduction libre, p. 72).

Les auteures ont choisi d'analyser les données liées aux problèmes de changement séparément de celles liées aux problèmes de comparaison, en raison de leur différence quant à leur structure mathématique. Il faut noter que pour les problèmes de changement, deux questions ont été posées aux élèves : d'abord une question de compréhension de texte (Q1) et ensuite, une question d'opération (Q2-Q3). Toutes les questions ont donc été analysées séparément (Q.1, Q.2 (problèmes de changement) et Q.3 (problème de comparaison) selon une analyse ANOVA à deux variables croisées : la cohérence du problème (version compatible versus version incompatible) et le niveau scolaire de l'élève (troisième versus quatrième année).

Pour les problèmes de changement, les erreurs de compréhension (Q.1) ont été plus fréquentes dans les versions incompatibles (47%) que dans les versions compatibles (23%). Les différences se sont avérées significatives pour les élèves de troisième année (64% versus 23%), mais non significative pour les élèves de quatrième année (30% versus 24%). Ce résultat suggère donc que les élèves ont tendance à compter sur le modèle de situation pour répondre à la question de compréhension. Par ailleurs, dès que la question d'opération survient (Q.2), aucune différence significative n'est observée entre le pourcentage d'erreurs enregistré pour les énoncés compatibles et celui enregistré pour les énoncés incompatibles (65% vs 61%). À propos de ce résultat, les auteures émettent l'hypothèse selon laquelle le niveau de compatibilité de l'énoncé n'était pas significatif en raison du degré de facilité des problèmes de changement. En d'autres mots, puisque les problèmes étaient faciles à résoudre (correspondant davantage à des exercices), les élèves n'auraient pas eu besoin du modèle de situation pour trouver une réponse mathématique : ils pouvaient s'en sortir uniquement avec les nombres présentés, en mobilisant un schéma de problème intériorisé.

Pour les problèmes de comparaison, un plus grand nombre d'erreurs a été noté chez les élèves de troisième année que chez les élèves de quatrième année (58% vs 45%), et plus d'erreurs ont été réalisées dans les versions incompatibles que dans les versions compatibles (57% vs 45%). L'interaction entre le degré scolaire et le niveau de compatibilité des problèmes ne s'est pas avérée significative. Selon Coquin-Viennot et Moreau, ces résultats en lien avec les problèmes de comparaison témoignent de l'existence d'un modèle de situation même lorsque l'élève doit répondre à une question mathématique (et non seulement à une question de compréhension comme c'était le cas dans les problèmes de changement). Ces auteurs soutiennent qu'étant donné que les problèmes de comparaison sont connus pour être plus difficiles que les problèmes de changement, même les élèves plus vieux (quatrième année) ne peuvent résoudre correctement ces problèmes en activant uniquement un schéma de problème mathématique. Ils doivent construire une représentation intermédiaire, tel qu'un modèle de situation. Coquin-Viennot et Moreau (2007) concluent que ce sont lors de situations où les schémas de problèmes ne sont pas activés automatiquement (en raison de l'âge des élèves ou du type de problème (comparaison)) que le modèle de situation jouerait un rôle de représentation intermédiaire et causerait une détérioration du rendement s'il ne correspond pas au modèle de problème. Ces résultats doivent toutefois être nuancés, puisque tel que souligné par Vicente, Orrantia et Verschaffel (2008), aucune version standard de problèmes écrits n'était incluse dans cette expérimentation en tant que variable contrôle, ce qui rend impossible l'étude de l'effet des versions compatibles ou incompatibles sur la compréhension des élèves comparativement à des versions standards de problèmes écrits.

2.2.6 L'étude de Voyer (2006)

Dans sa thèse de doctorat, Voyer (2006) part de la conclusion défendue par plusieurs chercheurs selon laquelle la construction d'un modèle de situation fait partie du processus de représentation d'un problème écrit de mathématiques menant à la compréhension du problème. Il précise ensuite ses deux principaux objectifs, soit (1) étudier les facteurs influençant la construction du modèle de situation et (2) étudier l'effet de cette construction sur la réussite des élèves. Le deuxième objectif poursuivi par Voyer (2006) est particulièrement intéressant pour le domaine de la compréhension en résolution de problèmes écrit de mathématiques, considérant que peu d'études ont permis de conclure à un effet (positif) de la construction d'un modèle de situation sur le rendement des élèves. Deux questions de recherche ont été formulées en lien avec cet objectif :

> (1) Est-ce que les élèves qui ont construit un modèle de situation réussissent mieux à résoudre les problèmes ?
>
> (2) Y-a-t-il des éléments du modèle de situation qui influencent davantage le rendement des élèves ?

Pour tenter de répondre à ces questions, Voyer (2006) a travaillé avec un échantillon de 750 élèves de sixième année (11-12 ans) du primaire. Trois problèmes écrits faisant intervenir deux variations linéaires de taux de variation différents ont été construits. Dans un article récent présentant certains résultats issus de la thèse de doctorat, nous décrivions l'instrumentation ayant été utilisée dans le projet initial :

> Pour chacun des problèmes, quatre versions ont été bâties pour faire varier le type d'information contenue dans l'énoncé, de manière à faire varier l'information disponible pour alimenter les représentations des élèves dans leur processus de compréhension. La première version, comme les problèmes utilisés pour valider le modèle de Kintsch et Greeno (1985), est une version réduite où les énoncés ne contiennent que tout ce qui est essentiel et où tout ce qui est essentiel est présent. La version réduite utilisée dans la présente étude renvoie à ce que d'autres auteurs appellent « version standard ». La deuxième version reprend le même problème que la version réduite, mais ajoute une phrase explicative permettant d'expliciter la relation entre les données numériques (Moreau et Coquin-Viennot, 2003). La troisième version, inspirée des problèmes de Cummins et ses collaborateurs (1988), reprend également l'énoncé réduit pour y ajouter des éléments situationnels permettant de créer un contexte plus élaboré et de situer le questionnement mathématique dans une situation près du quotidien de l'élève. La quatrième version, que nous disons complète, inclut à la fois les éléments essentiels de la version réduite, la phrase explicative de la deuxième version et les éléments situationnels de la troisième version. Ces quatre versions permettent d'étudier l'effet de la présence de

> différents types d'informations sur les représentations des élèves (Voyer et Goulet, 2013, p. 16).

Quatre tâches différentes ont été élaborées dans le but d’obtenir des données portant à la fois sur les représentations des élèves et sur leur rendement en résolution de problèmes écrits. Chaque participant a réalisé une seule tâche, soit la tâche A, B, C ou D. Pour répondre à la question « Est-ce que les élèves qui ont construit un modèle de situation réussissent mieux à résoudre les problèmes ? » Voyer (2006) a réalisé des analyses de corrélations à partir des données obtenues aux tâches A et D. La tâche A, tel que décrit dans l’étude de Moreau et Coquin-Viennot (2003), exigeait de l’élève qu’il identifie les éléments de l’énoncé de problème (résolu préalablement) lui ayant permis de mieux comprendre le problème, sans sélectionner les éléments essentiels à la résolution (ceux-ci ayant déjà été identifiés). Il pouvait s’agir d’éléments situationnels, d’éléments explicatifs ou d’éléments inutiles. Les éléments inutiles à la résolution, appelés « éléments de détails » par Voyer (2006), ont été inclus en tant qu’élément de contrôle, pour vérifier si les élèves choisissaient les informations aléatoirement. La tâche D, qui visait à décrire le modèle de situation construit par l’élève, était une tâche de rappel. Les élèves étaient appelés à réécrire le problème résolu, en n’ayant plus accès à l’énoncé.

Concernant la tâche A, l’analyse de corrélation a été effectuée entre le score (moyen) de rendement de l’élève suite à la résolution des trois problèmes, et l'ensemble des éléments du modèle de situation de l'élève, correspondant au nombre d'éléments retenus dans la tâche A pour rendre le problème plus facile à comprendre. Aucun effet significatif n’a été observé pour cette analyse. Voyer (2006) explique donc que globalement, il n’est pas possible de conclure que ces éléments favorisent la réussite des élèves. Une deuxième analyse de corrélation a ensuite été réalisée en utilisant les données de la tâche D. La corrélation a été établie entre les éléments non essentiels rapportés par les élèves lors de la tâche de rappel (qui correspondent au modèle de situation) et la réussite à la résolution des deux problèmes rappelés. La corrélation s’est avérée significative, mais négative. Un tel résultat indique que plus un élève a rapporté des éléments non essentiels, plus son taux de réussite s'est avéré être faible. À la lumière de ces deux résultats, Voyer (2006) explique qu'il ne peut conclure à un lien entre les modèles de situation construits par les élèves et leur réussite aux problèmes. Or, il souligne le fait que ces résultats sont peut-être trop globaux, et mériteraient donc « d'être regardé de manière plus nuancée pour être bien compris » (p. 140). C'est dans cette optique que Voyer (2006) présente ensuite les résultats liés à sa deuxième question, qui visait à savoir si certains éléments des modèles de situation construits par les élèves influencent plus particulièrement leur rendement.

Avant de poursuivre, il faut souligner que d'autres questions de recherche ont été soulevées par Voyer (2006) dans le cadre de ce projet de doctorat, questions et réponses qui ne seront pas discutées dans le présent travail. Parmi celles-ci, il a été montré que les modèles de situation construits par les élèves sont composés de différents éléments : des éléments situationnels et des éléments explicatifs. En ce qui a trait aux éléments situationnels, ceux-ci étaient de trois ordres : des éléments présentant le ou les personnages (phrase 1), des éléments décrivant la situation initiale de l'histoire (phrase 2), et des éléments permettant de mettre en contexte le problème mathématique (phrase 4).

Étant donné que Voyer (2006) cherchait maintenant à connaître l'influence potentielle de chacun des éléments composant les modèles de situation sur le rendement, les éléments situationnels et les éléments explicatifs ont été étudiés séparément lors d'analyses de corrélation et d'analyses de régression. Une première analyse de corrélation entre le nombre d'éléments situationnels retenus lors de la tâche A et le rendement des élèves a permis de mettre en évidence que les élèves qui accordent une importance plus grande aux éléments situationnels de l'énoncé pour comprendre le problème réussissent mieux à le résoudre. Voyer (2006) raffine ce résultat à l'aide d'une seconde analyse montrant qu'il existe un lien significatif entre l'élément situationnel de la phrase 4 et le rendement de l'élève. Plus un élève considère la phrase 4 de l'énoncé, qui servait à introduire le problème mathématique dans le contexte, mieux il réussit à résoudre le problème. Finalement, les résultats des analyses de régression effectuées ont permis de consolider les conclusions avancées par Voyer (2006) voulant qu'une représentation de l'ordre du modèle de situation puisse influencer favorablement le rendement des élèves. Selon ces analyses, 22,4% de la variance au rendement des élèves à la résolution des problèmes peut être expliquée par le nombre d'éléments explicatifs et le nombre d'éléments situationnels (phrase 4) qu'ils ont retenu pour mieux comprendre le problème.

Tout comme Voyer (2006), nous pensons que l'ensemble de ces résultats sont satisfaisants pour affirmer que l'élaboration d'un modèle de situation peut influencer positivement la réussite des élèves en résolution de problèmes écrits de mathématiques. En guise de conclusion par rapport à cette deuxième partie de son projet de recherche, portant sur l'effet du modèle de situation sur la réussite des élèves, Voyer (2006) propose la synthèse suivante :

> En somme, nos résultats nous permettent de constater que la présence d'éléments situationnels dans un énoncé peut favoriser la réussite des élèves seulement si les élèves considèrent ces éléments dans leur processus de compréhension en se construisant une représentation de l'ordre du modèle de situation. Par ailleurs, nos analyses nous ont permis de comprendre que tous les éléments situationnels ne s'intègrent pas à la construction d'un modèle de situation de la même façon. Ainsi, dans notre étude, seuls les éléments qui permettaient de situer précisément le problème mathématique dans un contexte ont été retenus par les élèves pour élaborer leur modèle de situation, et par conséquent ont influencé positivement le rendement des élèves par cette voie (p. 143).

2.3 LA COMPRÉHENSION INFÉRENTIELLE : CHOIX ET DESCRIPTION D'UN OBJET D'ÉTUDE

Dans le chapitre précédent, nous avons brièvement soutenu l'idée selon laquelle la construction d'un modèle de situation et d'un modèle de problème peut être définie en tant que processus inférentiel. En effet, les propos avancés par les auteurs s'étant intéressés aux concepts de modèle de situation et de modèle de problème mettent en évidence le besoin d'établir des liens entre les données du problème (et avec les connaissances antérieures du solutionneur) afin d'atteindre un niveau de compréhension suffisant à une résolution mathématique réussie. Cette idée « d'établir des liens » peut être associée à un niveau de compréhension allant au-delà des informations présentées explicitement dans l'énoncé, appelé la compréhension inférentielle. Dans les sections suivantes, nous décrierons et nous appuierons plus en profondeur la relation entre la compréhension inférentielle et les modèles de situation et de problème.

Nous retenons des définitions présentées que le modèle de situation est composé d'une double structure incluant (1) la base de texte, qui renvoie aux éléments et aux relations étant directement (et explicitement) issus du texte, et (2) les inférences faites par le lecteur sur le texte à partir de ses connaissances et expériences antérieures (Geiger et Vantine, 2006; Kintsch, 1998; Nathan *et al*., 1992; Voyer et Goulet, 2013). Plusieurs auteurs mentionnent explicitement le rôle des inférences dans le processus de construction du modèle de situation (Best, Floyd et McNamara, 2008; Brandao et Oakhill, 2005; Eason, Goldberg, Young, Geist et Cutting, 2012; Geiger et Vantine, 2006; Graesser, Singer et Trabasso, 1994; Kintsch, 1998; Nathan *et al*., 1992; Van Dijk et Kintsch, 1983; Voyer et Goulet, 2013). À titre d'exemple, Van Dijk et Kintsch (1983) soutiennent que « le modèle de situation est élaboré à partir des informations présentes dans le texte et des inférences, produites sur la base des connaissances stockées en mémoire » (cité dans Moreau, 2001, p. 50).

D’autres auteurs proposent plutôt des définitions du modèle de situation qui laissent sous-entendre l’existence du processus inférentiel, sans toutefois mentionner explicitement le concept d’inférence (Fagnant *et al*., 2003). C’est le cas de Fagnant et ses collègues (2003) qui soulignent que « La construction du modèle de situation nécessite de disposer de certaines connaissances relatives au phénomène impliqué dans la situation décrite » (p. 3). Ces auteurs ajoutent qu’au-delà de posséder les connaissances requises pour inférer une information, il est essentiel que celles-ci soient activées. De tels propos cadrent clairement dans le processus d’inférence qui exige non seulement l’accès aux connaissances en lien avec les informations textuelles, mais aussi la conscience de devoir mobiliser ces connaissances (Cain, Oakhill, Barnes et Bryant, 2001). Pour sa part, Kintsch (1998) va au-delà de l’idée selon laquelle les inférences sont nécessaires pour construire un modèle de situation : il affirme plutôt que « les modèles de situation sont une forme d’inférence » (p. 198). Selon Kintsch (1998), un modèle de situation serait donc une inférence en soi. Il faut cependant mentionner que pour certains problèmes, où tous les détails autant que la structure générale sont rendus parfaitement explicites, aucune élaboration supplémentaire n’est requise. Dans ce cas, le modèle de situation peut alors être réduit à la représentation de la base de texte (Kintsch, 1998). L’ensemble de ces propos nous amènent à comprendre que se créer un modèle de situation, c’est en fait aller au-delà de la compréhension littérale pour accéder à la compréhension inférentielle. Ainsi, l’élève engagé dans un processus de génération d’inférences se trouve par le fait même engagé dans un processus de construction de modèle de situation : lorsqu’il produit une inférence, il se crée un modèle de situation.

Pour ce qui est du modèle de problème, l’atteinte de ce niveau de représentation d’ordre mathématique est rendue possible grâce à la compréhension des relations entre les données du problème. Nathan et ses collègues (1992) précisent que les relations entre les données peuvent être implicites, et donc absentes de la base de texte. Lorsque tel est le cas, ces relations doivent alors être inférées par le solutionneur à partir de l'ensemble de ses connaissances non mathématiques propres à la situation, à savoir son modèle de situation. Les propos de Kintsch et Greeno (1985) vont aussi dans ce sens. Selon ces auteurs, l'élaboration d'un modèle de problème exige d'une part que le solutionneur élimine les propositions de la base de texte n'étant pas nécessaires à la résolution du problème, et d'autre part, qu'il infère les informations absentes de la base de texte, mais essentielles à la résolution. Ces informations à inférer peuvent être en lien avec des connaissances mathématiques spécifiques, pertinentes pour résoudre le problème. Par exemple, inférer qu'il faille recourir à une multiplication pour résoudre le problème, ce qui renvoie au choix de l'opération nécessaire. C'est ce qu'explique Porcheron (1998) lorsqu'il affirme que « la compréhension d'énoncés suppose des inférences, qui résultent de la mise en œuvre de stratégies adaptées à ce type de tâche, et qui contribuent à l'élaboration du modèle de problème » (p. 31). Dans d'autres cas, le solutionneur doit plutôt inférer une ou des donnée(s) numérique(s) essentielle(s) à la résolution adéquate du problème. L'énoncé de problème ci-dessous est un exemple témoignant de cette possibilité.

> Pour convaincre ses parents de lui acheter un nouveau chat, Jules leur a promis de le nourrir, de changer son eau tous les jours, de nettoyer sa litière, et même de couper ses griffes régulièrement pour éviter qu'il ne déchire les divans du salon. La première fois qu'il a coupé les griffes de son chat, ça lui a pris une éternité ! Avec 5 griffes par patte, combien de griffes Jules a-t-il dû couper?

Pour résoudre ce problème, le solutionneur doit inférer une donnée numérique n'étant pas présentée explicitement dans l'énoncé, à savoir qu'un chat a quatre pattes. Cette inférence associée au modèle de problème[16] est essentielle à une modélisation adéquate pouvant être traduite par « $5 \times 4 = ?$ ».

[16] Si l'on ne considère pas l'idée d'une zone commune.

Considérant la nature de notre troisième objectif de recherche, visant à étudier les conséquences possibles de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » sur la compréhension des élèves, nous avons choisi d'évaluer le niveau de compréhension des énoncés de problèmes écrits de mathématiques atteint par les élèves en jugeant de leur niveau de compréhension inférentielle et littérale. Les sections qui suivent visent maintenant à présenter plus en profondeur le concept d'inférence.

2.3.1 Le concept d'inférence : les différentes significations selon le contexte

Les nuances pouvant être notées entre les propos des auteurs pour définir le concept d'inférence révèlent le caractère polysémique de ce concept. En effet, différents sens peuvent être attribués au concept d'inférence selon le domaine d'étude ou le contexte particulier dans lequel il est employé. Par exemple, le statisticien proposerait probablement une définition liée à l'inférence statistique, qui renvoie à l'idée de dégager les caractéristiques d'une population en se basant sur les données obtenues à partir d'observations faites sur un échantillon (Fortin, Côté et Filion, 2006), alors que le spécialiste de la lecture présenterait vraisemblablement une définition très différente, étant davantage liée à l'idée de lire entre les lignes ou de combler les vides laissés par l'auteur (Giasson, 2011).

Bien que le concept d'inférence puisse varier selon le contexte dans lequel il s'inscrit, certains auteurs ont proposé des définitions générales de l'inférence, pouvant être appliquées à différents contextes. Bien que moins précises, ces définitions permettent de dégager des éléments clés pouvant être associés au concept d'inférence. Pour sa part, Legendre (2005) définit l'inférence comme une opération mentale qui consiste à établir des liens entre des propositions ou à tirer une conclusion logique d'un ensemble de données matérielles (objets), conceptuelles (idées) ou linguistiques (sens). Campion (2012) précise quant à lui l'utilité de cette opération mentale, en affirmant que l'inférence peut être considérée comme étant une composante essentielle pour grand nombre d'activités telles que la perception, la résolution de problèmes, la compréhension de texte ou la communication verbale. Ces propos soutenus par Campion (2012) permettent de constater que malgré la diversité des contextes dans lesquels le concept d'inférence est utilisé, il y a une certaine constance au regard du type de contexte : il s'agit de contextes faisant tous appel à des activités cognitives.

Parmi ces activités d'ordre cognitif, nous pouvons comparer les inférences générées en contexte de lecture avec celles générées en contexte de situation sociale, c'est-à-dire l'ensemble des situations dans lesquelles nous sommes impliqués au quotidien. Selon certains auteurs, les mêmes inférences seront générées pour bien comprendre ces situations, qu'elles soient présentées à l'écrit ou vécues concrètement (Graesser, Wiemer-Hastings et Wiemer-Hastings, 2001). Le moyen utilisé (exemple: texte versus réalité) pour se représenter le message ne modifierait pas le message en soi. Cependant, Graesser et ses collègues (2001) précisent que les modes de présentation étant différents, certaines distinctions s'appliquent, notamment au regard du support visuel qu'offre la réalité comparativement à l'écrit. En effet, la quantité d'informations disponibles visuellement lors de l'observation d'une situation de la vie courante est abondante, ce qui n'est pas toujours le cas à la lecture d'un texte. De plus, les textes présentent des messages qui sont créés intentionnellement par des gens, dans le but de transmettre une idée ou une information cohérente, alors qu'encore une fois, ce n'est pas toujours le cas pour les événements qui surviennent dans la réalité (Graesser *et al.*, 2001). Sachant que tout écrit engendre inévitablement la production d'inférences pour assurer la compréhension du message que souhaite transmettre l'auteur, il n'est pas surprenant de constater que les définitions généralement proposées pour expliquer ce concept sont majoritairement en lien avec la génération d'inférence en contexte de lecture. Ce contexte est aussi celui qui nous intéresse dans le cadre de notre étude.

Les éléments inclus par les auteurs pour définir une inférence en contexte de lecture sont davantage complémentaires que contradictoires. Par exemples, Nettles (2006) soutient qu'une inférence correspond à un processus de dégagement ou d'activation des informations implicites d'un texte, alors que présenté à l'inverse, Campion et Rossi (1999) affirment que la notion d'inférence renvoie aux informations que le lecteur ajoute au contenu explicite du texte. Pour sa part, Fayol (2000) décrit les inférences comme étant « des interprétations qui ne sont pas littéralement accessibles, des mises en relation qui ne sont pas explicites » (p. 20). Les propos de Fayol (2000) sont appuyés par Giasson (2007), qui affirme que les inférences constituent un aspect indispensable à la reconstruction des relations entre les phrases.

Par ailleurs, selon Ouellet (2009), l'inférence en situation de lecture consiste en un processus de pensée établissant des liens entre les éléments d'information du texte et ses propres connaissances antérieures sur le sujet, de manière à déduire l'information qui est implicite. Cette définition permet de bonifier les précédentes en ce qui a trait au rôle des connaissances antérieures du lecteur dans le processus d'inférence. En effet, dans certains cas, le lecteur mobilisera ses connaissances antérieures, celles connexes à l'information présentée dans le texte, pour contrôler sa compréhension du texte (Baker et Stein, 1981; Cain et Oakhill, 1999; Graesser *et al*., 2001). Par contre, si les connaissances du monde (c'est-à-dire les connaissances générales) sont une source incontournable d'informations pour la plupart des inférences susceptibles d'être générées pour comprendre un texte (Campion et Rossi, 1999), elles ne sont pas nécessairement essentielles pour tous les types d'inférence. C'est le cas notamment des inférences qui permettent au lecteur de faire des liens entre les différentes parties d'un texte (Giasson, 2007) assurant ainsi une compréhension globale et cohérente de l'écrit (Observatoire national de la lecture, 2005; Van Den Broek, Lorch, Linderholm et Gustafson, 2001).

À la lumière des définitions présentées, deux éléments permettent de bien cerner le concept d'inférence utilisé en contexte de lecture : 1) le fait / l'action d'aller au-delà des informations présentées explicitement dans le texte, et 2) le fait / l'action d'établir des liens (soit entre les informations du texte elles-mêmes et/ou avec les connaissances antérieures du lecteur). L'ensemble de ces propos nous amène à reconnaître le rôle central de l'habileté à générer des inférences au regard de la compréhension en lecture. La capacité à inférer permet au lecteur de rendre complète la représentation mentale qu'il se fait du texte (Campion et Rossi, 1999), et devient essentielle pour construire adéquatement le sens du texte (Ouellet, 2009).

2.3.2 Les différents types d'inférence en contexte de lecture

Bien que les écrits soient nombreux à traiter du concept d'inférence en situation de lecture, il n'en demeure pas moins que la terminologie utilisée pour définir les différents types d'inférence varie grandement entre les auteurs. Parfois, certains types d'inférence portent le même nom, mais sont définis différemment, alors qu'à l'inverse, un vocabulaire différent peut être utilisé pour définir un même type d'inférence. Ces différences peuvent s'expliquer par le fait que les inférences produites au cours de la lecture de textes peuvent être classées par rapport à différents critères, ce qui donne lieu à différentes catégorisations. À titre d'exemples, Martins et Le Bouédec (1998) classent les inférences selon leur fonction dans la représentation mentale (établir la cohérence locale versus la cohérence globale), Cain et Oakhill (1999) optent pour une classification liée à la demande cognitive en cause (faire des liens versus mobiliser ses connaissances antérieures), alors que Bianco et Coda (2002) catégorisent les inférences selon trois dimensions distinctes (mais non exclusives), à savoir la nécessité de l'inférence, son résultat et sa direction.

Plusieurs comparaisons et mises en relation entre les auteurs sont nécessaires afin de dresser un portrait clair et cohérent des différents types d'inférence pouvant être générées en situation de lecture. Sans prétention à l'exhaustivité, le tableau ci-dessous (aussi présenté plus en détails en annexe 3) se veut une tentative de ce travail de comparaison et de mise en relation entre les définitions proposées par différents auteurs. Un même signe (ex. : cercle, carré, flèche, crochet, etc.) indique que des termes différents sont utilisés pour décrire un même type d'inférence ou qu'un même terme est utilisé pour décrire des types d'inférence différents.

Tableau 10. Mise en commun des différentes terminologies associées aux types d'inférence en contexte de lecture

TERMINOLOGIE/SOURCE(S)	EXPLICATION
• Inférence lexicale (Makdissi, Boisclair et Sanchez, 2006; Dupin de St-André, 2011)	Inférences qui sont liées à la compréhension d'un mot qui ne fait pas partie du répertoire lexical de l'élève.
• Inférence lexicale (Yuill et Oakhill, 1988)	Les inférences lexicales sont celles qui sont générées à partir du sens des mots, en fonction du contexte dans lequel ils s'inscrivent.
• Inférence de dépendance au vocabulaire (Bowyer-Crane et Snowling, 2005)	Dans le cas des inférences de dépendance au vocabulaire, la réponse attendue requiert du lecteur qu'il connaisse le sens d'un mot-clé particulièrement difficile présenté dans le texte. Aucun lien ne doit être fait entre les différentes informations du texte, il suffit seulement que l'élève connaisse la définition d'un mot précis utilisé soit dans le texte ou dans la question elle-même.
➢ Gap-filling (Baker et Stein, 1981; Cain et Oakhill, 1999)	Inférences qui visent à combler les vides; à pallier une absence d'information explicite dans le texte. Le lecteur doit mobiliser ses connaissances générales, qu'il intègre aux informations présentées dans le texte, afin de comprendre les détails manquants.
➢ Bridging inference (Fincher-Kiefer et D'Agostino, 2004)	Inférences qui permettent d'établir une cohérence locale en « comblant les vides ».

➢ Inférence basée sur les connaissances (Bowyer-Crane et Snowling, 2005)	Inférences qui nécessitent que le lecteur utilise ses connaissances antérieures pour assurer une compréhension et une représentation cohérente du texte.
➢ Inférence inductive (Seifert, 1990, cité dans Tennent *et al.*, 2008)	Inférences pour lesquelles le lecteur utilise ses connaissances antérieures pour établir un lien avec l'information présentée dans le texte. Ce type d'inférence est logiquement plausible.
▪ Inférence causale (Bianco et Coda, 2002; Dupin de St-André, 2011; Graesser *et al.*, 2001; Martins et Le Bouédec, 1998).	Les inférences causales se définissent par la compréhension d'un lien de causalité implicite entre deux événements ou plus.
▪ Text-connecting (Baker et Stein, 1981; Cain et Oakhill, 1999)	Inférences qui permettent d'intégrer l'information fournie explicitement par le texte pour établir une cohésion entre les différentes phrases du texte.
▪ Connective inference (Van Den Broek, 1994, cité dans Tennent *et al.*, 2008)	Ce type d'inférence est tributaire de la mémoire de travail et peut être générée uniquement si l'information est stockée en mémoire. Il s'agit de réactiver des informations relatives à un événement antérieur de manière à établir un lien causal à un nouvel événement.
▪ Inférence rétrograde (Bianco et Coda, 2002)	Inférences qui consistent à mettre en relation un élément avec un autre présenté précédemment dans le texte.
▪ Inférence déductive	

(Johnson-Laird, 1983, cité dans Tennent *et al*., 2008)	Inférences basées uniquement sur l'information donnée dans le texte, servant à améliorer l'interprétation que le lecteur se fait du texte. Pour générer ce type d'inférence, le lecteur n'a pas à mobiliser ses connaissances antérieures : toute l'information nécessaire à l'inférence est présentée dans le texte. Ces inférences sont nécessairement vraies.
▪ Inférence explicative (Trabasso et Magliano, 1996)	Inférences utilisées par le lecteur afin de mieux comprendre les événements présentés dans le texte en faisant des liens avec ce qui a été lu précédemment ou avec ses connaissances antérieures. Ce type d'inférence concerne les raisons expliquant pourquoi un événement se produit, tel que les motifs ou les causes.
▪ Inférence de cohérence (Barnes, Dennis et Haefele-Kalvaitis, 1996)	Inférences permettant d'assurer la cohérence de l'histoire en ajoutant des informations implicites importantes aux informations explicites présentées dans le texte. L'inférence de cohérence amène un lien causal entre les connaissances du lecteur et le texte qui aide à inférer « pourquoi » un événement se produit.
❖ Inférence anaphorique (Tennent *et al*., 2008)	Inférences qui servent à faire un lien entre un pronom et son antécédent. Ce type d'inférence est essentiel afin de maintenir une représentation cohérente du texte.
❖ Inférence anaphorique (Bianco et Coda, 2002; Dupin de St-André, 2011)	Inférences qui renvoient à la compréhension d'un lien entre un mot de substitution et son référent.
❖ Inférence anaphorique (Martins et Le Bouédec, 1998)	Inférences qui permettent au lecteur d'assurer la liaison entre l'anaphore et l'antécédent auquel elle renvoie. Le lecteur doit relier les deux éléments (l'anaphore au référent) au moyen de connaissances syntaxiques, sémantiques et pragmatiques qui ne sont pas toujours clairement présentes dans le texte.

❖ Inférence cohésive (Bowyer-Crane et Snowling, 2005)	Les inférences cohésives s'appuient sur des indices linguistiques présentés dans le texte, par exemple des pronoms de référence, qui sont nécessaires pour comprendre le texte.
✓ Inférence élaborative (Bowyer-Crane et Snowling, 2005; Cain *et al*., 2001; Van den Broek, 1994)	Inférences utilisées pour enrichir la représentation mentale que se construit le lecteur de l'histoire présentée. Ce type d'inférence favorise l'imaginaire puisqu'il met l'accent sur des éléments superficiels du texte plutôt que de favoriser une meilleure compréhension du contenu. Le lecteur peut se représenter le texte de façon cohérente même si l'inférence élaborative n'est pas générée.
✓ Inférence élaborative (Barnes *et al*., 1996)	Inférences qui amènent à une description plus complète et spécifique permettant d'inférer le « quoi » d'un événement. Le contenu et le contexte de l'histoire sont amplifiés et embellis.
✓ Inférence élaborative de type prédictif (Fincher-Kiefer et D'Agostino, 2004)	Inférences qui ne sont pas nécessaires pour comprendre le texte, mais qui permettent au lecteur de prédire une cause ou une conséquence liée à un événement ou à une action décrite dans le texte. Les inférences élaboratives sont étroitement liées aux connaissances antérieures du lecteur.
✓ Inférence prédictive (Van den Broek *et al*., 2001)	Inférencent qui amènent le lecteur à anticiper les événements à venir.
✓ Inférence optionnelle prédictive (Dupin de St-André, 2011)	Anticipations plausibles de la suite du texte.
✓ Inférence antérograde (Bianco et Coda, 2002)	Inférences qui sont des anticipations plausibles de la suite du texte.

▸ Les élaborations optionnelles (Campion et Rossi, 1999)	Les élaborations optionnelles correspondent aux inférences qui ne servent pas à établir la cohérence entre deux informations du texte. Le terme « élaboration » indique que ce sont des informations nouvellement construites sur la base de connaissances du monde qui sont ajoutées à la représentation du contenu du texte.
▸ Inférence optionnelle (Bianco et Coda, 2002)	Les inférences optionnelles renvoient à des élaborations qui ne visent qu'à enrichir la compréhension.
▸ Inférence optionnelle (Giasson, 2003;2007)	Les inférences optionnelles sont liées à des informations sous-entendues dans la phrase, mais qui peuvent être inexactes. Ces inférences sont réalisées par le lecteur pour combler les détails que l'auteur n'a pas précisés.
▸ Inférence optionnelle pragmatique (Dupin de St-André, 2011)	Élaborations qui donnent lieu à un résultat plausible.
○ Inférence logique (Giasson, 2003;2007)	Les inférences logiques sont celles qui découlent nécessairement du texte. Le lecteur s'appuie sur le texte pour inférer une information qui y est contenue de façon implicite. Ces inférences sont fondées sur les caractéristiques textuelles.
○ Inférence logique (Bianco et Coda, 2002; Dupin de St-André, 2011)	Déductions, inférences, qui donnent lieu à un résultat certain
- Inférence évaluative (Bowyer-Crane et Snowling, 2005)	Les inférences évaluatives se rapportent à l'issue émotionnelle d'un événement. Le lecteur doit se baser sur ses connaissances antérieures pour bien interpréter le texte, mais ce type d'inférence est uniquement lié aux réactions émotionnelles.

La confusion existante au regard de la terminologie employée par les auteurs pour définir différents types d'inférence est facilement observable à la lecture de ce tableau. Notons par exemple le cas de Tennent et ses collègues (2008) qui parlent d'inférence « anaphorique » pour décrire une inférence servant à faire un lien entre un pronom et son antécédent, alors que Bowyer-Crane et Snowling (2005) parlent plutôt d'inférence « cohésive » pour décrire ce même type d'inférence.

Au terme de cet exercice de comparaison, nous constatons que la classification de Baker et Stein (1981), par son caractère plus général, permet de regrouper l'ensemble des catégories proposées dans les écrits scientifiques en deux grandes catégories. La première catégorie, sous l'appellation du *text-connecting*, renvoie aux inférences qui nécessitent que le lecteur fasse des liens entre les idées et les phrases du texte. Ce type d'inférence assure la cohérence en reliant les différentes unités textuelles plus ou moins distantes l'une de l'autre, telles que les mots, les propositions, les phrases et les paragraphes (Noordman, Vonk et Kempf, 1992). Prenons par exemple les phrases suivantes : « Lors d'une randonnée à bicyclette avec son ami Émile, Philippe ouvre son sac à dos pour y chercher sa gourde. Les deux amis dégustent avec satisfaction ce bon jus de fruits ». Pour comprendre que le jus de fruits dégusté par les deux amis est en fait le breuvage que contenait la gourde de Philippe, le lecteur doit produire une inférence de type text-connecting (Goulet, 2013). La deuxième catégorie, celle des inférences de type *gap-filling*, fait plutôt référence aux inférences qui requièrent du lecteur qu'il mobilise ses connaissances générales afin de pallier une absence d'information explicite dans le texte. Le lecteur doit associer les différents indices textuels à ses connaissances pour générer la bonne inférence. Par exemple, à partir de l'extrait « En ce beau samedi matin, Stéphanie enfile son maillot de bain. Elle dépose ensuite son casque, ses lunettes et ses sandales dans son sac. Elle est prête à aller rejoindre sa monitrice pour ce troisième cours », le lecteur doit associer différents indices donnés dans l'extrait (maillot de bain, casque, lunette, monitrice, cours) à ses connaissances relatives aux sports nautiques pour comprendre que Stéphanie se rend probablement à un cours de natation (Goulet, 2013).

2.3.3 Les facteurs influençant la génération d'inférence en contexte de lecture

Si la compréhension de tout message transmis par écrit implique la génération d'inférences, il est aussi vrai que le processus inférentiel puisse être influencé par différents facteurs tels que l'attitude du lecteur, l'intention de lecture poursuivie et la structure du texte.

D'abord, il semble que l'attitude[17] du lecteur puisse influencer les inférences qu'il génèrera au cours de sa lecture. Le lecteur qui souhaite comprendre le plus profondément possible le contenu du texte produira les inférences destinées à assurer la cohérence locale et la cohérence globale du texte (Martins et Le Bouédec, 1998), alors que le lecteur qui n'a pas ce souci de contrôler sa compréhension risque de ne pas générer toutes les inférences nécessaires lui permettant de combler les vides laissés par l'auteur, et donc de repérer ses bris de compréhension (Halladay et Neumann, 2012).

Au-delà de l'attitude qu'adopte le lecteur lors de la lecture d'un texte quelconque, son intention de lecture influencerait aussi les inférences qu'il génère (Graesser *et al.*, 2001; Martins et Le Bouédec, 1998; Morin, 2011; Van Den Broek *et al.*, 2001). À ce propos, Martins et Le Bouédec (1998) soulignent que si le lecteur lit un texte avec un objectif précis, il est alors probable qu'il produira les inférences qui sont en relation avec cet objectif. Dans le contexte de la résolution de problèmes écrits de mathématiques, cela voudrait dire que le lecteur/solutionneur cherchera à produire les inférences lui permettant d'atteindre le principal objectif visé, à savoir répondre à la question mathématique. D'ailleurs, Morin (2011) affirme que les liens établis par les élèves à la lecture d'un énoncé de problème semblent davantage axés vers la recherche de solution (qui correspond à l'objectif principal poursuivi), occasionnant certains manques par

[17] Le mot « attitude » réfère ici à une motivation contextuelle, dépendante du contenu.

rapport aux autres liens pouvant être faits pour bien comprendre l'énoncé de problème. Les propos de Morin (2011) prennent appuis sur ceux de Gerofsky (1996) qui soutient que :

> Comme il est question de mathématiques et que l'intention de l'auteur du problème est de susciter l'élaboration d'une équation, les élèves négligent de faire certains liens, à tort ou à raison, pour ne privilégier que ceux concernant la recherche de solution (Gerofsky, 1996, cité dans Morin, 2011, p. 11).

Finalement, selon plusieurs auteurs, la structure du texte, aussi communément appelée le type de texte, aurait un impact non seulement sur la quantité d'inférences générées, mais aussi sur le type d'inférences générées (Graesser *et al.*, 1994; Millis, Morgan et Graesser, 1990; Narvaez, Van den Broek et Ruiz, 1999; Tennent *et al*., 2008). Précisons que le structure du texte fait référence à la façon dont les idées sont organisées par l'auteur. Selon Millis et ses collègues (1990), les textes narratifs suscitent une activité inférentielle plus fréquente que les textes informatifs, surtout lorsque les lecteurs ne sont pas experts dans le domaine sur lequel porte le texte informatif. Concernant le type d'inférences, les textes informatifs seraient plus propices à la génération d'inférences de type text-connecting que de type gap-filling, étant donné qu'encore une fois, les connaissances du lecteur en lien avec le sujet traité dans le texte informatif sont souvent plus limitées. Selon d'autres auteurs qui utilisent une classification différente, les inférences causales seraient d'une importance primordiale afin d'assurer la compréhension d'un récit,

> parce que les textes narratifs ont une structure qui repose très largement sur les relations de causalité physique entre événements, ou de causalité psychologique entre motivations et buts [des personnages] (Coirier, Gaonac'h et Passerault, 1996, p. 107).

Pour sa part, Gerofsky (1996) défend l'idée selon laquelle la structure de texte unique aux énoncés de problèmes écrits de mathématiques représente un facteur pouvant influencer le processus d'inférences lors de ce contexte particulier de lecture. Elle décrit trois composantes de la structure des problèmes écrits, à savoir (1) un contexte (personnages et lieux), (2) des données (certaines nécessaires à la résolution et d'autres étant superflues), et (3) une question. Ainsi, les énoncés de problèmes écrits semblent davantage fondés sur la structure mathématique du problème à résoudre plutôt que sur les conventions de la narration orale ou écrite. En effet, la composante 1 (le contexte) est le seul clin d'œil à la structure des histoires (textes narratifs). Les personnages et les lieux sont généralement inutiles à la résolution du problème et nuisent parfois même à la compréhension des composantes 2 et 3, qui sont davantage de nature mathématique. De leur côté, Fayol et ses collègues (2005) soutiennent que les énoncés de problèmes écrits de mathématiques tiennent à la fois du narratif, puisqu'ils expriment généralement une histoire, et d'une caractéristique particulière : le problème.

Ainsi, il nous apparaît clair que les énoncés de problèmes écrits de mathématiques constituent un genre littéraire en soi, qui se distingue par rapport aux différents types de textes traditionnels en français. Selon cette perspective, il importe selon nous d'aborder le concept d'inférence dans le contexte précis de résolution de problèmes écrits de mathématiques plutôt que dans un contexte de lecture général.

2.3.4 La production d'inférences en contexte de résolution de problèmes écrits de mathématiques

Considérant notre troisième objectif de recherche, nous cherchons à travailler avec une catégorisation d'inférences permettant de cibler l'utilité de l'inférence pour réussir à résoudre le problème. Les catégories d'inférences présentées précédemment, c'est-à-dire celles étant propre au domaine de la lecture, ne permettent pas de répondre à ce besoin. En effet, selon le contexte de l'histoire dans lequel s'inscrit le problème, le choix du vocabulaire, la longueur du texte et la structure de l'énoncé, la quantité ainsi que le type d'inférences peuvent grandement varier. Par exemple, pour certains problèmes, les inférences qui sont nécessaires pour parvenir à résoudre le problème correctement renvoient à des inférences de type text-connecting, tandis que pour d'autres, ces inférences nécessaires sont plutôt des inférences de type gap-filling, tel que défini par Baker et Stein (1981). Puisqu'aucune catégorisation recensée précédemment ne nous a semblé adaptée à notre besoin, nous avons élargi nos recherches aux catégorisations développées dans le domaine particulier de la résolution de problèmes écrits de mathématiques.

Dans sa thèse de doctorat, Porcheron (1998) propose une classification des inférences pouvant être générées en situation de résolution de problèmes écrits de mathématiques selon trois niveaux : (a) générique, (b) générique intermédiaire et (c) spécifique. Pour expliquer ces trois niveaux, il utilise l'exemple d'un problème arithmétique concernant l'âge de deux personnes, dans lequel on pourrait s'intéresser à la variable « avoir un âge ». Selon Porcheron (1998), le niveau générique renvoie aux inférences pour lesquelles aucune perspective de quantification immédiate n'est possible. Par exemple, inférer que Philippe et Jacob aient un (certain) âge, comme toute personne, sans être en mesure de le spécifier, correspond à une inférence générique. Le niveau générique est appelé intermédiaire lorsqu'une quantification est rendue possible grâce à un calcul. Finalement, Porcheron (1998) décrit le niveau spécifique comme étant les inférences « quantifiées dans l'énoncé » (p. 12). Par exemple, dans l'affirmation « Philippe et Jacob ont trois ans de différence », une donnée numérique est explicitement spécifiée, ce qui fait référence au niveau spécifique. En résumé, Porcheron (1998) explique que la compréhension d'un problème suppose la production d'inférences, pouvant être « quantifiée dans l'énoncé (niveau c) - quantifiable par une formule de calcul (niveau b) - pensée au niveau générique sans perspective de quantification immédiate (niveau a) » (p. 12).

Ces trois niveaux ont pour but de préciser les relations entre les deux types d'inférence que distingue Porcheron (1998), à savoir :

(1) Celles qui permettent de faire émerger des propriétés quantifiables et les objets auxquels elles s'appliquent.

(2) Celles qui permettent de les quantifier effectivement (p. 12).

Tels que décrits, les deux types d'inférence présentés par Porcheron (1998) ne permettent pas de se prononcer sur l'utilité de l'inférence pour accéder à la solution du problème. De ce fait, cette classification ne répond pas à notre critère « utilité de l'inférence pour réussir le problème ». Par ailleurs, notre définition de l'inférence semble aussi être différente de celle de Porcheron (1998), notamment à l'égard de la distinction implicite/explicite. À notre avis, le troisième niveau qu'il propose, soit le niveau spécifique, n'est pas de l'ordre de l'implicite. La donnée numérique ne doit pas être inférée puisqu'elle est présentée explicitement dans l'énoncé. Pour ces deux raisons, cette typologie ne sera pas retenue dans le cadre de notre étude.

La classification proposée par de Dupin de St-André (2011), aussi dans sa thèse de doctorat, se rapproche de notre critère d'utilité. Par contre, puisque cette typologie a été développée dans le domaine de la lecture, elle n'est pas parfaitement adaptée à nos besoins. Ce que propose Dupin de St-André (2011) est maintenant présenté en incluant les trois grandes catégories que distincte l'auteure pour regrouper les différents types d'inférence décrits précédemment.

Tableau 11. Classification des types d'inférence selon Dupin et St-André (2011)

Catégorie	**Type d'inférence**	**Définition**
Inférence nécessaire	*Anaphorique*	Lien entre un mot de substitution et son référent.
	Causale	Lien de causalité entre plusieurs événements.
	Lexicale	Comprendre le sens d'un mot peu familier.
Inférence optionnelle	*Prédictive*	Anticipations plausibles de la suite du texte.
	Pragmatique	Élaboration qui donne lieu à un résultat plausible.
Inférence nécessaire ou optionnelle selon le contexte	*De différents contenus*	Lieu, agent, temps, instrument, objet, sentiment-attitude, catégorie et action.
	Logique	Déduction qui donne lieu à un résultat certain.

Les trois catégories de Dupin de St-André (2011) décrivent l'utilité de l'inférence pour comprendre le texte. Pour notre part, nous proposons aussi trois catégories d'inférences, mais décrivant plutôt l'utilité de l'inférence pour résoudre le problème. Nous avons choisi de reprendre le terme « nécessaire » tel que proposé par Dupin de St-André (2011). Or, nous avons privilégié le terme « non nécessaire » au terme « optionnel ». L'option faisant référence à un choix généralement délibéré, nous jugeons que le terme « non nécessaire» est plus approprié. Certaines inférences sont donc nécessaires pour réussir à résoudre le problème alors que d'autres ne le sont pas. Finalement, nous distinguons aussi les inférences « à éviter » pour réussir à résoudre le problème.

Plus précisément, les inférences jugées nécessaires sont celles qui servent à comprendre les données de l'énoncé (données quantitatives ou qualitatives) étant directement liés à la résolution mathématique du problème. Ces inférences se retrouvent donc dans la zone commune définie précédemment. Elles sont nécessaires afin d'atteindre une compréhension qui tienne compte de l'intention première associée à l'activité de résolution de problèmes, soit celle de résoudre le problème. Sans la production de ces inférences, le solutionneur ne peut atteindre la solution. Parmi les inférences jugées nécessaires pour la réussite du problème, nous retrouvons (1) les inférences permettant de dégager une donnée quantitative (numérique) et (2) les inférences permettant de dégager une donnée qualitative. Nous distinguons donc deux types d'inférence nécessaires : quantitative et qualitative.

Prenons par exemple le problème suivant :

> Sophie est une grande athlète de course à pieds. Bientôt, elle participera à une importante compétition où elle souhaite repartir avec la médaille d'or! Afin de bien se préparer, elle s'entraîne sur une piste extérieure qui est située tout près de chez elle. La piste mesure 2 km de distance. Sophie fait 4 tours de piste par jour, tous les jours de la semaine sauf le samedi. Elle nage aussi 1 km tous les jeudis. Combien de kilomètres Sophie court-elle sur cette piste par semaine?

Pour réussir à résoudre ce problème, le solutionneur doit produire une inférence nécessaire permettant de dégager une donnée implicite quantitative : le nombre de jours couru par Sophie chaque semaine. Cette donnée numérique n'est pas présentée explicitement. L'élève doit inférer que si Sophie court tous les jours sauf le samedi, cela veut dire qu'elle coure six jours par semaine, car une semaine compte sept jours.

Les inférences jugées non nécessaires sont celles qui, bien qu'elles permettent une compréhension plus riche de l'histoire dans laquelle s'inscrit le problème, ne sont pas orientées spécifiquement vers l'intention de résoudre le problème. Ces inférences permettent plutôt à l'élève de mieux comprendre qui sont les personnages, quels sont leurs actions et leurs sentiments, où se déroule l'histoire, dans une visée de compréhension générale du contexte. Que ces inférences soient produites ou non, cela n’aura pas d’impact sur la réussite du problème. Dans le même problème présenté précédemment, un élève pourrait inférer que Sophie souhaite monter sur la première marche du podium. Cette inférence pourrait être produite en s’appuyant sur l’information « Elle souhaite repartir avec la médaille d’or ». Cette inférence permettrait à l’élève de se représenter plus en détails l’histoire, de mieux comprendre les aspirations de Sophie, sans pour autant lui fournir quelconque piste de modélisation mathématique. Il ne s’agit donc pas d’une inférence nécessaire pour la réussite du problème. Les inférences nécessaires sont celles faisant partie du modèle de situation tel que défini précédemment.

Finalement, toujours selon le problème de la course à pieds, un exemple d’inférence à éviter serait d’inférer que parce que Sophie nage les jeudis, elle ne doit pas courir en plus cette journée-là. Cette inférence est à éviter puisqu’elle est contre-productive : elle amène le solutionneur à s’éloigner de la modélisation adéquate du problème, qui veut que Sophie coure six jours par semaine et non cinq jours. La figure 6 ci-dessous présente un schéma synthèse des différents types d’inférence que nous venons de décrire.

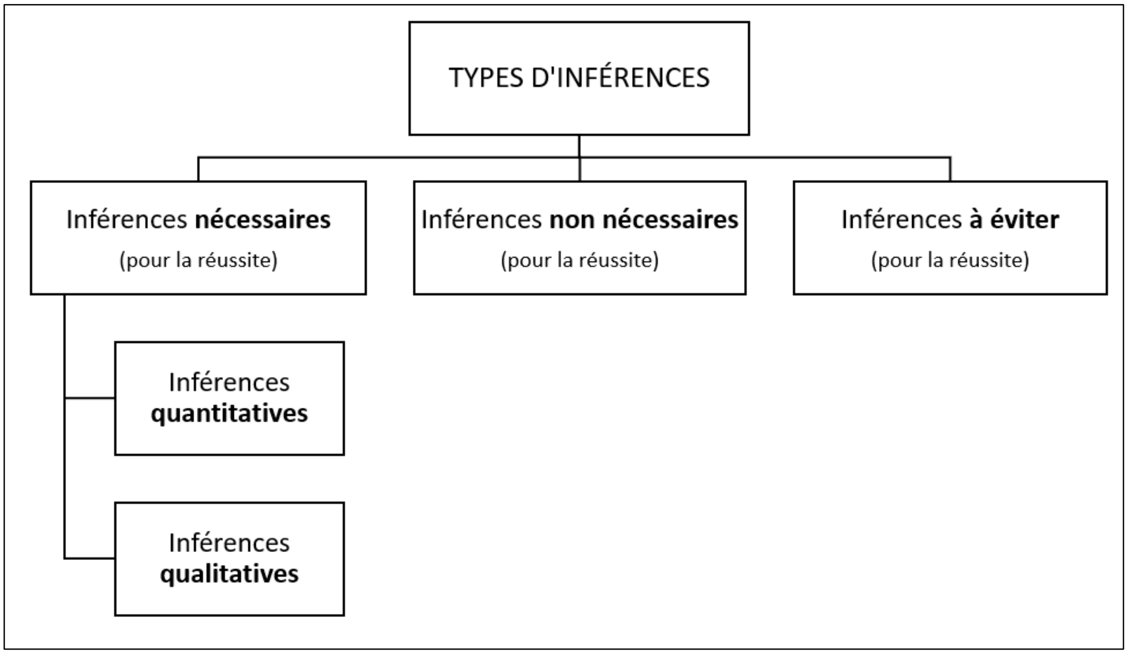


Figure 6. Notre classification des types d'inférence pouvant être produites lors de la compréhension/résolution d'un problème écrit de mathématiques

Cette classification servira à élaborer notre épreuve d'évaluation de la compréhension inférentielle des énoncés de problèmes écrits de mathématiques. Il importe de préciser que les problèmes qui nous intéressent sont ceux dont la résolution mathématique exige la production d'au moins une inférence en lecture[18] pour accéder à la solution. Autrement dit, ce sont des problèmes pour lesquels la base de texte ne suffit pas, c'est-à-dire des problèmes où une ou des inférences nécessaires doivent être produites pour arriver à modéliser correctement la situation décrite dans le problème. Le choix de cette catégorisation en particulier nous permet de faire des liens entre les types d'inférence et les modèles de compréhension présentés précédemment. En effet, la production d'inférences non nécessaires permet au solutionneur de se construire un modèle de situation alors que la production d'inférences nécessaires permet au solutionneur de se

[18] En opposition à une inférence mathématique, par exemple, inférer l'opération à effectuer.

construire des représentations renvoyant à celles de la zone commune. Il faut aussi préciser que certaines inférences nécessaires peuvent être associées à la construction d'un modèle de problème. Or, ces inférences correspondent davantage à des inférences mathématiques, tel qu'inférer le choix d'un concept ou d'un calcul à utiliser.

CHAPITRE 3
MÉTHODOLOGIE

Les choix méthodologiques ayant été mis en œuvre pour atteindre nos objectifs de recherche seront maintenant présentés et justifiés. Les trois objectifs visés dans le cadre du présent projet étant de nature très différente, les choix méthodologiques relatif à chacun seront présentés indépendamment. Rappelons que l'atteinte des trois objectifs sera poursuivie selon trois phases distinctes :

- La phase 1, portant sur les pratiques déclarées des enseignants relativement aux méthodes de résolution de problèmes mathématiques présentées aux élèves;
- La phase 2, traitant plus particulièrement de l'utilisation de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » par les élèves;
- La phase 3, s'intéressant aux conséquences possibles de l'utilisation d'une telle méthode.

Pour chacune de ces phases, nous expliciterons nos choix concernant (1) le devis de recherche, (2) les participants à l'étude, (3) les instruments de collecte de données, (4) le déroulement de la cueillette de données et (5) les méthodes d'analyse de données.

3.1 PHASE 1 : LES PRATIQUES DÉCLARÉES DES ENSEIGNANTS

Rappelons que l'objectif visé par cette première phase de l'étude est de décrire les pratiques relatives à la présentation de méthodes de résolution de problèmes écrits de mathématiques des enseignants du deuxième et du troisième cycle du primaire. Pour atteindre cet objectif, nous tenterons de répondre aux deux questions suivantes :

> « Quelles sont les pratiques déclarées des enseignants au regard de la présentation d'une méthode de résolution de problèmes écrits de mathématiques et de leurs exigences relatives à l'utilisation qui en est faite par les élèves ?

Quelle est la perspective des enseignants sur les finalités de la résolution de problèmes écrits de mathématiques? »

3.1.1 Devis de recherche

Le développement d'instruments fiables et valides permettant de décrire l'enseignement vécu en classe constitue un défi méthodologique, et ce, quel que soit le type de méthode choisie (Ball et Rowan, 2004). Par contre, plusieurs auteurs soutiennent que les limites associées aux méthodes de recherche quantitative et qualitative dans ce domaine d'étude en particulier peuvent être minimisées par l'utilisation d'un devis mixte (Hiebert et Grouws, 2007; Maxwell, 2004). Comme le soulignent Pluye *et al.* (2009), les méthodes mixtes sont généralement utilisées dans l'intention de combiner les forces respectives des méthodes quantitatives et qualitatives. Nous pensons effectivement que pour répondre aux questions présentées ci-haut de façon signifiante et probante, il fallait recourir aux deux méthodes, qui permettront chacune l'atteinte de visées différentes. Sans prétendre que nous avons eu recours à une approche mixte en soi, nous pouvons toutefois affirmer qu'un volet qualitatif, réalisé par l'intermédiaire des entrevues de la phase exploratoire, a servi d'appui au volet quantitatif envisagé pour la présente phase.

En effet, le canevas d'entrevue utilisé lors de la phase exploratoire a été réfléchi et développé dans une visée plus large que la simple atteinte des objectifs de cette phase. En ce sens, plusieurs questions ont été incluses en ayant en tête la réalisation d'un volet quantitatif portant sur les pratiques des enseignants (par exemples, des questions portant sur les avantages, les inconvénients et les raisons d'utilisation d'une méthode en particulier). Les entrevues nous ont donc permis d'obtenir des descriptions détaillées des différentes pratiques privilégiées en classe pour travailler la résolution de problèmes écrits de mathématiques, ce qui répond à notre visée de compréhension approfondie d'un objet d'étude relativement complexe (les pratiques enseignantes).

Concrètement, l'analyse des données qualitatives nous a amenés, d'une part à être attentive aux incompréhensions soulevées par les enseignants par rapport à la formulation de certaines questions ou au choix de certains mots en particulier, et d'autre part, à utiliser leur témoignage pour bâtir les choix de réponses présentés dans le questionnaire, qui constitue l'instrument de collecte de données retenu pour la partie quantitative. Les données issues du volet qualitatif nous seront donc utiles pour atteindre notre visée de comparaison entre la pratique et la recherche ainsi que pour notre visée de généralisation, qui seront poursuivies à l'aide du volet quantitatif. Plus précisément, les données quantitatives serviront à déterminer dans quelle mesure les pratiques des enseignants se rapprochent ou s'éloignent de ce qui est proposé par la recherche (visée de comparaison), en plus de nous permettre de dresser le portrait sommaire des pratiques utilisées par les enseignants du deuxième et du troisième cycle du primaire de la région Chaudière-Appalaches (visée de généralisation).

3.1.2 Sélection des participants et échantillon à l'étude

Nous avons d'abord envoyé un courriel aux directions d'écoles primaires des quatre commissions scolaires de la région administrative Chaudière-Appalaches (voir copie du courriel en annexe 4). Dans ce courriel, nous avons expliqué aux directions la première phase du projet et nous avons sollicité leur collaboration afin de transmettre notre questionnaire aux enseignants du deuxième et du troisième cycle de leur école. Tel qu'expliqué dans le premier chapitre de la thèse, nous avons restreint nos échantillons aux enseignants du deuxième et du troisième cycle du primaire considérant qu'au premier cycle, le niveau d'habileté en lecture des élèves étant plutôt limité, l'activité de résolution de problèmes écrits l'est aussi. Un lien électronique les menant à notre questionnaire en ligne était inclus dans le courriel. Ce lien les menait au logiciel de sondage en ligne *SurveyMonkey*. Les directions ont seulement eu à transférer intégralement le courriel à leurs enseignants pour que ceux-ci puissent avoir accès au questionnaire.

Nous avons limité notre échantillon à une seule région étant donné le grand nombre d'écoles se trouvant sur ce territoire. Le tableau ci-dessous présente le détail du nombre de directions ayant été contactées pour chaque commission scolaire. Au total, 100 courriels ont été envoyés, correspondant aux 100 directions d'écoles primaires des quatre commissions scolaires ciblées. Bien que ces commissions scolaires regroupent 152 écoles primaires accueillant des élèves du deuxième et/ou du troisième cycle, ces écoles sont dirigées par un total de 100 directions (certaines directions ayant plus d'une école à leur charge).

Tableau 12. Détail du nombre d'écoles primaires de la région Chaudière-Appalaches sollicitées pour la réalisation du questionnaire en ligne

RÉGION CHAUDIÈRE-APPALACHES		
Commission scolaire	**Nombre d'écoles primaires** (Accueillant des élèves du 2e et/ou 3e cycle)	**Nombre de directions contactées**
De la Beauce-Etchemin	53	32
De la Côte-du-Sud	39	23
Des Appalaches	19	11
Des Navigateurs	41	34
	152	100

Au final, l'échantillon à l'étude est formé des 143 enseignants du deuxième et du troisième cycle ayant complété le questionnaire.

3.1.3 Instrument de collecte de données

L'auto-administration d'un questionnaire électronique nous apparaît être un choix raisonnable puisqu'il s'agit d'une façon rapide et peu coûteuse de recueillir des données d'un grand échantillon réparti sur un vaste territoire (Fortin *et al*., 2006). L'utilisation de questionnaires afin d'obtenir des données au sujet de ce que les enseignants font dans leur classe est une pratique méthodologique grandement répandue parmi les études quantitatives recensées (Desimone, Smith and Frisvold, 2010; Fagnant et Burton, 2009; Lubienski, 2006). Il faut cependant être conscient que certaines limites peuvent être associées à l'utilisation de cet instrument de mesure dans ce domaine d'étude en particulier (Ball et Rowan, 2004; Hiebert et Grouws, 2007; Mayer, 1999). Par exemple, une limite importante soulevée est celle de la compréhension et de l'interprétation des questions administrées (Stigler, Gonzales, Kawanaka, Knoll et Serrano, 1999). À ce propos, Ball et Rowan (2004) expliquent que les connaissances des répondants sont souvent à l'origine des différents sens attribués aux énoncés du questionnaire, et ce, particulièrement dans le domaine des mathématiques. Par ailleurs, Mayer (1999) mentionne que lorsque les enseignants complètent des questionnaires en lien avec leur pratique, ils peuvent, sans en être conscients, fournir des réponses trompeuses. À titre d'exemple, Mayer (1999) présente les résultats d'une étude menée par Cohen (1990) qui a permis de montrer que certains enseignants étaient convaincus que leur pratique enseignante s'inscrivait dans la réforme pédagogique en place, alors qu'en réalité, leur enseignement était très éloigné de la vision de ladite réforme. Une deuxième limite à mentionner est celle de la désirabilité sociale, qui consiste à répondre aux questions d'une manière qui soit acceptable ou socialement désirable. Dans le cas d'un questionnaire portant sur leurs propres pratiques, les enseignants peuvent répondre aux questions non pas en rapportant ce qu'ils font réellement dans leur classe, mais plutôt en rapportant ce qu'ils croient être acceptable de faire dans leur classe (Hiebert et Grouws, 2007; Mayer, 1999), ce qui peut rendre la validité de l'instrument questionnable. Toutefois, Desimone *et al.* (2010) soutiennent que le biais associé à la désirabilité sociale n'est pas exclusif aux questionnaires, et qu'en fait, son caractère confidentiel et anonyme peut aider à réduire l'effet de ce biais.

Conscients de ces limites, différents choix ont été faits pour assurer la validité de notre questionnaire. D'abord, pour chacune des sections du questionnaire, nous avons inclus les définitions vulgarisées des concepts qui y sont traités. Selon nous, cette première stratégie contribue à une représentation plus claire (et commune) de chaque concept abordé dans le questionnaire. Par ailleurs, toujours pour surmonter la limite liée à l'interprétation et à la compréhension des questions, nous avons utilisé majoritairement des questions fermées ou semi-structurées, c'est-à-dire des questions pour lesquelles des choix de réponses sont fournies (questions fermées), ou pour lesquelles des choix sont présentés, mais laissant toujours la liberté au répondant d'inscrire sa réponse personnelle dans la section « autre » (questions semi-structurées) (Fortin *et al*., 2006). Il s'agit donc principalement de questions présentées sous la forme de choix multiples ou d'échelles exprimant un rang. Le fait d'avoir davantage de questions fermées et semi-structurées, comparativement à des questions ouvertes, peut aider le répondant à mieux saisir le sens de la question de par les choix offerts. Les choix de réponse guident en quelque sorte le répondant, l'orientent vers une certaine catégorie de réponses, réduisant ainsi les possibilités d'interprétations erronées. Par le fait même, ce type de question assure une plus grande validité des données. Le questionnaire compte uniquement quatre questions ouvertes, pour lesquelles il était inapproprié de formuler des questions de type fermé ou semi-structuré. De plus, pour réduire le biais associé à la désirabilité sociale, les questionnaires sont entièrement anonymes. Aucune question ne permet d'identifier le nom de l'enseignant ni même l'école dans laquelle il travaille. Finalement, rappelons que nous avons analysé les données issues des entrevues menées lors de la phase exploratoire avant de débuter la construction de notre questionnaire.

Concernant plus précisément le contenu de ce questionnaire, l'ensemble des questions a été structuré en trois sections :

1) **Informations générales** (sexe, nombre d'années d'expérience, niveau scolaire enseigné, commission scolaire actuelle, utilisation (ou non) d'un manuel scolaire pour enseigner les mathématiques, etc.). Cette section compte neuf questions.

2) **Opinions par rapport à la résolution de problèmes en contexte scolaire** (questions en lien avec les finalités poursuivies). Cette section compte deux questions (ouvertes).

3) **Enseignement d'une méthode de résolution de problèmes écrits de mathématiques** (description de la méthode privilégiée en classe, ses avantages et ses inconvénients, les raisons expliquant le choix de la méthode présentée aux élèves, les exigences relatives à son utilisation par les élèves, etc.). Cette section compte sept questions.

La première section vise uniquement à dresser un portrait général et factuel des répondants. La deuxième section traite de la perspective des enseignants par rapport à l'activité de résolution de problèmes mathématiques en contexte scolaire. Quel est le but de cette activité selon eux? Autrement dit, on cherche à savoir si les enseignants reconnaissent la double finalité de l'activité de résolution de problèmes mathématiques et s'ils la mettent en pratique. Pour ce qui est de la troisième section, elle s'intéresse aux méthodes de résolution de problèmes écrits de mathématiques privilégiées par les enseignants. Par ces questions, nous visons à décrire le *quoi* (quelle méthode, ses avantages et ses inconvénients), le *comment* (quelles sont les exigences d'utilisation envers les élèves) et le *pourquoi* (quelles sont les raisons) de l'utilisation d'une méthode en particulier.

Afin de construire ce questionnaire, nous avons repris la majorité des questions issues du canevas d'entrevue, que nous avons adaptées pour en faire (le plus souvent possible) des questions semi-structurées ou fermées. Une pré-expérimentation a été réalisée auprès d’enseignants de la population cible. Pour ce faire, le lien électronique menant au questionnaire a été envoyé à trois conseillères pédagogiques de trois commissions scolaires différentes de la région Gaspésie îles-de-la-Madeleine (puisque cette région ne fait pas partie de l’échantillon à l’étude), qui ont elles-mêmes transféré le lien aux enseignants du deuxième et du troisième cycle de leurs écoles. Ces enseignants ont été avisés qu’il s’agissait uniquement d’une pré-expérimentation et donc que leurs réponses ne feraient pas partie de la saisie et de l’analyse de données. Il leur a aussi été spécifié que leur participation était entièrement volontaire. Au total, huit enseignants ont complété le questionnaire. Le logiciel *SurveyMonkey* nous permet d’avoir accès au temps passé par chaque répondant pour compléter le questionnaire, enregistrant une moyenne de 12 minutes pour ces huit répondants.

Une neuvième enseignante, collègue doctorante dans un domaine autre que la didactique des mathématiques, a ensuite répondu au questionnaire avec une intention d’évaluation plus approfondie. Cette neuvième répondante a pris 58 minutes pour compléter le questionnaire. Son rôle était de noter tout questionnement, problème ou ambigüité rencontrés lors de la passation du questionnaire, pour ensuite discuter de son expérience en partageant ses observations. Ces échanges ont amené différents changements : des questions ont été reformulées et/ou déplacées, alors que des choix de réponse ont été ajoutés, supprimés ou reformulés. La version modifiée du questionnaire a finalement été soumise à deux nouveaux répondants pour une deuxième pré-expérimentation, suite à laquelle un seul changement mineur (l’ajout d’un choix de réponse) a été apporté au questionnaire. La version finale compte un total de 18 questions et le temps de passation est estimé à environ 10-15 minutes. La version finale complète est présentée en annexe 5.

3.1.4 Cueillette de données : déroulement de la passation des questionnaires

Le questionnaire a été rendu disponible en ligne le 11 avril 2016 à l'aide du logiciel de sondage *SurveyMonkey*. Les enseignants ont été informés que deux semaines leur étaient allouées pour le compléter. Au terme de ces deux semaines, 135 questionnaires ont été complétés. À ce moment, un deuxième courriel a été envoyé aux 100 directions d'école, les informant qu'une semaine supplémentaire était accordée aux enseignants pour répondre au questionnaire. La nouvelle date limite (1er mai 2016) a clairement été mentionnée dans ce deuxième courriel. Les directions ont été invitées à transmettre cette nouvelle information aux enseignants du deuxième et du troisième cycle de leur(s) école(s). Le lien électronique vers le questionnaire en ligne a été inclus à nouveau dans ce deuxième courriel pour faciliter l'accès aux enseignants. Huit enseignants ont complété le questionnaire au cours de cette semaine additionnelle, augmentant le total de questionnaires complétés au nombre de 143.

3.1.5 Méthodes d'analyse de données

Les données issues des questionnaires auto-administrés seront traitées au moyen d'analyses descriptives. Ces analyses permettront de décrire les différents items du questionnaire, dans le but de dresser un portrait général des pratiques d'enseignement relatives à la résolution de problèmes écrits de mathématiques. Par ailleurs, les deux questions ouvertes du questionnaire seront traitées quantitativement et qualitativement : les réponses seront catégorisées pour ensuite en établir les fréquences.

3.2 PHASE 2 : L'UTILISATION DE LA MÉTHODE « CE QUE JE SAIS, CE QUE JE CHERCHE » PAR LES ÉLÈVES

Concernant la deuxième phase de l'étude, nous voulons documenter la façon dont la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » est utilisée par les élèves qui choisissent librement d'y avoir recours. Le deuxième objectif poursuivi est donc d'étudier l'utilisation de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » par les élèves de quatrième année du primaire au regard de la cohérence interne de la démarche qu'ils mettent en place.

Afin de répondre plus précisément à la question « Comment la méthode de type "ce que je sais, ce que je cherche" est-elle utilisée par les élèves de quatrième année du primaire? », nous tenterons aussi de répondre aux deux sous-questions suivantes :

> « Quels types d'information les élèves inscrivent-ils dans les sections "ce que je sais" et "ce que je cherche" ?
>
> Le contenu de la section "ce que je fais" est-il cohérent avec celui de la section "ce que je sais" ? »

3.2.1 Devis de recherche

Afin de répondre à la question et aux sous-questions en lien avec cette deuxième phase de l'étude, nous proposons d'étudier les productions d'élèves pour lesquelles la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » a été utilisée spontanément, c'est-à-dire sans que celle-ci ne leur ait été imposée. Pour ce faire, nous avons mis en place un devis méthodologique basé sur l'étude de documents (Paillé, 2007). Dans les sections suivantes, nous décrirons le choix du corpus à examiner et la collecte de documents ainsi que les méthodes d'analyse choisies.

3.2.2 Choix du corpus et collecte de documents

Afin d'analyser le contenu des différentes sections de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » complétées par des élèves de quatrième année, nous avons eu accès à 255 productions d'élèves ayant résolu différents problèmes écrits de mathématiques dans le cadre d'un autre projet de recherche[19]. Les élèves avaient pour unique tâche de

[19] Le chercheur nous ayant donné accès aux productions d'élèves de cet autre projet fait aussi partie du comité de recherche du présent projet de thèse.

résoudre les problèmes proposés en laissant des traces de leur démarche, sans qu'aucune méthode en particulier ne leur soit imposée. Ces 255 élèves, entièrement anonymes, proviennent de 12 classes différentes issues de six écoles différentes, faisant toutes partie d'une même commission scolaire de la région Chaudière-Appalaches.

3.2.2.1 Nature du corpus à analyser

Afin de répondre à nos questions de recherche, nous avons analysé trois des quatre problèmes écrits étant à notre disposition. Les trois problèmes analysés ont tous une caractéristique commune, soit le besoin de produire une inférence nécessaire pour réussir à résoudre le problème correctement. Un des problèmes n'a pas été retenu puisqu'il ne contenait aucune donnée implicite à inférer pour accéder à la solution. Étant donné qu'une de nos questions vise à savoir si les données implicites sont incluses dans la section « ce que je sais », il fallait travailler avec des problèmes offrant cette possibilité. Parmi les trois problèmes retenus, deux exigent la génération d'une donnée quantitative nécessaire, alors qu'un exige la génération d'une donnée qualitative nécessaire. Rappelons qu'une inférence de nature quantitative renvoie plus précisément à une donnée numérique, alors qu'à l'opposé, une inférence de nature qualitative ne produit pas une donnée numérique.

Une deuxième caractéristique importante (mais non obligatoire) des problèmes analysés est la présence d'une donnée inutile. Encore une fois, nous voulons savoir si la donnée inutile présentée dans l'énoncé écrit se retrouve dans la section « ce que je sais ». Deux des trois problèmes analysés comportent une donnée inutile.

Par ailleurs, nous avons voulu contrôler la variable « niveau de difficulté des problèmes ». Nous jugeons que les problèmes dont le taux de réussite se situe entre les intervalles 0%-14% et 86%-100% sont respectivement trop difficiles et trop faciles. En calculant le taux de réussite des problèmes à partir de la banque de données des 255 élèves, nous avons vérifié qu'aucun des trois problèmes sélectionnés ne se trouvaient dans ces deux extrémités. De ce fait, nous pouvons affirmer travailler avec des problèmes de niveau de difficulté moyen, variant de moyennement facile à moyennement difficile.

En somme, les problèmes analysés ont été choisis (et se distinguent) en fonction des caractéristiques suivantes :

- Besoin de produire une inférence nécessaire, étant soit qualitative ou quantitative;
- Présence d’une donnée inutile ou non;
- Problème de niveau de difficulté moyen.

3.2.2.2 Analyse détaillée des problèmes

Les trois problèmes ayant été retenus pour analyser le contenu des sections propres à la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » sont présentés ci-dessous. Pour chaque problème, une description des caractéristiques énoncées précédemment est fournie.

Problème 1

À 10 heures du matin, la boulangère remplit à nouveau son kiosque en y déposant 80 petits pains. À 16 heures, elle calcule qu'elle a vendu 65 petits pains. La moitié des pains vendus sont des pains au blé. Au moment de la fermeture, elle remarque qu'il reste 20 petits pains dans son comptoir. Combien de petits pains se trouvaient dans son comptoir avant qu'elle en ajoute à 10h?

- Type de donnée nécessaire à inférer : Qualitative.
- Inférence nécessaire : Les 20 pains restants au moment de la fermeture **incluent** certains des pains qui se trouvaient dans le kiosque avant 10 heures.
- Donnée inutile : Oui (La moitié des petits pains vendus sont des pains au blé).
- Niveau de difficulté : Moyennement difficile (taux de réussite de 27%).

Problème 2

Sandrine et ses sœurs jumelles se rendent au magasin pour acheter un cadeau à leur mère pour souligner la fête des mères. Elles veulent lui offrir une envolée en montgolfière. Si le prix de l'envolée est de 45$ par personne, et qu'elles souhaitent accompagner leur mère, combien devront-elles payer pour vivre cette expérience?

- Type de donnée nécessaire à inférer : Quantitative.
- Inférence nécessaire : Sandrine et ses sœurs jumelles correspondent à un total de trois personnes. Puisqu'elles souhaitent accompagner leur mère, les trois sœurs devront acheter **quatre** billets au total;
- Donnée inutile : Non.
- Niveau de difficulté : Moyennement facile (taux de réussite de 62%).

Problème 3[20]

Sophie est une grande athlète. Bientôt, elle participera à une importante compétition. Évidemment, elle souhaite remporter la médaille d'or. Afin de bien se préparer, elle s'entraîne sur une piste cyclable qui est située tout près de chez elle. Sophie fait 4 tours de piste par jour, tous les jours sauf le samedi. Elle nage aussi 1 km tous les jeudis. Elle espère que s'entraîner sur cette piste de 2 km la fera gagner. Combien de kilomètres Sophie court-elle par semaine?

- Type de donnée nécessaire à inférer : Quantitative.
- Inférence nécessaire : Puisque Sophie court tous les jours sauf le samedi, elle court donc **six** jours par semaine.
- Donnée inutile : Oui (Elle nage aussi 1 km tous les jeudis).
- Niveau de difficulté : Moyennement difficile (taux de réussite de 19%).

3.2.2.3 Ampleur du corpus à analyser

Les 255 productions d'élèves ont été consultées en sélectionnant d'abord celles dont les élèves ont utilisé la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » pour résoudre au moins un problème (parmi les trois retenus pour l'analyse). Cette première sélection a permis de cibler 45 copies d'élèves. Le critère « utilisation de la méthode ce que je sais, ce que je cherche » a ensuite été précisé, en ciblant parmi les 45 copies, celles dont les élèves ont utilisé cette méthode pour résoudre les trois problèmes. Un total de 20 copies a été obtenu. Finalement, un troisième critère a été ajouté, soit avoir complété toutes les sections (ce que je sais, ce que je cherche, ce que je fais, ma réponse) pour chacun des trois problèmes. Le nombre de copies a alors été réduit à 12.

---

[20] Les problèmes 1,2 et 3 sont tirés de l'étude de Voyer, D., Auclair, A. et Beaudoin, I. (à venir). Les inférences: une voie d'intervention en résolution de problèmes écrits de mathématiques.

Considérant le peu d’élèves répondant aux trois critères, les productions des 45 élèves ayant utilisé la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » pour au moins un problème seront analysées. Ce choix est justifié par le fait que plusieurs élèves, 39 parmi les 45 retenus, ont utilisé la méthode pour au moins deux des trois problèmes. De ce fait, il a été jugé préférable de travailler avec quelques données manquantes plutôt qu’avec un échantillon (très) limité. Un exemple de production d’élèves ayant eu recours spontanément à la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » faisant partie du corpus à analyser est présenté en annexe 6.

3.2.3 Méthodes d’analyse de données

Considérant la nature des questions posées dans le cadre de cette deuxième phase de l’étude, des analyses descriptives seront réalisées. Plus précisément, afin de répondre aux sous-questions visant à décrire le contenu des différentes sections de la méthode, les cotes « 0 » et « 1 » seront utilisées pour indiquer respectivement l’absence ou la présence d’un élément. Par exemple, lors de l’analyse du contenu de la section « ce que je sais » visant à savoir si les élèves y incluent la donnée inutile présentée dans l’énoncé de problème, chaque participant ayant inclus la donnée inutile dans cette section se verra attribuer la cote « 1 » alors que ceux ne l’ayant pas inclus recevront la cote « 0 ». Les données obtenues seront présentées au moyen de tableaux de fréquences exprimées en pourcentages.

Le tableau ci-dessous présente les différentes variables pour lesquelles des analyses descriptives seront présentées.

Tableau 13. Description des variables étudiées dans le cadre de la phase 2

VARIABLE	EXPLICATION/CODAGE
Données explicites complètes	1 : L'élève a inclus dans la section « ce que je sais » **toutes** les données explicites présentées dans l'énoncé de problème étant **utiles** à la résolution adéquate du problème.
	0 : L'élève n'a pas inclus toutes les données explicites.
Donnée inutile	1 : L'élève a inclus dans la section « ce que je sais » la donnée **inutile** présentée dans l'énoncé de problème.
	0 : L'élève n'a pas inclus la donnée inutile.
Utilisation de la donnée inutile	1 : L'élève a utilisé (dans la section « ce que je fais ») la donnée **inutile**.
	0 : L'élève n'a pas utilisé la donnée inutile.
Donnée implicite	1 : L'élève a inclus dans la section « ce que je sais », une **information qui n'est pas présentée explicitement** dans l'énoncé de problème (une information implicite), mais qui est nécessaire à la résolution adéquate du problème.
	0 : L'élève n'a pas inclus une information implicite.
Question reformulée incorrectement	1 : L'élève a écrit dans la section « ce que je cherche » une question qui n'est pas celle du problème (il a donc une **compréhension erronée** de la question).
	0 : L'élève a écrit la bonne question du problème (il a donc une bonne compréhension de la question).

Retranscription de la question	1 : L'élève a retranscrit **textuellement** la question (telle que présentée dans l'énoncé) dans la section « ce que je cherche ».
	0 : L'élève n'a pas retranscrit textuellement la question.
Question reformulée correctement	1 : L'élève a écrit dans la section « ce que je cherche » la question présentée dans l'énoncé de problème, mais **formulée dans ses propres mots.**
	0 : L'élève n'a pas reformulé la question dans ses propres mots.
Question pointée	1 : L'élève a **tracé une flèche** partant de la question écrite dans l'énoncé de problème à la section « ce que je cherche » (sans la retranscrire).
	0 : L'élève n'a pas tracé de flèche sans retranscrire la question.
Résolution possible sans le texte	1 : Les informations inscrites dans les sections « ce que je cherche » et « ce que je sais » sont suffisantes pour permettre à l'élève de résoudre correctement le problème **sans avoir à « retourner dans le texte »**.
	0 : Les informations inscrites ne sont pas suffisantes pour résoudre le problème sans retourner au texte.
Résolution réussie	1 : Les calculs effectués permettent **d'atteindre la solution attendue.** L'élève a résolu correctement le problème **ou** aurait résolu correctement le problème s'il n'avait pas fait d'erreur(s) de calcul.
	0 : Les calculs effectués ne permettent pas d'atteindre la solution attendue.

Puisque nous voulons aussi explorer certaines associations entre différentes variables, par exemple, entre la « résolution réussie » et les « données explicites complètes », nous élaborerons des tableaux de contingence à double entrée, permettant de décrire les relations entre deux variables simultanément.

3.3 PHASE 3 : LES CONSÉQUENCES POSSIBLES DE L'UTILISATION DE LA MÉTHODE

Le troisième objectif visé est d'explorer les conséquences possibles de l'utilisation de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » chez les élèves de quatrième année du primaire au regard (1) de leur niveau de compréhension des énoncés de problèmes écrits de mathématiques, (2) de leurs croyances associées à l'activité de résolution de problèmes écrits de mathématiques et (3) de leur appréciation de cette activité (lorsque la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » leur est imposée).

Pour cette troisième phase, nous visons l'investigation de trois questions principales. La question portant sur le niveau de compréhension des élèves sera traitée à l'aide de trois sous-questions, alors que celle portant sur l'appréciation des élèves sera traitée à l'aide d'une sous-question.

<u>Volet Compréhension</u> :
« Le niveau de compréhension des énoncés de problèmes écrits de mathématiques atteint par les élèves est-il influencé par l'utilisation de la méthode "ce que je sais, ce que je cherche" ?

- « Existe-t-il une différence entre les élèves des deux groupes (ceux qui utilisent la méthode et ceux qui ne l'utilisent pas) au regard de leur niveau de compréhension littérale? »

- « Existe-t-il une différence entre les élèves des deux groupes au regard de leur niveau de compréhension inférentielle? »

- « Existe-t-il une différence entre les élèves des deux groupes au regard de leur niveau de compréhension des inférences nécessaires et des inférences non nécessaires? »

Croyances :

« Quelle est l'opinion des élèves par rapport à des fausses croyances pouvant être associées à l'activité de résolution de problèmes écrits en mathématiques ? »

Appréciation :

« Les élèves utilisent-ils la méthode "ce que je sais, ce que je cherche" spontanément pour résoudre les problèmes qui leur sont proposés? »

- « Pour quelles raisons les élèves choisissent-ils d'utiliser (ou de ne pas utiliser) la méthode "ce que je sais, ce que je cherche" ? »

3.3.1 Devis de recherche

Les questions auxquelles nous cherchons à répondre dans le cadre de cette troisième phase ont été formulées au regard des connaissances dont font état les nombreux écrits scientifiques ayant traité du processus de résolution de problèmes écrits de mathématiques. Considérant la nature de ces questions, une méthodologie quantitative a été retenue. Le besoin apparaissait de travailler avec un échantillon de taille appropriée afin de déterminer s'il existe des différences entre les groupes étudiés. De plus, afin de nous assurer que les effets obtenus sont réellement dus à l'utilisation de la méthode, plutôt qu'aux caractéristiques particulières de l'enseignant ayant présenté la méthode, nous devions travailler avec le plus grand nombre de classes possibles. De cette façon, nous réduisons l'effet de la variable « enseignant », qui s'avère être une variable étrangère pouvant nuire à la validité de nos résultats.

De façon plus précise, un devis de recherche descriptif comparatif, s'inscrivant dans les études non expérimentales, a été mis en place. Encore une fois, ce choix est justifié par le but visé par cette troisième phase de l'étude, qui est d'étudier les effets de l'utilisation d'une méthode de résolution de problèmes écrits, et ce, sans qu'aucune manipulation ne soit apportée à la situation d'enseignement habituelle. Contrairement aux devis de recherche expérimental et quasi-expérimental, où il y a introduction d'un traitement ou d'une intervention ayant pour but de modifier l'environnement pour ensuite en évaluer les effets, dans le devis non expérimental, les variables sont étudiées telles qu'elles se présentent. Le chercheur vise plutôt à « prendre le portrait le plus juste et le plus fidèle d'une situation quelconque afin d'en étudier les diverses relations » (Boudreault et Cadieux, 2011, p. 157). Par ailleurs, dans les études descriptives comparatives, les chercheurs ont pour objectif de comparer deux ou plusieurs groupes entre eux, en faisant ressortir les différences entre les groupes observés (Fortin *et al*., 2006). Dans notre cas, aucune intervention n'a été introduite, à la nuance près où la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » a été imposée à un groupe d'élèves. Cependant, il faut noter que ces élèves avaient l'habitude de travailler avec cette méthode en particulier, puisqu'il s'agit de la méthode privilégiée dans leur classe. Nous comparerons le niveau de compréhension atteint par deux groupes d'élèves distincts : ceux à qui la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » a été imposée pour résoudre les problèmes proposés, et ceux à qui aucune méthode n'a été imposée pour résoudre les problèmes proposés. Nous tenterons de faire ressortir les différences entre les deux groupes au regard de leur niveau de compréhension générale, inférentielle et littérale.

3.3.2 Participants à l'étude

Pour cette troisième phase, nous avons décidé de travailler à nouveau auprès d'élèves de quatrième année du primaire. Ce choix a été fait considérant que pour les deux premières phases de l'étude, les échantillons ont été restreints aux enseignants du deuxième et du troisième cycle du primaire, ainsi qu'aux élèves de quatrième année.

Le fait de travailler auprès de participants d'un même niveau scolaire nous offrira la possibilité d'établir des liens lors de l'interprétation des résultats des différentes phases.

3.3.2.1 La sélection des participants

La sélection des participants a été effectuée à l'aide d'une méthode d'échantillonnage non probabiliste appelée l'échantillonnage accidentel, selon laquelle les participants sont choisis sur la base de critères précis (Trudel et Antonius, 1991). Dans notre cas, les classes participantes devaient répondre à deux critères précis, à savoir :

1) Être une classe de niveau quatrième année du primaire;

2) Utiliser une méthode « ce que je sais, ce que je cherche » pour l'enseignement de la résolution de problèmes écrits de mathématiques.

Un premier contact avec les écoles primaires a été fait par courriel (voir copie du courriel en annexe 7). Dans ce courriel qui s'adressait aux directions d'école, le projet de recherche était présenté, ainsi que l'objectif visé par la troisième phase. Les deux critères de sélection des classes recherchées étaient ensuite expliqués, demandant aux directions de transmettre le courriel aux enseignants de leur école répondant à ces critères. Au total, 23 courriels adressés à 23 directions d'écoles différentes ont été envoyés. Les écoles ciblées font partie de la commission scolaire des Navigateurs et de la Commission scolaire de la Côté du Sud, toutes deux établies dans la région de Chaudière-Appalaches. Ce choix a été fait pour des raisons de faisabilité. Considérant que la participation d'au moins dix classes était visée, et que deux rencontres par classes étaient nécessaires pour la collecte des données, les écoles devaient être regroupées sur un territoire restreint, permettant des déplacements relativement courts entre les écoles. De plus, ces deux commissions scolaires sont celles étant les plus près du campus de Lévis de l'Université du Québec à Rimouski.

Parmi les 23 courriels envoyés, dix directions d'école ont assuré un suivi, huit acceptant de participer, et deux refusant de participer. Les deux réponses négatives ont été expliquées par le fait que les enseignants de ces écoles n'utilisaient pas la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » dans leur classe. Pour ce qui est des huit réponses positives, les directions d'école nous ont fourni les courriels des enseignants de quatrième année de leur école intéressés à participer à l'étude. Des échanges par courriel et/ou par téléphone ont eu lieu avec chaque enseignant pour répondre à leurs questions au sujet du projet et pour convenir des dates et des heures des expérimentations.

3.3.2.2 L'échantillon de l'étude

L'échantillon est plus précisément composé des élèves de quatrième année du primaire dont les enseignants (1) utilisent la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » lors de l'activité de résolution de problèmes écrits de mathématiques et (2) ont accepté de participer au projet. Au total, 14 classes de quatrième année, issues de huit écoles différentes, ont été impliquées dans cette troisième phase du projet. Ces 14 classes comptaient initialement un total de 333 élèves, mais au final, 278 élèves constituent l'échantillon de l'étude.

3.3.2.3 La défection des participants

Tel que mentionné précédemment, bien que les classes ayant accepté de participer étaient composées d'un total de 333 élèves, seules les données obtenues par les productions de 278 élèves ont été analysées. Différentes raisons expliquent cette différence de 55 élèves. D'abord, parmi les 14 classes, trois sont des classes à degrés multiples. Il y a deux classes de 3^{e}/4^{e} année et une classe de 4^{e}/5^{e} année. Les élèves de troisième année et de cinquième année présents dans ces classes ont complété les questionnaires, seulement ceux-ci n'ont pas été inclus dans la saisie et dans l'analyse des données. Vingt-sept élèves se trouvent dans cette situation. Les productions de huit élèves ont été retirées de la saisie et de l'analyse des données étant donné le refus de participation à l'étude par le titulaire de l'autorité parentale. De plus, quatorze élèves n'ayant pas retourné le formulaire de consentement dûment complété, nous avons été dans l'obligation de ne pas considérer leurs productions. Finalement, six élèves étaient absents lors de la première rencontre. Même si ces élèves étaient présents lors de la seconde rencontre, ils n'ont pas été inclus dans l'échantillon de l'étude. Ce choix a été fait considérant que ces élèves n'ont pas reçu les explications initiales données par l'étudiante-chercheuse lors de la première rencontre, expliquant les raisons de leur participation et leur importance dans cette recherche. Nous croyons qu'il était risqué que ces élèves ne s'investissent pas dans la réalisation du questionnaire d'opinion administré lors de la deuxième rencontre de la même façon que les élèves ayant été présents lors de la première rencontre. Par contre, il faut noter que cinq élèves étaient absents lors de la deuxième rencontre, mais présents lors de la première. Les productions de ces élèves ont tout de même été retenues pour la saisie et l'analyse des données. Les données en lien avec les croyances de ces élèves (rencontre 2) ont donc été notées comme données manquantes.

Le tableau ci-dessous présente un résumé des différentes raisons expliquant la diminution de l'échantillon de l'étude à 278 participants.

Tableau 14. Raisons expliquant l'exclusion de 55 participants pour l'analyse des données

RAISON	NOMBRE DE PARTICIPANTS EXCLUS	TOTAL DE L'ÉCHANTILLON
		333
Classes à degrés multiples	27	306
Refus de l'autorité parental	8	298
Non-retour du coupon de participation	14	284
Absence lors de la rencontre 1	6	**278**

3.3.3 Instruments de collecte de données

Pour répondre aux trois principales questions de recherches formulées dans cette dernière phase de l'étude, deux instruments de collecte de données ont été retenus : les questionnaires et l'entrevue. Trois questionnaires ont été complétés par tous les élèves (tâches A, B et C), alors que seulement quelques élèves par classe ont été rencontrés en entrevue (tâche D). Les instruments utilisés seront présentés en fonction des trois volets étudiés, à savoir (1) le volet résolution/compréhension de problèmes, (2) le volet croyances associées à l'activité de résolution de problèmes et (3) le volet appréciation de l'activité de résolution de problèmes.

3.3.3.1 Volet résolution et compréhension de problèmes

Pour répondre aux questions en lien avec le volet résolution/compréhension de problèmes, deux questionnaires écrits ont été administrés à l'ensemble des élèves, correspondant aux tâches A et B.

3.3.3.1.1 Tâche A : la résolution de problèmes écrits de mathématiques

La tâche A consistait à résoudre quatre problèmes écrits de mathématiques. Cette première tâche servait à engager les élèves dans un processus de résolution de problèmes écrits pour ensuite être en mesure de juger de leur niveau de compréhension des énoncés résolus. Nous avons choisi d'utiliser des problèmes présentés sous la forme écrite puisqu'il s'agit de la pratique populaire utilisée dans les classes du primaire. Selon les différentes définitions présentées lors du chapitre précédent, les énoncés de problèmes écrits utilisés pour cette expérimentation correspondent davantage à des problèmes écrits routiniers qu'à des problèmes non routiniers, étant donné que les quatre problèmes proposés peuvent être résolus en mobilisant des connaissances arithmétiques ayant été préalablement apprises par les élèves de quatrième année. Par contre, selon les connaissances et habiletés de chacun, il est possible que les énoncés proposés constituent pour certains élèves de véritables problèmes qui exigent un engagement réel dans un processus de raisonnement, dépassant les solutions automatiques. Pour d'autres, il est envisageable que ces mêmes énoncés soient plutôt perçus tels des problèmes routiniers, des exercices, pour lesquels le choix des opérations à effectuer est évident.

Deux versions différentes du questionnaire de résolution de problèmes écrits ont été distribuées aléatoirement aux élèves. Dans chacune des classes participantes, la moitié des élèves a reçu la version 1 du questionnaire, alors que l'autre moitié a reçu la version 2. Peu importe la version reçue, les élèves ont tous été appelés à résoudre les quatre mêmes problèmes. Cependant, la consigne apparaissant sur le dessus des questionnaires variait en fonction de la version.

Pour la version 1, les élèves pouvaient lire la consigne suivante sur la première page du questionnaire : « Lis chacune des questions et réponds au meilleur de ta connaissance. Réponds directement sur le questionnaire et assure-toi de remplir les 4 cases de la démarche[21]. » Les quatre problèmes à résoudre étaient présentés séparément sur quatre pages distinctes. Un énoncé de problème était présenté au haut de chaque page, en dessous duquel les quatre sections de la méthode « ce que je cherche, ce que je sais » étaient tracées. La moitié des élèves ayant reçu la version 1 du questionnaire étaient donc tenus de résoudre les quatre problèmes en utilisant la méthode « ce que je cherche, ce que je sais », méthode qu'ils ont l'habitude d'utiliser dans leur classe. Autrement dit, pour ces élèves, l'utilisation de cette méthode était imposée.

Pour ce qui est de la version 2, les élèves pouvaient lire la consigne suivante sur la première page du questionnaire : « Lis chacune des questions et réponds au meilleur de ta connaissance. Réponds directement sur le questionnaire ». Aucune consigne particulière ne leur était donnée quant à une méthode à utiliser. Ils étaient libres de résoudre les problèmes de la façon qu'ils le souhaitaient. Chaque énoncé était aussi présenté sur une page distincte du questionnaire, mais aucune section n'était tracée. Sous chaque énoncé se trouvait un grand rectangle vide dans lequel les mots « Traces de la démarche » étaient inscrits. Autrement dit, pour ces élèves, aucune méthode n'était imposée. Lorsque les élèves ayant reçu cette version levaient la main pour savoir s'ils devaient utiliser « la même démarche que d'habitude », il leur était répondu « qu'ils pouvaient faire ce qu'ils voulaient ».

Les figures 7 et 8 présentent un exemple du problème 1 présenté dans la version 1 et dans la version 2. Les deux versions complètes des questionnaires de résolution de

[21] Le mot démarche a été utilisé (plutôt que méthode) auprès des élèves puisqu'il s'agit de la terminologie employée dans les manuels et les cahiers d'exercices mathématiques.

problèmes écrits (tâche A) se trouvent en annexe 8 (version 1) et en annexe 9 (version 2).

QUESTION 1

Sandrine et ses sœurs jumelles se rendent au magasin pour acheter un cadeau à leur mère pour souligner la fête des mères. Elles veulent lui offrir une envolée en montgolfière. Si le prix de l'envolée est de 45$ par personne, et qu'elles souhaitent accompagner leur mère, combien devront-elles payer pour vivre cette expérience?

CE QUE JE CHERCHE	CE QUE JE SAIS
CE QUE JE FAIS (Calculs/démarche)	RÉPONSE

Figure 7. Exemple de l'énoncé de problème 1 tel que présenté dans la version 1 du questionnaire de résolution de problèmes écrits (tâche A)

QUESTION 1

Sandrine et ses sœurs jumelles se rendent au magasin pour acheter un cadeau à leur mère pour souligner la fête des mères. Elles veulent lui offrir une envolée en montgolfière. Si le prix de l'envolée est de 45$ par personne, et qu'elles souhaitent accompagner leur mère, combien devront-elles payer pour vivre cette expérience?

TRACES DE LA DÉMARCHE

Figure 8. Exemple de l'énoncé de problème 1 tel que présenté dans la version 2 du questionnaire de résolution de problèmes écrits (tâche A)

Concernant le choix des problèmes utilisés pour construire le questionnaire de la tâche A, les trois énoncés de problèmes analysés lors de la phase 2 ont été utilisés à nouveau, étant donné que les critères de sélection n'ont pas changé. Nous cherchions quatre énoncés pour lesquels le solutionneur doit produire au moins une inférence pour accéder à la solution. Rappelons que ce sont donc des problèmes pour lesquels la base de texte ne suffit pas; il y a une ou des inférences nécessaires à produire pour arriver à modéliser correctement la situation décrite dans l'énoncé de problème. Pour compléter notre questionnaire, nous avons choisi un problème pour lequel une inférence de nature qualitative doit être produite, rendant maintenant équivalent la nature des inférences nécessaires à générer entre les quatre problèmes:

> Les problèmes 1 et 2 exigent que le solutionneur infère une donnée quantitative nécessaire pour réussir le problème.
>
> Les problèmes 3 et 4 exigent plutôt que le solutionneur infère une donnée qualitative nécessaire pour réussir le problème.

Cette distinction n'a pas été faite dans le but de vouloir comparer ces types d'inférence. Conscients que la production d'inférences peut être nécessaire pour dégager des données implicites étant parfois quantitatives, parfois qualitatives, nous voulions nous assurer que ces deux types d'inférence étaient représentés dans les problèmes choisis.

Ce quatrième problème est issu d'un autre projet de recherche[22] pour lequel nous avons été autorisés à consulter la base de données, bâtie à partir d'un échantillon de 285 élèves de quatrième année. L'énoncé de problème choisi est présenté ci-dessous, de même que ses caractéristiques.

[22] Phase 1 du même projet de recherche dirigé par le chercheur nous ayant autorisé à utiliser les productions d'élèves lors de la phase 2.

Nouvel énoncé de problème

Par une fraiche journée d'été, Alexandre et Jérôme décident de faire une course pour déterminer lequel des deux est le plus rapide. Pour réaliser la course, Alexandre propose de courir la distance entre l'entrée de leur maison et le coin de leur rue. Jérôme est convaincu qu'il gagnera le concours parce qu'il est plus vieux qu'Alexandre. Après avoir chronométré les temps, les résultats sont les suivants : Alexandre a couru la distance en 17 secondes, ce qui représente 8 secondes de moins que Jérôme. Quel est le temps de Jérôme?

- Type de donnée nécessaire à inférer : Qualitative.
- Inférence nécessaire : Si Alexandre a parcouru la distance en 8 secondes de moins que Jérôme, cela veut dire que Jérôme a parcouru la distance en 8 secondes **de plus** qu'Alexandre.
- Donnée inutile : Non (mais mot inducteur trompeur, « de plus » menant à une soustraction plutôt qu'à une addition).
- Niveau de difficulté : Moyennement facile (taux de réussite de 61 %).

Il est à noter que les versions finales des quatre problèmes sélectionnés pour la tâche A sont légèrement différentes des versions utilisées lors des deux études originales auxquelles nous avons eu accès. Des modifications mineures ont dû être apportées pour nous assurer que certains liens entre les données étaient implicites, nous permettant ensuite d'évaluer la compréhension inférentielle des élèves lors de la tâche B. Dans d'autres cas, nous avons dû enrichir l'histoire pour nous permettre de poser des questions d'inférences non nécessaires. La section 3.3.4 à venir portant sur la validité interne des épreuves administrées présentera les changements apportés suite aux pré-expérimentations réalisées avant la phase expérimentale.

3.3.3.1.2 Tâche B : le test de compréhension

Concernant la tâche B, les élèves étaient appelés à répondre à un questionnaire visant à évaluer leur niveau de compréhension des quatre énoncés de problèmes précédemment résolus lors de la tâche A. Un test troué a été utilisé, dans lequel les élèves devaient choisir une réponse parmi trois choix afin de combler chaque espace manquant. Voici la consigne que pouvaient lire les élèves avant de réaliser cette deuxième tâche :

> « Tu viens de résoudre quatre problèmes écrits de mathématiques. J'aimerais maintenant savoir ce que tu as retenu des histoires autour de ces problèmes. Chaque fois que tu vois une ligne, c'est parce que tu dois faire un choix parmi les réponses proposées. Tu dois toujours choisir une seule réponse. Je te demande d'encercler cette réponse. »

La figure ci-dessous propose un exemple du texte troué soumis aux élèves pour évaluer leur compréhension de l'histoire dans laquelle s'inscrivait le premier énoncé de problème mathématique résolu lors de la tâche A.

PROBLÈME 1

À l'occasion de _______ (la fête des mères, la fête de Pâques, la fête de Noël), Sandrine et _______ (sa sœur, son frère, ses deux sœurs) veulent acheter un cadeau à leur _______ (mère, père, grand-mère). Elles ont décidé de lui offrir une envolée _______ (en avion, en montgolfière, en hélicoptère). Elles _______ (veulent, ne veulent pas) accompagner leur _______ (mère, père, grand-mère) lors de cette activité. Elles devront alors acheter _______ (deux billets, trois billets, quatre billets) en tout.

Dans ce problème, on voulait savoir _______ (combien coûtera l'activité, où se déroulera l'activité, combien de temps durera l'activité).

Figure 9. Exemple du test de compréhension associé à l'énoncé de problème mathématique 1 (tâche B)

Selon Leiss et ses collègues (2010), ce type de test permet une mesure rapide de la compréhension en lecture des élèves. Considérant notre besoin d'obtenir un score de compréhension en lecture pour différents types de questions (questions d'inférences non nécessaires, questions d'inférences nécessaires et questions littérales), le questionnaire utilisé devait inclure un nombre suffisamment élevé de questions. Cependant, puisque les élèves devaient aussi résoudre les problèmes avant de réaliser le test de compréhension, une contrainte de temps devait être prise en compte. Le test troué a donc été choisi en raison de la rapidité avec laquelle il permet d'évaluer la compréhension des élèves, et ce à différents niveaux (inférentiel et littéral).

Le test de compréhension a été construit à partir des quatre énoncés de problèmes écrits utilisés lors de la tâche A. Il était divisé en quatre sections identifiées « problème 1 », « problème 2 », « problème 3 », et « problème 4 ». Pour chacun des problèmes, un texte troué, comportant sept ou huit sections de phrase à compléter, était présenté pour raconter l'histoire dans laquelle s'inscrivait le problème mathématique résolu. Tous les problèmes comptaient sept sections à compléter, à l'exception du problème 1 qui en comptait huit pour des raisons de logistique (une question supplémentaire a dû être ajoutée, sans quoi la réponse d'une question précédente était révélée). Pour chaque section étaient proposés trois choix de réponse, dont un seul était correct.

Pour compléter correctement ces sections, les élèves devaient parfois produire des inférences, alors que dans d'autres cas, le repérage d'information était suffisant. En d'autres mots, certaines sections à compléter correspondaient à des informations qui n'étaient pas présentées explicitement dans les énoncés de problèmes résolus (informations implicites devant être **inférées**), alors que d'autres avaient été présentées explicitement (informations explicites devant être **repérées**). Les questions d'inférence exigent que le lecteur fasse des liens entre les différentes idées et phrases du texte, ou encore entre les informations du texte et ses propres connaissances afin de combler les vides. Pour ce qui est des questions de repérage, celles-ci renvoient à une compréhension littérale telle que définie par Giasson (2003) dans le premier chapitre de la présente étude. Ce niveau de compréhension suppose qu'aucun lien ne doit être fait par le lecteur entre les différentes informations du texte pour trouver la réponse attendue; il n'a qu'à repérer l'information qui est écrite explicitement.

Plus précisément, pour chaque histoire, correspondant aux quatre problèmes mathématiques résolus, nous retrouvons des sections à compléter étant de l'ordre du « repérage », d'une « inférence non nécessaire » et d'une « inférence nécessaire ». Les pages suivantes présenteront les quatre histoires proposées dans le test de compréhension. La nature de l'information requise pour compléter chaque section sera précisée. La lettre « R » est utilisée pour indiquer qu'il s'agit d'une information qui pouvait être **Repérée** dans l'énoncé de problème. Les lettres « IN » indiquent que l'information devait être **Inférée** et que plus précisément, il s'agissait d'une inférence **Nécessaire** pour réussir à résoudre le problème. Finalement, les lettres « INN » indiquent à nouveau que l'information devait être **Inférée**, mais qu'il s'agissait plutôt d'une inférence **Non Nécessaire**, c'est-à-dire une inférence qui n'était pas nécessaire pour accéder à la solution du problème.

En résumé :

R= Repérage

IN= Inférence Nécessaire

INN= Inférence Non Nécessaire

PROBLÈME 1

À l'occasion de __**R**___ (la fête des mères, la fête de Pâques, la fête de Noël), Sandrine et __**IN**____ (sa sœur, son frère, ses deux sœurs) veulent acheter un cadeau à leur __**R**____ (mère, père, grand-mère). Elles ont décidé de lui offrir une envolée __**R**___ (en avion, en montgolfière, en hélicoptère). Elles __**R**___ (veulent, ne veulent pas) accompagner leur __**R**____ (mère, père, grand-mère) lors de cette activité. Elles devront alors acheter __**IN**____ (deux billets, trois billets, quatre billets) en tout.

Dans ce problème, on voulait savoir __**R**____ (combien coûtera l'activité, où se déroulera l'activité, combien de temps durera l'activité).

PROBLÈME 2

Sophie est une __**R**__ (artiste, athlète, chanteuse) qui participera bientôt à __**R**___ (un spectacle, une exposition, une compétition). Son but est de __**INN**__ (courir sans arrêter, battre son propre record, gagner la première place). Pour atteindre son but, Sophie s'entraîne sur une piste qui est située __**INN**__ (dans le gymnase de son école, dans son quartier, à l'autre bout de la ville). Elle se rend sur la piste __**IN**__ (tous les jours de la semaine, cinq jours par semaine, six jours par semaine). Sophie est avant tout une grande coureuse, mais elle pratique aussi __**INN**__ (la natation, la bicyclette, la danse).

Dans ce problème, on voulait savoir le nombre de kilomètres que Sophie __**R**__ (nage, court, pédale) par semaine.

PROBLÈME 3

Par une belle journée _**INN**_ (de printemps, d'automne, d'été), Alexandre et son père décident de faire une course à _**R**_ (pieds, vélo, patins) pour savoir lequel est le plus rapide. Ils décident de courir la distance entre l'entrée de _**R**_ (leur école, leur maison, l'épicerie) et le coin de leur rue. Le père d'Alexandre pense qu'il gagnera la course parce qu'il est plus _**R**_ (vieux, sportif, grand). Les temps ont été calculés par _**INN**_ (la sœur, la mère, la tante) d'Alexandre. Selon les résultats obtenus, Alexandre a couru la distance en 17 secondes tandis que son père a couru la distance en 8 secondes _**IN**_ (de plus, de moins).

Dans ce problème, on voulait savoir _**R**_ (le temps du père, le temps d'Alexandre, le temps du gagnant).

PROBLÈME 4

À 10 heures du matin, la boulangère _**R**_ (ajoute, replace, enlève) des petits pains dans son _**R**_ (four, comptoir, frigidaire). Vers la fin de _**INN**_ (l'avant-midi, l'après-midi, la soirée), elle calcule qu'elle a _**R**_ (acheté, vendu, fait cuire) 65 petits pains, et que la moitié était des petits pains au _**R**_ (chocolat, blé, banane). Au moment de la fermeture du magasin, la boulangère remarque qu'il reste encore 20 petits pains dans le comptoir. Les 20 pains restants au moment de la fermeture _**IN**_ (incluent, excluent) les pains qui se trouvaient dans le comptoir avant 10 heures.

Dans ce problème, on voulait savoir _**R**_ (le nombre de pains vendus durant la journée, le nombre de pains restant à la fin de la journée, le nombre de pains dans le comptoir avant 10 heures).

3.3.3.2 Volet croyances

Pour répondre à la question portant sur les croyances des élèves par rapport à l'activité de résolution de problèmes écrits de mathématiques, un questionnaire d'opinion a été élaboré. Ce questionnaire, correspondant à la tâche C, a été complété par tous les élèves.

<u>3.3.3.2.1 Tâche C : questionnaire d'opinion sur les croyances des élèves</u>

La tâche C consistait en un questionnaire d'opinion énonçant différentes affirmations à propos desquelles les élèves devaient se positionner. Le questionnaire est composé de six affirmations relatant des fausses croyances pouvant être associées à l'activité de résolution de problèmes écrits de mathématiques, formulées suite à une recension des écrits à ce sujet (Callejo et Vila, 2009; Charnay et Mante, 1995; Fagnant *et al.*, 2000; Mason et Scrivani, 2004; Reusser et Stebler, 1997; Schoenfeld, 1983;1989; Verschaffel *et al.*, 2000).

Puisque notre objectif était uniquement de savoir si les élèves ont développé un système de fausses croyances concernant la résolution de problèmes écrits de mathématiques, ceux-ci devaient simplement indiquer s'ils étaient en accord ou en désaccord avec chacune des affirmations. En s'appuyant sur la nature d'une croyance (une proposition est crue lorsque le sens de celle-ci est représentée mentalement et traitée comme étant vraie (Gilbert, 1991)), il nous apparaît justifié de questionner les élèves à savoir s'ils considèrent vraies (accord) ou fausses (désaccord) les propositions énoncées (échelle dichotomique).

Les six affirmations proposées aux élèves sont les suivantes :

1. Quand mon enseignant(e) me demande de résoudre un problème écrit de mathématique, je sais qu'il y a toujours une seule réponse correcte.

2. Pour résoudre un problème écrit de mathématique, je sais que les données importantes sont uniquement des nombres.

3. Pour résoudre un problème écrit de mathématique, je sais que je peux toujours me fier aux mots-clés dans le texte pour choisir quel(s) calcul(s) je dois faire.

4. Quand je résous un problème écrit de mathématique, je dois utiliser tous les nombres qui sont présentés pour arriver à la bonne réponse.

5. Ce n'est pas grave si je ne comprends pas l'histoire autour du problème. Ce qui est le plus important, c'est de trouver la bonne réponse.

6. Résoudre un problème écrit de mathématiques, c'est suivre des étapes dans un ordre bien précis.

3.3.3.3 Volet appréciation

Pour répondre à la question portant sur l'appréciation de l'activité de résolution de problèmes par les élèves lorsqu'ils sont appelés à utiliser la méthode « ce que je sais, ce que je cherche », nous avons réalisé des entrevues avec un nombre limité d'élèves dans chaque classe participante, correspondant à la tâche D. Cette tâche n'a donc pas été réalisée par tous les élèves.

<u>3.3.3.3.1 Tâche D : l'entrevue individuelle</u>

La tâche D consistait en des rencontres individuelles au sujet des motifs d'utilisation (ou non) de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » par les élèves ayant reçu la version 2 du test de résolution de problèmes écrits lors de la tâche A. Rappelons que la version 2 offrait la possibilité aux élèves de résoudre les problèmes comme ils le souhaitaient, en appliquant ou non la méthode « ce que je cherche, ce que je sais » habituellement utilisée dans leur classe. Nous avons choisi de faire des entrevues plutôt que d'administrer des questionnaires étant donné qu'il peut être difficile pour des élèves de cet âge d'exprimer leur pensée par écrit. Puisque nous cherchions à identifier les raisons expliquant le choix des élèves, donc à comprendre leur point de vue, l'entrevue semble tout à fait appropriée pour atteindre cet objectif. Enfin, comme il s'agit d'un sujet nouveau pour lequel aucune donnée n'est disponible dans les écrits scientifiques, l'entrevue cadre bien avec ce besoin d'étudier la question de façon exploratoire.

Des entrevues semi-dirigées ont été réalisées. Ce choix a été fait pour rendre les élèves le plus à l'aise possible, le but étant qu'ils ne se sentent pas questionnés, mais qu'ils aient plutôt l'impression d'être engagés dans une conversation informelle. Comme le souligne Savoie-Zajc (2000) l'entrevue semi-dirigée peut être vue comme :

> […] une interaction verbale animée de façon souple par le chercheur. Celui-ci se laissera guider par le flux de l'entrevue dans le but d'aborder, sur un mode qui ressemble à celui de la conversation, les thèmes généraux sur lesquels il

> souhaite entendre le répondant, permettant ainsi de dégager une compréhension riche du phénomène à l'étude (p. 266).

Entre cinq et neuf élèves par classe ont été rencontrés individuellement, dépendamment de la richesse des interactions vécues avec les élèves interviewés. Le canevas d'entrevue utilisé était très simple et se limitait aux questions suivantes :

1) Pourquoi as-tu décidé d'utiliser (de ne pas utiliser) la démarche « ce que je sais, ce que je cherche » pour résoudre les quatre problèmes proposés?

2) Personnellement, qu'est-ce que tu en penses de cette démarche? Comment tu la trouves cette démarche-là que vous utilisez dans ta classe?

    - *Probes facultatives :*

    a. Est-ce que tu penses que quand tu as rempli les deux premières cases de la démarche tu comprends mieux le problème, ou si ça ne change pas grand-chose pour toi? Pourquoi?
    b. Est-ce que tu penses que cette démarche-là peut te nuire, rendre plus difficile la résolution des problèmes que te propose ton enseignant(e)? Pourquoi?
    c. Est-ce que c'est difficile pour toi de savoir ce que tu dois mettre dans chaque case ou si ça va assez bien pour toi? Pourquoi?

3.3.4 Validité interne des épreuves administrées

Étant donné que les questionnaires utilisés lors des tâches A, B et C sont des épreuves maison, deux pré-expérimentations ont été réalisées avant le début de la collecte de données. Par ces pré-expérimentations, nous voulions d'une part vérifier si le temps de passation alloué était réaliste pour réaliser l'ensemble des tâches prévues, et d'autre part, nous assurer que les questions/consignes étaient adaptées au niveau de compétence des élèves de quatrième année. Les deux pré-expérimentations ont été réalisées entre le 21 septembre et le 28 octobre 2015.

La première pré-expérimentation a été faite dans une classe de quatrième année comptant 21 élèves. L'objectif visé était de faire les tâches A, B et C en une période d'une heure, ce qui s'est avéré impossible pour la majorité des élèves qui ont eu besoin de 75 minutes pour compléter les trois tâches. Cette première pré-expérimentation a donc permis de conclure que la tâche C serait réalisée lors de la deuxième rencontre. Le déroulement de la collecte de données sera détaillé dans la section 3.3.5 à venir.

Concernant la clarté des consignes, nous voulions vérifier si la tâche B (le test de compréhension) était bien comprise par les élèves. Pour ce faire, chaque fois que la feuille de travail nécessaire à la réalisation de la tâche B était remise à un élève, la consigne lui était expliquée personnellement à voix basse. Cette façon de faire s'est avérée être efficace : il était possible d'expliquer clairement et succinctement le travail à faire. Pour confirmer la compréhension des élèves, il leur était demandé de reformuler la tâche à accomplir dans leurs mots. Par ailleurs, la correction des 21 copies d'élèves a montré que sur un total de 609 réponses (29 questions/phrases à compléter x 21 élèves) il y a eu seulement six oublis, et à une seule reprise un élève a encerclé deux choix au lieu d'un seul.

Concernant le questionnaire d'opinion, celui-ci a été projeté sur un tableau interactif et la consigne a été lue à voix haute à tous les élèves en même temps. Les élèves étaient invités à poser des questions si ce n'était pas clair pour eux. Aucune difficulté n'a été notée pour cette tâche.

Après avoir corrigé l'ensemble des 21 copies, différents changements ont été apportés, et ce, pour chacune des trois tâches. Ces changements sont expliqués ci-dessous, alors que l'annexe 10 présente concrètement les modifications avant/après.

Tâche A

Aucune modification n’a été apportée aux problèmes 1 et 4, alors que les problèmes 2 et 3 ont été légèrement modifiés dans leur formulation. Pour le problème 2, des changements ont été apportés pour rendre la situation plus explicite. Ce choix a été fait en raison d’un taux de réussite très faible. Le problème 3 a été modifié uniquement pour marquer un plus grand contraste entre les personnages. L’énoncé initial racontait l’histoire de deux frères, Alexandre et Jérôme, faisant une course à pieds. Étant donné qu’il pouvait être difficile de se rappeler « quel frère a fait quel temps » pour répondre correctement aux questions de compréhension de la tâche B, un des deux frères a été remplacé par le père. De cette façon, l’élève n’a plus à retenir les noms des personnages. Sa compréhension globale devient suffisante.

Tâche B

Le contenu du test de compréhension a uniquement été modifié pour être cohérent avec les changements apportés dans la formulation des énoncés de problèmes 2 et 3. Une correction de la mise en page a aussi été faite pour s’assurer qu’un choix de réponse ne se retrouvait pas sur deux lignes différentes.

Tâche C

Cinq affirmations sur six ont été conservées telle quelle, alors que la dernière affirmation a été modifiée de manière à éviter que l’enseignant(e) « soit impliqué(e) » dans la formulation. Ce changement a été apporté après avoir constaté que sur les 21 élèves répondants, 21 ont affirmé être en accord avec cette affirmation. La possibilité selon laquelle la formulation employée suggère une position « en accord » a été soulevée, sachant que les élèves veulent généralement faire ce qui est demandé par leur enseignant(e).

Considérant les changements apportés, une deuxième pré-expérimentation a été réalisée environ trois semaines plus tard, uniquement pour nous assurer que les modifications apportées n'engendraient aucune ambigüité ou nouvelle difficulté. Seules les tâches ayant été modifiées ont été pré-expérimentées à nouveau, c'est-à-dire :

- Le problème 2;
- Le problème 3;
- Le test de compréhension en lien avec ces deux problèmes;
- Le questionnaire d'opinion sur les croyances.

Suite à la correction des copies des 22 élèves de cette nouvelle classe de quatrième année, aucune observation indiquant quelconque problème n'a été soulevée. Ces versions ont donc été jugées satisfaisantes pour débuter la collecte de données.

3.3.5 Déroulement de la cueillette de données

Tel que mentionné précédemment, le protocole développé afin de répondre aux questions de recherche de la phase trois comprend quatre tâches distinctes ayant été réalisées par les élèves lors de deux rencontres, chacune d'une durée de 60 minutes. Les rencontres ont eu lieu dans les classes respectives des élèves, lors de deux semaines d'école consécutives.

Lors de la première rencontre, l'étudiante-chercheuse s'est présentée aux élèves en leur expliquant qu'elle travaillait à l'université avec une équipe de chercheurs, et qu'ils avaient besoin de leur aide pour poursuivre leur recherche. Le discours tenu insistait sur l'importance et le sérieux de leur investissement dans les tâches demandées, mais aussi sur le fait que ce qui était souhaité, c'est qu'ils répondent aux questionnaires au meilleur de leur capacité. Les élèves ont aussi été informés qu'une deuxième rencontre aurait lieu la semaine suivante. Une fois la présentation du projet terminée, les consignes en lien avec les tâches à réaliser pour la première rencontre ont été données. Il leur a d'abord été annoncé qu'ils disposeraient d'un maximum d'une heure pour réaliser deux tâches et qu'aucun matériel n'était autorisé (dictionnaire, calculatrice, notes, manuels scolaires, etc.). Ils ont aussi été mis au courant que ni l'étudiante-chercheuse ni l'enseignant(e) titulaire de la classe ne pouvaient répondre aux questions en lien avec les questionnaires administrés. Finalement, juste avant la distribution du premier questionnaire, la consigne suivante a été donnée aux élèves :

> « Je te passe un document dans lequel tu auras à résoudre quatre problèmes écrits de mathématiques. Je te demande d'abord de lire attentivement les consignes qui se trouvent sur le dessus de ce document. Une fois que tu auras bien lu les consignes, tu peux tourner la première page et commencer ton travail. Tu sauras alors ce que tu dois faire précisément. Quand tu as terminé de résoudre les quatre problèmes, lève la main et je viendrai te voir. Je t'expliquerai à ce moment la deuxième tâche que tu auras à faire aujourd'hui. »

La nature de la deuxième tâche n'a pas été précisée aux élèves pour ne pas influencer leur façon de lire ou de résoudre les problèmes de la tâche A. Lorsqu'un élève levait la main pour indiquer qu'il avait terminé la résolution des quatre problèmes, son document était récupéré, juste avant que le test de compréhension (tâche B) ne lui soit remis. Les explications suivantes étaient alors données, personnellement et à voix basse, à chaque élève :

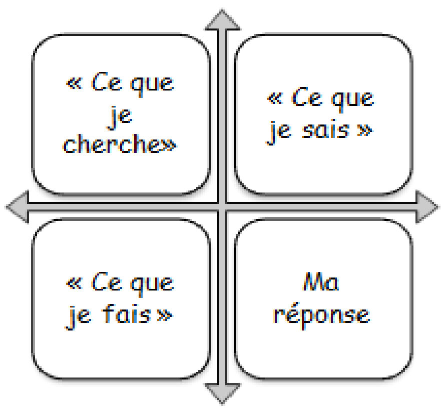
> « Ce que tu voies ici, ce sont les histoires des quatre problèmes de mathématiques que tu viens de résoudre. (À ce moment, la feuille était tournée sous les yeux de l'élève pour qu'il voie qu'il y a un verso). Sauf que les histoires, elles sont trouées. Chaque fois que tu voies une petite ligne comme ça (une ligne était pointée), ça veut dire qu'il y a un trou dans l'histoire. À chaque fois, je te donne trois choix de réponses (un exemple des trois choix de réponse

> est pointé) et je te demande de m'encercler le bon. Tu n'as pas à réécrire ta réponse sur la ligne; la ligne est beaucoup trop petite! Tu n'as qu'à l'encercler. As-tu bien compris? »

Si l'élève répondait non, il lui était alors demandé de commencer la lecture de la première phrase. À ce moment, l'élève réalisait que c'était la même histoire que dans le premier problème qu'il venait de résoudre. Parmi le peu d'élèves ayant affirmé ne pas comprendre la consigne, tous ont débloqué à l'aide de cette simple intervention. Lorsque cette deuxième tâche était terminée, les élèves levaient à nouveau la main pour que leur copie soit récupérée. À ce moment, les deux côtés de la feuille étaient vérifiés pour s'assurer qu'aucune section à compléter n'avait été oubliée. Si un oubli était observé, la feuille était remise à l'élève à qui il était demandé de prendre le temps de compléter sa copie.

Lors de la deuxième rencontre, tous les élèves ont été appelés à répondre à un questionnaire d'opinion portant sur l'activité de résolution de problèmes écrits de mathématiques. Avant de débuter, les élèves ont été invités à expliquer dans leurs mots ce à quoi référait ce type de questionnaire, dans le but de mettre en évidence qu'il n'y a pas de bonnes ou de mauvaises réponses. Le document a été projeté sur le tableau interactif de la classe (chacune des 14 classes était équipée d'un tableau interactif), présentant les six affirmations du questionnaire. Il a alors été expliqué aux élèves qu'ils devaient se positionner à savoir s'ils sont d'accord ou s'ils ne sont pas d'accord avec chacune des affirmations. Il leur a clairement été indiqué qu'ils ne pouvaient pas faire un X dans les deux cases : s'ils sont « un peu d'accord », et en même temps « un peu pas d'accord », ils doivent prendre le temps de se demander lequel des deux choix est le plus fort. Finalement, avant de distribuer le questionnaire aux élèves, l'importance de leur participation et de leur investissement dans cette tâche leur a été rappelée. Ils ont aussi été mis au courant qu'ils avaient une heure pour compléter ce questionnaire. Ils étaient invités à déposer le document sur le coin de leur bureau lorsque terminé.

Après une quinzaine de minutes, lorsque le premier élève figurant sur la liste des élèves à rencontrer en entrevue (tâche D) avait terminé de répondre au questionnaire d'opinion, celui-ci était invité à se rendre à l'extérieur de la classe, où un espace de travail avait été aménagé avant le début de la rencontre. L'étudiante-chercheuse avait alors avec elle le questionnaire de résolution de problèmes complété la semaine précédente par l'élève en question, ainsi que deux feuilles sur lesquelles deux illustrations populaires de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » étaient présentées. Ces deux illustrations sont présentées dans la figure 10 ci-dessous.



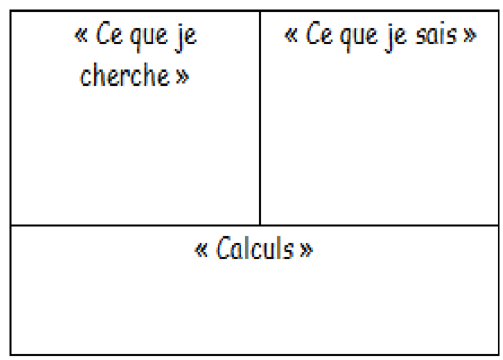


Figure 10. Deux illustrations de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » montrées aux élèves lors de l'entrevue individuelle (tâche D)

La première tâche demandée aux élèves était de prendre connaissance des deux exemples de méthodes de résolution de problèmes présentées sur ces feuilles, et de dire à l'étudiante-chercheuse s'ils reconnaissaient l'une de ces méthodes comme étant celle utilisée dans leur classe. Ensuite, le document dans lequel l'élève avait résolu les problèmes écrits était ouvert afin de lui présenter un des quatre problèmes :

> « Je t'ai posé cette question parce que j'ai remarqué que toi, quand tu as résolu les problèmes que je t'ai proposés la semaine passée, tu as décidé d'utiliser (ou de ne pas utiliser) cette démarche-là, qui est celle que vous utilisez normalement

> dans ta classe. C'est parfait comme ça, tu pouvais faire ce que tu voulais. Ma question, c'est simplement de savoir pourquoi tu as fait ce choix? »

La seconde question d'entrevue présentée précédemment a ensuite été posée, en ajoutant au besoin les probes facultatives, en fonction des réponses des élèves. Après chaque entrevue, l'élève qui venait d'être interviewé retournait en classe puis informait le prochain élève qui devait venir rencontrer l'étudiante-chercheuse. Il est important de mentionner que chaque élève a été informé que tout ce qui allait se dire lors de cette entrevue resterait complètement confidentiel, et qu'en aucun cas, son enseignant(e) n'allait savoir ce qu'il ou elle a dit. L'étudiante-chercheuse a aussi insisté sur le fait que ça ne changeait absolument rien pour elle qu'ils aient utilisé ou non la méthode, et que tout ce qui l'intéressait, c'est de savoir pourquoi. Finalement, un petit magnétophone était placé en évidence sur la table de travail, sans en parler aux élèves. En cas de questionnement, ils étaient informés que leur voix était enregistrée pour s'assurer de ne rien oublier.

En résumé, les élèves des 14 classes participantes ont réalisé quatre tâches : les tâches A, B, C et D. Les tâches A, B et C ont été réalisées par tous les élèves, tandis que le nombre d'élèves ayant été engagés dans la tâche D a été réduit à une partie de l'échantillon seulement. Deux rencontres ont eu lieu dans chacune des 14 classes et deux tâches ont été réalisées à chacune de ces rencontres. Les 28 rencontres (14 classes x 2 rencontres) ont été animées par l'étudiante-chercheuse responsable du projet. Le tableau ci-dessus présente une synthèse du déroulement de l'expérimentation menée pour cette troisième phase de l'étude.

Tableau 15. Déroulement des tâches lors des deux rencontres réalisées auprès des classes participantes

Ordre de réalisation des tâches	Rencontre 1 (60 minutes)	Rencontre 2 (60 minutes)
1	Tâche A : résolution de problèmes écrits (N = 278)	Tâche C : questionnaire d'opinion sur les croyances (N= 273)
2	Tâche B : test de compréhension (N = 278)	Tâche D : entrevue individuelle (N= 104)

3.3.6 Méthodes d'analyse de données

Concernant le volet compréhension, deux variables principales ont été étudiées, soit une variable dépendante et une variable indépendante. La variable dépendante, celle que l'on vise à expliquer, renvoie au « niveau de compréhension » des énoncés de problèmes écrits de mathématiques. Cette variable sera raffinée lors des analyses qui porteront non seulement sur le niveau de compréhension générale, mais aussi sur (a) le « niveau de compréhension inférentielle » (de l'ordre de l'implicite) et (b) le « niveau de compréhension littérale » (de l'ordre de l'explicite) atteint par les élèves. Il s'agit de variables continues. À l'issue du test de compréhension effectué, chaque participant obtiendra un score de rendement par rapport à son niveau de compréhension générale, qui sera obtenu en considérant l'ensemble des questions du test. Les niveaux de compréhension inférentielle et littérale seront déterminés respectivement par le nombre de bonnes réponses aux questions d'inférences et aux questions de repérage.

La variable indépendante, celle qui constitue un facteur explicatif possible de la variable dépendante, est « la méthode ». Il s'agit d'une variable catégorielle dichotomique, étant donné qu'elle compte deux catégories seulement, à savoir (1) la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » imposée, et (2) aucune méthode imposée.

Le tableau ci-dessous présente un résumé des variables à l'étude et de leur opérationnalisation pour le volet compréhension.

Tableau 16. Synthèse des variables à l'étude pour le volet compréhension

VARIABLE		NIVEAU DE MESURE	TYPE DE VARIABLE	OPÉRATIONNALISATION DES VARIABLES
Niveau de compréhension générale	Niveau de compréhension inférentielle	Variable dépendante	Variable Continue	Score global au test de compréhension (toutes les questions)
	Niveau de compréhension littérale			Score aux questions d'inférence du test de compréhension
				Score aux questions de repérage du test de compréhension
Méthode		Variable indépendante	Variable catégorielle dichotomique	Méthode « ce que je sais, ce que je cherche » imposée
				Aucune méthode imposée

Tel que présenté dans le chapitre portant sur le cadre théorique de la recherche, nous proposons d'utiliser une catégorisation des inférences particulière au domaine de la résolution de problèmes écrits de mathématiques. Parmi les types d'inférence présentés, nous avons défini les inférences nécessaires et les inférences non nécessaires. Ces deux types d'inférence ont été utilisés afin de préciser le niveau de compréhension inférentielle atteint par les participants. Pour ce faire, la variable « compréhension inférentielle » a été raffinée afin d'étudier le « niveau de compréhension des inférences nécessaires » et le « niveau de compréhension des inférences non nécessaires ». Ces deux nouvelles variables ont été créées en combinant toutes les questions d'inférences du test de compréhension répondant aux critères d'inférences nécessaires et celles répondant aux critères d'inférences non nécessaires (tel que défini dans le chapitre précédent).

Concernant le volet croyances, chaque participant obtiendra un score qui constituera la valeur de la variable « degré d'accord avec les fausses croyances ».

3.3.6.1 Analyse des données de la tâche A : la résolution des problèmes écrits

La tâche A était uniquement une tâche préalable à la tâche B : il était nécessaire que les élèves résolvent des problèmes (tâche A) pour ensuite réaliser le test de compréhension (tâche B) y étant associé. Puisqu'on ne s'intéresse pas au rendement, aucune correction des problèmes ne sera effectuée. Nous noterons uniquement quelle version des questionnaires (version 1 : avec la méthode imposée ou version 2 : sans méthode imposée) a été reçue par chaque participant.

3.3.6.2 Analyse des données de la tâche B : le test de compréhension

Pour la tâche B, chaque réponse sera notée « 0 » ou « 1 », correspondant respectivement à une réponse incorrecte et à une réponse correcte. Lorsque deux choix de réponse auront été encerclés pour une même question[23], la note « 0 » sera attribuée. Lorsqu'une question aura été oubliée, c'est-à-dire qu'aucun choix de réponse n'a été encerclé, la cote « 99 », indiquant qu'il s'agit d'une donnée manquante, sera attribuée. Chacune des données sera ensuite classée dans l'une des trois catégories suivantes : « question de repérage » (18 questions), « question d'inférence non nécessaire » (6 questions) ou « question d'inférence nécessaire » (5 questions). Chaque participant se verra attribuer un score correspondant à chacune de ces catégories. Par ailleurs, un score global de compréhension inférentielle (inférences nécessaires et non nécessaires) (sur 11) sera aussi calculé pour chaque participant, ainsi qu'un score global de

[23] Le mot question réfère en fait aux trous, aux sections à compléter dans le texte.

compréhension combinant l’ensemble des questions (de repérage et d’inférence) (sur 29).

Afin de savoir si le niveau de compréhension des énoncés de problèmes est influencé par l’imposition de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche », nous effectuerons des tests t pour échantillons indépendants permettant de vérifier s’il existe une différence entre les moyennes de deux groupes. Puisque les données ont été recueillies à partir d’un échantillon, nous emploierons des statistiques inférentielles pour admettre une différence (Laflamme et Zhou, 2014). Dans notre cas, nous visons à comparer les moyennes de deux groupes d’élèves : ceux à qui la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » a été imposée au moment de la résolution des problèmes (tâche A) et ceux à qui aucune méthode n’a été imposée. Autrement dit, nous cherchons à savoir si le fait de faire partie d’un de ces deux groupes a une influence sur la variable dépendante étudiée, soit le niveau de compréhension générale atteint.

Pour les analyses statistiques, la variable compréhension sera aussi étudiée sous son aspect inférentiel et littéral. Au total, cinq tests t différents seront réalisés, ayant toujours pour variable indépendante la « méthode ». Ces tests sont énumérés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 17. Variables dépendantes des tests t ayant pour variable indépendante la méthode

VARIABLES DÉPENDANTES
1. Niveau de compréhension générale
2. Niveau de compréhension littérale
3. Niveau de compréhension inférentielle
4. Niveau de compréhension inférentielle de type « non nécessaire »
5. Niveau de compréhension inférentielle de type « nécessaire »

3.3.6.3 Analyse des données de la tâche C : le questionnaire d'opinion sur les croyances

Concernant la tâche C, chaque affirmation de la section 1 sera notée « 1 » (Je suis d'accord) ou « 0 » (Je ne suis pas d'accord). Un score global (sur 6) pourra ensuite être calculé pour chaque élève, puis transformé en pourcentage, correspondant à la variable « score fausses croyances ». Plus le score de l'élève est élevé, plus son degré d'accord avec les fausses croyances est élevé.

3.3.6.4 Analyse des données de la tâche D : les entrevues individuelles

Concernant la tâche D, 104 élèves (issus des 14 classes participantes) ont été rencontrés individuellement lors d'entrevues semi-dirigées. En raison du grand nombre d'élèves rencontrés, les données issues de ces entrevues seront analysées qualitativement et quantitativement.

Les bandes sonores des 104 entrevues seront analysées avec une intention d'écoute particulière, soit « connaître les raisons d'utilisation ou de non-utilisation » de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » chez les élèves ayant eu « carte blanche » pour résoudre les problèmes écrits de la tâche A. Lors de l'écoute de chaque entrevue, les propos jugés pertinents pour bien comprendre les motifs d'utilisation (ou de non utilisation) exprimées par les élèves seront notés sous forme de verbatim. Par la suite, tout comme dans la phase exploratoire de l'étude, les segments de verbatim choisis seront traités au moyen d'une analyse de contenu.

Dans un deuxième temps, les données codifiées seront traitées quantitativement : des analyses descriptives permettront d'établir le pourcentage lié aux différentes raisons énoncées par les élèves interviewés expliquant pourquoi ils ont choisi d'utiliser ou de ne pas utiliser la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » pour résoudre les problèmes proposés.

CHAPITRE 4
RÉSULTATS ET DISCUSSION

Dans ce quatrième chapitre, les résultats en lien avec les six principales questions de recherche seront présentés en fonction de chacune des trois phases de l'étude. Chaque question sera traitée en décrivant les données obtenues (qualitatives et/ou quantitatives). Les résultats seront ensuite discutés dans leur ensemble, afin de fournir des réponses qui soient les plus complètes possibles et riches des deux perspectives.

Comme dans tout projet de recherche, certaines limites s'imposent suite aux choix méthodologiques ayant été faits. Dans un souci de transparence, celles-ci seront exposées tout au long de ce chapitre. Cette façon de procéder nous semble être la plus efficiente. Elle nous permet d'avoir un discours nuancé au cours de l'interprétation de nos résultats.

4.1 PHASE 1 : RÉSULTATS RELATIFS AUX PRATIQUES DÉCLARÉES DES ENSEIGNANTS

Dans cette première phase de l'étude, deux questions de recherche principales ont été formulées en lien avec les pratiques relatives aux méthodes de résolution de problèmes écrits de mathématiques présentées par les enseignants du deuxième et du troisième cycle du primaire.

1) Quelles sont les pratiques déclarées des enseignants au regard de la présentation d'une méthode de résolution de problèmes écrits de mathématiques et de leurs exigences relatives à l'utilisation qui en est faite par les élèves ?

2) Quelle est la perspective des enseignants sur les finalités de la résolution de problèmes écrits de mathématiques?

Pour répondre à ces questions, des données quantitatives ont été obtenues suite à la passation d'un questionnaire en ligne. Il faut aussi préciser que pour répondre à la question 2, nous avons analysé les réponses des enseignants à deux questions ouvertes, donnant aussi lieu à des données qualitatives. Les résultats en lien avec chacune de ces questions sont présentés respectivement aux points 4.2.1 et 4.2.2 ci-dessous. Les quatre sous-questions liées à la question 1 seront aussi abordées sous le point 4.2.1.

4.1.1 Quelles sont les pratiques déclarées des enseignants au regard de la présentation d'une méthode de résolution de problèmes écrits de mathématiques et de leurs exigences relatives à l'utilisation qui en est faite par les élèves ?

La première question de recherche visant à décrire les pratiques des enseignants repose sur le type de méthode de résolution de problèmes présentée aux élèves et sur les exigences des enseignants quant à la façon dont leurs élèves doivent utiliser la méthode en question. Rappelons que cette question a d'abord été traitée selon une perspective qualitative par l'entremise des entrevues réalisées lors de la phase exploratoire de l'étude. L'analyse de contenu des verbatim issus des 10 entrevues réalisées nous a amenés à définir différents profils chez les enseignants interviewés concernant la présentation d'une méthode de résolution de problèmes écrits de mathématiques. Les quatre profils ayant émergé des analyses peuvent se distinguer par la flexibilité de l'enseignant quant à l'utilisation systématique ou non de l'ensemble des étapes de la méthode présentée et par l'ordre de réalisation, étant soit imposée séquentiellement ou non. Il y a maintenant lieu de se demander à quel profil s'identifient les enseignants du deuxième et du troisième cycle du primaire. Autrement dit, est-ce que les pratiques des enseignants, décrites plus spécifiquement selon leurs exigences relatives à l'utilisation d'une méthode en particulier, s'inscrivent davantage dans l'un ou l'autre des quatre profils dégagés lors de la phase exploratoire?

Avant de présenter les résultats liés aux profils des 143 enseignants ayant complété notre questionnaire en ligne, nous exposerons d’abord les statistiques descriptives permettant de dresser le portrait général de notre échantillon, à savoir la répartition des enseignants selon leur sexe, leur nombre d’années d’expérience, le niveau scolaire auquel ils enseignent et la commission scolaire pour laquelle ils travaillent. Ces statistiques descriptives sont présentées dans les tableaux 18, 19, 20 et 21.

Tableau 18. Statistiques descriptives relatives au sexe des enseignants

SEXE	%/N
Homme	**7,80%** **11**
Femme	**92,20%** **130**
Total	**100%** **141**

Tableau 19. Statistiques descriptives relatives au nombre d'années d'expérience en enseignement

NOMBRE D'ANNÉES D'EXPÉRIENCE	%/N
C'est ma première année	**1,41%** 2
2 à 5 ans	**5,63%** 8
6 à 10 ans	**19,72%** 28
11 à 15 ans	**30,28%** 43
16 à 20 ans	**19,72%** 28
Plus de 20 ans	**23,24%** 33
Total	**100%** **142**

Tableau 20. Statistiques descriptives relatives au niveau scolaire enseigné

NIVEAU SCOLAIRE ENSEIGNÉ[24]	%/N
3e année	**30,28%** 43
4e année	**38,03%** 54
5e année	**35,21%** 50
6e année	**29,58%** 42
Autre[25] (précisez s'il-vous-plait)	**0,01%** 1
Total	142

Tableau 21. Statistiques descriptives relatives à la commission scolaire

COMMISSION SCOLAIRE	%/N
CS de la Beauce-Etchemin	**32,62%** 46
CS de la Côte-du-Sud	**20,57%** 29
CS des Appalaches	**9,93%** 14
CS des Navigateurs	**36,88%** 52
Total	**100%** 141

[24] Les enseignants devaient cocher les différents niveaux de leurs élèves s'ils enseignent dans une classe à degrés multiples.

[25] Le répondant ayant coché « Autre » a indiqué qu'il effectuait un complément de tâche. Nous ignorons donc à quel(s) niveau(x) précisément il réalise ce complément de tâche.

Afin de savoir à quel profil s'identifient les enseignants du deuxième et du troisième cycle, nous avons posé la question suivante : « Quelles sont vos exigences par rapport à l'utilisation et à l'application de la démarche que vous privilégiez dans votre classe? Cochez le choix qui décrit le mieux vos exigences ». Les choix de réponse correspondaient aux quatre profils ayant émergé de la phase exploratoire. Sur les 143 répondants, 17 ont choisi de ne pas répondre à cette question, alors que 126 ont qualifié leur pratique selon un des quatre choix (profils) proposés. Le tableau 22 présente les résultats obtenus.

Tableau 22. Résultats relatifs à la question 17 du questionnaire en ligne « Quelles sont vos exigences par rapport à l'utilisation et à l'application de la démarche que vous privilégiez dans votre classe? »

PROFILS	%/N
A : Je présente une séquence à suivre et j'exige que toutes les étapes soient appliquées et ce, dans le même ordre qu'elles ont été présentées.	**30,95%** **39**
B : Je présente une séquence à suivre et j'exige uniquement que certaines étapes soient appliquées, et ce, peu importe l'ordre.	**33,33%** **42**
C : Je présente une séquence à suivre, mais je ne l'exige pas. Je recommande seulement aux élèves de l'appliquer.	**34,13%** **43**
D : Je n'enseigne pas de séquence à suivre.	**1,59%** **2**
Total	**100%** **126**

Les données montrent clairement que les enseignants du deuxième et du troisième cycle du primaire présentent une séquence à suivre afin de résoudre les problèmes écrits de mathématiques proposés dans leur classe (98,4%). Seulement deux enseignants ont déclaré « Ne pas enseigner de séquence à suivre », ce qui représente moins de 2% de l'échantillon. Les données obtenues rapportent plus précisément que les enseignants se répartissent de façon pratiquement équivalente entre les trois autres profils A, B et C.

Par conséquent, environ le tiers des enseignants déclarent se reconnaître dans le profil A, qui correspond au profil opposé aux recommandations de la recherche. En effet, une utilisation systématique et séquentielle de chacune des étapes d'une méthode s'oppose à une utilisation flexible, cyclique et itérative (Fagnant *et al.*, 2003; Greer, 1997; Pólya, 1945; Verschaffel *et al*., 2000).

Par ailleurs, ces données étant générales par rapport au type de méthode privilégiée par les enseignants, nous avons vérifié parmi les 143 enseignants ayant complété le questionnaire en ligne combien d'entre eux utilisent une méthode de type « ce que je sais, ce que je cherche » dans leur classe. Pour ce faire, nous avons présenté deux exemples illustrant des configurations populaires de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » (voir annexe 5), puis nous avons posé la question « Utilisez-vous dans votre classe une démarche de résolution de problèmes mathématiques qui s'apparente à l'un ou l'autre des exemples illustrés ci-dessous? ». Sur les 143 répondants, 13 ont préféré ne pas répondre à cette question, alors que 130 y ont répondu. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 23. Résultats relatifs à la question 12 du questionnaire en ligne « Utilisez-vous dans votre classe une démarche de résolution de problèmes mathématiques qui s'apparente à l'un ou l'autre des exemples illustrés ci-dessous? »

UTILISATION DE LA MÉTHODE « CE QUE JE SAIS, CE QUE JE CHERCHE »	%/N
Oui (J'utilise une méthode de type « ce que je sais, ce que je cherche »)	**90,77%** **118**
Non (Je n'utilise pas de méthode de type « ce que je sais, ce que je cherche »)	**5,38%** **7**
Autre	**3,85%** **5**
Total	**100%** **130**

Les données mettent en évidence la popularité de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » auprès des enseignants du deuxième et du troisième cycle du primaire, alors que 118 enseignants, sur les 130 ayant répondu à cette question, ont déclaré utiliser une telle méthode dans leur classe. Rappelons que ces 130 enseignants proviennent de quatre commissions scolaires différentes et donc qu'il ne s'agit pas uniquement d'une pratique répandue dans les écoles d'une commission scolaire en particulier. Le tableau 24 ci-dessous présente à nouveau les exigences des enseignants par rapport à la présentation et à l''utilisation de la méthode qu'ils privilégient dans leur classe (Q.17), mais cette fois-ci, uniquement pour les 118 enseignants utilisant la méthode « ce que je sais, ce que je cherche ». Parmi ces 118 enseignants, 110 ont répondu à la question 17.

Tableau 24. Résultats relatifs à la question 17 du questionnaire en ligne pour les enseignants utilisant la méthode « ce que je sais, ce que je cherche »

PROFILS	%/N
A : Je présente une séquence à suivre et j'exige que toutes les étapes soient appliquées et ce, dans le même ordre qu'elles ont été présentées.	**33,64%** **37**
B : Je présente une séquence à suivre et j'exige uniquement que certaines étapes soient appliquées, et ce, peu importe l'ordre.	**34,55%** **38**
C : Je présente une séquence à suivre, mais je ne l'exige pas. Je recommande seulement aux élèves de l'appliquer.	**30,91%** **34**
D : Je n'enseigne pas de séquence à suivre.	**0,91%** **1**
Total	**100%** **110**

Les données montrent qu'un enseignant a déclaré « Ne pas enseigner de séquence à suivre », alors qu'il avait précédemment indiqué qu'il utilisait une méthode de type « ce que je sais, ce que je cherche ». Si un tel pairage semble à première vue contradictoire, deux interprétations sont plausibles. Il se peut que cet enseignant privilégie une méthode, sans voir les différentes sections comme étant une « séquence à suivre », mais plutôt comme un ensemble de questions (qu'est-ce que je cherche, qu'est-ce que je sais) permettant aux élèves de s'engager dans un processus de résolution de problèmes. Selon une perspective très différente, il est aussi possible que cet enseignant ait affirmé utiliser cette méthode uniquement parce qu'il s'agit de la méthode présentée dans le cahier d'exercices mathématiques dont il dispose. Or, il peut quand même considérer qu'il n'enseigne pas de séquence à suivre si par exemple, il ne fait aucun modelage sur l'utilisation de cette méthode et/ou qu'il n'exige pas que les deux premières sections soient remplies selon un ordre précis. Il s'agit là d'une limite du questionnaire en ligne : il nous est impossible d'obtenir des explications supplémentaires au regard des réponses fournies par cet enseignant (ou par tout autre répondant). Par contre, les sections à venir portant sur les avantages, les inconvénients et les raisons d’utilisation de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » apporteront des éclairages sur la question (du choix) des pratiques privilégiées par les enseignants.

Les 109 autres réponses sont réparties de façon très similaire, avec un total de 37, 38 et 34 enseignants, pour les profils A, B et C. Nous pouvons donc conclure que le tiers des enseignants privilégiant la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » dans leur classe exige de leurs élèves qu’ils remplissent chacune des sections dans l’ordre présenté, tandis que les deux tiers n’exigent pas que toutes les sections soient complétées, ni qu’un ordre précis soit respecté. En d’autres mots, la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » est utilisée de façon systématique et séquentielle par le tiers des enseignants. Conséquemment, le tiers des élèves du deuxième et du troisième cycle dont l’enseignant privilégie cette méthode est appelé à faire de la résolution de problèmes en suivant un ensemble d’étapes de façon séquentielle. À notre avis, cela signifie résoudre les problèmes de façon superficielle. Nous justifions le choix du mot « superficiel » par le fait que pour ces élèves, la résolution de problèmes écrits de mathématiques est synonyme de « remplir les sections ce que je cherche et ce que je sais dans un ordre précis, sans ne rien oublier ».

Par ailleurs, dans notre visée de comprendre « pourquoi » les enseignants choisissent d’utiliser une telle méthode, nous leur avons posé une question visant à connaître les raisons justifiant leur choix (« Vous avez choisi d’utiliser cette démarche dans votre classe parce que… »). Cette question avait aussi été posée aux enseignants ayant participé à la phase exploratoire de notre étude. Les réponses des enseignants interviewés ont été analysées afin de servir à la construction des choix de réponse du questionnaire administré en ligne. Le tableau 25 ci-dessus présente les raisons d’utilisation de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » exprimées par les enseignants interviewés. Seules les réponses des huit enseignants ayant déclaré utiliser cette méthode en particulier sont rapportées. Un exemple d'extrait de verbatim est présenté pour appuyer chacune des catégories.

Tableau 25. L'utilisation de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » lors de l'activité de résolution de problèmes écrits de mathématiques: les raisons exprimées par les enseignants interviewés

RAISON	VERBATIM
1. C'est la seule option	« Nous ne connaissons pas d'autre [méthode] […]. À ce jour, il n'y en a pas d'autres qui sont bonnes. Moi, ce n'est pas ma force d'aller chercher/trouver des méthodes en mathématiques. Par contre, j'aimerais que quelqu'un me propose une nouvelle option ».
2. C'est la méthode suggérée par l'école, la commission scolaire ou le matériel utilisé (manuel/cahier d'exercices)	« Cette méthode [la méthode "ce que je sais, ce que je cherche"] habituellement, [les élèves] l'utilisent depuis la première année. Toute la commission scolaire est supposée l'utiliser. Nous avons une grille que nous devons suivre : ce que je sais, ce que je cherche et ce que je fais ».
3. Pour avoir une uniformité (au niveau de l'enseignement de la résolution de problèmes)	« C'est ce qui se fait [dans notre école]. Le but c'est qu'il y ait une continuité entre les niveaux [scolaires]. [Les enseignants] ne sont pas nécessairement obligés d'utiliser [la méthode], mais c'est la façon dont les enfants ont appris [à résoudre des problèmes]. Alors quand l'orthophoniste travaille avec eux… ».
4. Pour offrir une structure, une façon de s'organiser.	« Je pense que ça donne une structure, un schéma. Ensuite, nous pouvons toujours adapter quelque chose que l'on connaît. Partir dans l'inconnu, dans le néant, j'ai des doutes. En tout cas, je ne suis pas de cette école-là ».

Parmi les quatre raisons rapportées par les enseignants interviewés, trois d'entre elles semblent être des raisons « imposées », au sens où l'enseignant utilise cette méthode parce qu’il n’a pas vraiment le choix : soit parce qu’il ne sait pas quoi faire d’autre, soit parce que c’est ce qui a été décidé par quelqu’un d’autre (école, collègues ou commission scolaire). Pour ce qui est de la quatrième catégorie se rapportant à la structure que procure la méthode, nous sommes d’avis qu’il s’agit plus d’un avantage que d’une raison. D’ailleurs, la réponse « Offrir une structure » est revenue à plusieurs reprises lorsque les enseignants ont été questionnés sur les avantages associées à l’utilisation de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche ». Pour éviter les dédoublements, ce choix de réponse a été conservé uniquement pour la question traitant des avantages de la méthode.

Il faut rappeler que ces données qualitatives ont permis d’élaborer une première version des questionnaires en ligne qui ont été pré-expérimentés avant le début de la collecte de données. Lors de la pré-expérimentation, nous avons inclus le choix de réponse « Autre : précisez » afin de nous assurer de dresser la liste la plus complète des réponses possibles. Au terme de cet exercice, certains choix ont été ajoutés, supprimés ou modifiés.

Dans la version finale du questionnaire, nous avons demandé aux enseignants d’identifier leur premier et leur deuxième choix parmi les réponses proposées. Le tableau 26 présente le premier choix sélectionné par les enseignants. Encore une fois, nous avons uniquement recensé les réponses des enseignants ayant déclaré utiliser la méthode « ce que je sais, ce que je cherche ».

Tableau 26. Résultats relatifs à la question 14 du questionnaire en ligne « Quelles sont les raisons qui expliquent le choix de la démarche que vous utilisez dans votre classe? » pour les enseignants utilisant la méthode « ce que je sais, ce que je cherche »: 1er choix

RAISONS D'UTILISATION : **1er choix sélectionné par les enseignants utilisant la méthode « ce que je sais, ce que je cherche »**	**%/N**
Je pense sincèrement que cette démarche aide les élèves (que ce soit pour mieux comprendre ou pour atteindre la solution).	**63,1%** **70**
J'en ai besoin pour structurer mon enseignement de la résolution de problèmes.	**6,3%** **7**
Je n'en connais pas d'autre.	**0,9%** **1**
C'est la démarche proposée dans le manuel ou le cahier d'exercices mathématiques que j'utilise.	**10,8%** **12**
C'est la démarche imposée par ma direction ou ma commission scolaire.	**9%** **10**
C'est la démarche qui est utilisée lors des évaluations officielles.	**7,2%** **8**
Aucun (1er) choix sélectionné	**2,7%** **3**
Total	**100%** **111**

La réponse « Aucun (1er) choix sélectionné » signifie que l'enseignant n'a pas reconnu, parmi les choix suggérés, la raison principale expliquant son choix d'utiliser la méthode « ce que je sais, ce que je cherche ». Les données montrent que seulement trois enseignants n'ont pas sélectionné de premier choix, ce qui sous-entend que les choix proposés dressaient un portrait assez complet.

La principale raison rapportée par les enseignants est l'aide procurée par la méthode « ce que je sais, ce que je cherche ». 63,1 % des enseignants utilisant cette méthode dans leur classe le font parce qu'ils « pensent sincèrement que cette démarche aide les élèves, que ce soit pour mieux comprendre ou pour atteindre la solution ». Dans une toute autre perspective, 27% des enseignants qui utilisent cette méthode le font pour une raison qui est « hors de leur contrôle » : c'est la démarche proposée dans le matériel utilisé (10,8%), c'est la démarche imposée par leur école ou leur commission scolaire (9%), ou c'est la démarche utilisée lors des évaluations officielles (7,2%). Nous pouvons donc affirmer qu'environ les deux tiers des enseignants utilisent la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » d'abord parce qu'ils y croient, tandis qu'un peu plus du quart l'utilisent d'abord parce qu'il le faut.

Nous savons maintenant que les enseignants utilisent majoritairement cette méthode parce qu'ils estiment que celle-ci est aidante pour leurs élèves. Un tel résultat nous a amenés à nous demander quel type d'aide exactement les enseignants y voient. Est-ce qu'ils croient que le fait de remplir les sections « ce que je sais » et « ce que je cherche » aide les élèves à mieux comprendre l'énoncé de problème? En nous appuyant sur différents passages des entrevues menées auprès des enseignants, nous avons été en mesure de constater différents points de vue sur la question. Certains ont affirmé que leurs élèves comprennent mieux après avoir rempli les sections « ce que je sais » et « ce que je cherche », d'autres sont convaincus que non, alors que certains disent ignorer si ces sections aident à la compréhension.

<u>Oui, je pense que ça les aide</u> :

- Enseignant C : « **Je le vois que ça aide [les élèves] à comprendre**. […] C'est sûr qu'il y en a qui aimeraient mieux ne pas le faire parce qu'ils ne sont pas vaillants, ils s'en passeraient. Par contre, quand ils le font : "Ah!" **Tout à coup, ils ont compris, parce qu'ils ont "fait le ménage"** [dans le problème] ».

Non, je ne pense pas que ça les aide :

- Enseignant F : « Moi, quand j'étais en sixième année, je retranscrivais TRÈS BIEN la question, **mais je n'avais aucune idée de quoi [le problème] parlait**. Aucune idée. Les données étaient retranscrites, mais je me rappelle que je n'étais pas capable de résoudre le problème, **je ne comprenais pas** ».

Je ne sais pas si ça les aide :

- Enseignant E : « **Il faudrait vérifier, je ne sais pas**. Je ne peux pas répondre à cette question parce que je n'ai jamais vraiment regardé la note par rapport au fait que [les sections] soient remplies ou non ».

La question qui vise à savoir si le fait de remplir les sections « ce que je cherche » et « ce que je sais » aide les élèves à mieux comprendre l'énoncé de problème est au cœur de la troisième phase de notre étude. Les résultats liés à l'effet de la méthode sur la compréhension des élèves seront présentés dans la section 4.4.1 du présent chapitre.

Finalement, la dernière sous-question formulée en lien avec les pratiques enseignantes traite des avantages et des inconvénients que les enseignants perçoivent à l'utilisation de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche ». Le tableau 27 présente d'abord les résultats en lien avec les avantages reconnus à la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » par les enseignants interviewés, alors que le tableau 28 fait état des résultats issus des questionnaires en ligne.

Tableau 27. L'utilisation de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » lors de l'activité de résolution de problèmes écrits de mathématiques: les avantages perçus par les enseignants interviewés

AVANTAGES	VERBATIM
1. Réduire la lecture	« Lorsque [les élèves] sont rendus à la section "ce que je fais", même les mauvais lecteurs, ils auront simplement besoin d'aller voir ce qui est surligné, plutôt que d'avoir à tout relire ».
2. Mieux comprendre	« Souvent, lorsque [les élèves] n'ont pas pris le temps d'écrire ce qu'ils savent et ce qu'ils cherchent, ils ne comprennent pas bien la question et ils n'ont pas bien retenu les informations. Ils n'ont pas COMPRIS le problème, alors la suite… Je pense que ça aide [les élèves] parce que c'est une façon de s'assurer d'avoir bien compris le problème ».
3. Offrir une structure, un cadre	« Il y a de élèves pour qui je sais que c'est gagnant de faire la démarche en croix. Ils ont besoin d'une certaine structure, si non, ils vont oublier certaines choses. […] Alors là, ça les oblige à écrire une question, à repérer les données pour commencer [la résolution du problème] avec quelque chose. Quand ils ne le font pas, ils commencent à résoudre le problème et c'est n'importe quoi ».
4. Uniformiser la façon de faire	« C'est plus uniformisé. Dans la commission scolaire où je travaillais avant, c'était plutôt "chacun fait ce qu'il veut". […] Ici, tout le monde travaille de la même façon, tout le monde travaille vraiment en fonction des évaluations du MELS. »

À la lecture de ce premier tableau, il est possible d'observer que parmi les quatre avantages identifiés par les enseignants, deux seulement diffèrent des raisons rapportées précédemment. Un avantage lié à la réduction de la lecture a été soulevé, ainsi qu'un avantage lié à une meilleure compréhension. Le tableau ci-dessous présente maintenant les réponses des enseignants ayant complété le questionnaire en ligne par rapport aux avantages de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche ».

Tableau 28. Résultats relatifs à la question 15 du questionnaire en ligne « À votre avis, quels sont les avantages de la démarche que vous utilisez dans votre classe? » pour les enseignants utilisant la méthode "ce que je sais, ce que je cherche": 1er choix

AVANTAGE : **1er choix sélectionné par les enseignants utilisant la méthode « ce que je sais, ce que je cherche »**	**%/N**
Offrir une structure aux élèves pour les aider à organiser leur travail étape par étape.	**62,2%** **69**
Amener les élèves à mieux **comprendre l'histoire** dans laquelle s'inscrit le problème à résoudre.	**9,9%** **11**
Amener les élèves à mieux **comprendre le problème** mathématique.	**22,5%** **25**
Amener les élèves à ne pas sauter trop rapidement aux calculs.	**3,6%** **4**
Faciliter la correction (basée sur la réalisation de chaque étape de la démarche).	**0%** **0**
Aucun (1er) choix sélectionné	**1,8%** **2**
Total	**100%** **111**

Les données obtenues montrent que 62,2% des enseignants considèrent que d'offrir une structure à leurs élèves, les amenant à réaliser la résolution des problèmes étape par étape, est le principal avantage de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche ». De ce fait, en réponse à notre questionnement antérieur au sujet du type d'aide que les enseignants attribuent à cette méthode, il semble qu'il s'agisse principalement d'une aide de type organisationnel. Un tel résultat nous permet de comprendre que du point de vue de plusieurs enseignants, s'engager dans un processus de résolution de problèmes par étapes est un avantage. Les recherches menées dans le domaine de la résolution de problèmes expliquent pourtant qu'il est extrêmement rare de rencontrer des problèmes pour lesquels il soit possible de suivre les étapes telles que présentées par un modèle (ou une méthode) (Reys *et al*., 2012). De plus, offrir une structure (surtout si elle est stricte) peut selon nous limiter le processus de résolution de problèmes qui devrait être abordé comme un processus de recherche (Ministère de l'éducation de l'Ontario, 2006; Pólya, 1973; Wilson *et al*., 1993). Nous croyons que si les enseignants y voient là un avantage, il est possible qu'ils aient perdu de vue les finalités de l'activité de résolution de problèmes, dont l'une est notamment de former les élèves à devenir de bons solutionneurs, capables d'analyser une situation et de faire des liens entre les différents éléments du problème rencontré (OCDE, 2004). La section 4.2.2 à venir traitera plus précisément de la perspective des enseignants quant à la double finalité reconnue à l'activité de résolution de problèmes mathématiques.

La deuxième partie de la sous-question visait à savoir si les enseignants perçoivent aussi des inconvénients à la méthode « ce que je sais, ce que je cherche ». Les tableaux 29 et 30 présentent respectivement les réponses des enseignants interviewés et celles des enseignants ayant complété le questionnaire en ligne.

Tableau 29. L'utilisation de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » lors de l'activité de résolution de problèmes écrits de mathématiques: les inconvénients perçus par les enseignants interviewés

INCONVÉNIENT	VERBATIM
1. Ça brime la liberté, la réflexion des élèves	« Je trouve que c'est un couteau à double tranchant parce qu'il y a [des élèves] qui vont vraiment s'y conformer en se disant que c'est ce que l'enseignant a dit de faire, et donc, c'est ce qu'ils doivent faire. Ce n'est pas généralisé, mais il y a certains [élèves] qui sont tellement "collés" sur le processus qu'ils en viennent à passer trop de temps à se demander comment ils doivent [utiliser la méthode] et ne font pas ce qu'ils doivent faire ».
2. Ça crée un deuxième problème, celui de savoir quoi mettre dans les cases	« Il y a [des élèves] qui ne savent aucunement quoi écrire [dans les sections de la méthode]. Il y en a qui écrivent uniquement parce que je leur ai dit que là, c'est obligatoire et qu'ils doivent compéter les sections ».
3. C'est inutile pour certains élèves	« Je t'avouerais qu'il y a des élèves, les plus forts, qui n'auraient pas besoin de faire [la méthode]. Ils pourraient tout de suite répondre [à la question]. Ils ont tout compris parce qu'ils sont capables de se représenter [le problème] dans leur tête. Ça se fait tout seul ».
4. C'est long	« J'ai vu des élèves y mettre du temps, de l'énergie [pour remplir les sections "ce que je sais" et "ce que je cherche"] et lorsqu'ils arrivent pour faire les calculs, ils ne savent pas plus ce qu'ils doivent faire. […] Alors là, ils n'ont plus de temps, ils n'ont plus d'énergie et le stress "embarque" parce qu'ils réalisent qu'ils n'ont plus de temps [pour essayer de résoudre le problème] ».
5. Rendre l'activité de résolution de problèmes négative	« Je pense que [la méthode] détruit…empêche…qu'elle amène des embûches aux enfants. Ce n'est pas de cette façon qu'ils vont aimer travailler la résolution de problèmes. Si l'on est tout le temps à exiger : "écris-ci, écris-ça", je crois que ça peut devenir négatif ».

Certaines réponses rapportées par les enseignants viennent appuyer nos propos antérieurs selon lesquels la méthode peut être remplie de façon superficielle par certains élèves. Le fait que certains élèves remplissent les sections « ce que je sais » et « ce que je cherche » après avoir résolu le problème est un bon exemple. Dans un tel cas, les élèves ne voient pas la méthode comme un tout, mais plutôt comme des sections distinctes à remplir (parce que c'est la consigne donnée par l'enseignant). Par ailleurs, les réponses déclarées supportent aussi notre commentaire précédent par rapport à la possibilité de brimer la liberté de réflexion des élèves. Des enseignants s'inquiètent que leurs élèves veuillent suivre la méthode de façon trop rigide, les amenant à se concentrer davantage sur les sections à remplir que sur la résolution du problème. D'autres soulèvent aussi le risque de rendre l'activité de résolution de problèmes négative en imposant aux élèves de remplir chacune des sections, d'une part, parce qu'il s'agit d'une tâche assez longue à réaliser, et d'autre part, parce qu'elle est inutile pour certains élèves.

Par ailleurs, nous avons aussi demandé à l'enseignant D, celui ayant déclaré ne pas présenter de méthode à ses élèves, s'il voyait des inconvénients à utiliser une méthode de type « ce que je sais, ce que je cherche ». Sa réponse a été la suivante :

- **Enseignant D** : « Oui. Je pense que l'inconvénient c'est d'y aller trop séquentiellement et de perdre le sens du problème. Nous y allons trop dans la technique. Ce serait ça ma réponse, le danger ».

Toujours en parlant de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche », cet enseignant a aussi mentionné que « Quand tu deviens une technique, tu n'es plus dans l'essentiel. Tu réalises alors que l'essentiel, ce n'est pas d'aller mettre [des informations] dans une case ». Concrètement, le danger mis en évidence par cet enseignant, c'est que les élèves en viennent à penser que résoudre des problèmes, c'est remplir des sections, c'est suivre des étapes à la lettre. Plus fondamentalement, les propos de cet enseignant soulignent le risque de perdre de vue le sens de l'activité de résolution de problèmes, de travailler la résolution de problème d'une façon qui s'éloigne des finalités visées par cette activité.

Afin de savoir où se situent les enseignants du deuxième et du troisième cycle concernant les inconvénients pouvant être rattachés à la méthode « ce que je sais, ce que je cherche », nous proposons d'observer le tableau ci-dessous, présentant le point de vue des enseignants qui utilisent cette méthode.

Tableau 30. Résultats relatifs à la question 16 du questionnaire en ligne « À votre avis, y-a-t-il des inconvénients rattachés à la démarche que vous utilisez dans votre classe? » pour les enseignants utilisant la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » : 1er choix

INCONVÉNIENT : **1er choix sélectionné par les enseignants utilisant la méthode « ce que je sais, ce que je cherche »**	**%/N**
Oui, ça peut occasionner un deuxième problème chez l'élève, celui de savoir comment appliquer la démarche (ex.: quelles étapes il doit appliquer et dans quel ordre).	**12,6%** 14
Oui, c'est long à faire.	**7,2%** 8
Oui, ça peut être inutile pour certains élèves.	**36%** 40
Oui, ça peut décourager certains élèves (ex.: baisse de motivation, perte d'intérêt).	**24,3%** 27
Non, je n'y vois pas d'inconvénient.	**18%** 20
Aucun (1er) choix sélectionné	**1,8%** 2
Total	**100%** 111

Les résultats suggèrent que le principal inconvénient déclaré par 36% des enseignants est l'inutilité de la méthode pour certains élèves, alors que 25%, soulignent plutôt que l'utilisation de cette méthode peut avoir un effet de découragement chez certains élèves. Ces deux inconvénients, reconnus par environ 60% des enseignants, peuvent affecter sérieusement la façon dont les élèves perçoivent l'activité de résolution de problèmes. Cette question sera discutée plus en détails dans la section 4.4.3 portant sur l'appréciation de l'activité de résolution de problèmes des élèves à qui la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » est imposée. Il faut aussi souligner de 18% des enseignants, soit environ 1 enseignant sur 5, ne voit pas d'inconvénient à utiliser cette méthode.

En somme, les données recueillies permettent de combler un manque de connaissances relatives à la nature des pratiques enseignantes au regard des méthodes de résolution de problèmes écrits de mathématiques : le quoi (quelle méthode, ses avantages et ses inconvénients), le comment (quelles sont les exigences d'utilisation envers les élèves) et le pourquoi (quelles sont les raisons) de l'utilisation d'une méthode en particulier. Il faut mentionner que les deuxièmes choix des enseignants n'ont pas été présentés étant donné que cette information supplémentaire ne changeaient pas les conclusions obtenues à l'aide du premier choix seulement.

En réponse à la question 1 « Quelles sont les pratiques déclarées des enseignants au regard de la présentation d'une méthode de résolution de problèmes écrits de mathématiques et de leurs exigences relatives à l'utilisation qui en est faite par les élèves ? », les résultats obtenus permettent de confirmer nos deux premières hypothèses de recherche (H.1 et H.2). Concernant l'hypothèse 1, la popularité de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » dans les classes du deuxième et du troisième cycle du primaire des quatre commissions scolaires de la région Chaudière-Appalaches est confirmée : 90,8% des enseignants ayant répondu au questionnaire en ligne déclarent utiliser une telle méthode dans leur classe. Pour ce qui est de la deuxième hypothèse, selon laquelle la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » est davantage présentée de façon séquentielle que de façon cyclique et itérative, 99,1% des enseignants utilisant cette méthode ont déclaré la présenter selon une séquence à suivre, alors que 33,6% exigent plus précisément que leurs élèves réalisent toutes les étapes, selon l'ordre présenté. Conséquemment, au lieu de promouvoir le développement d'habiletés de résolution de problèmes, une telle pratique favorise plutôt le développement d'habiletés liées à la mémorisation et à l'application d'étapes (imposées aux élèves). En d'autres mots, le profil A, auquel le tiers des enseignants s'identifie, s'éloigne non seulement de l'esprit dans lequel les modèles de résolution de problèmes devraient être introduits dans les classes, mais aussi de l'atteinte des finalités reconnues à l'activité de résolution de problèmes mathématiques. Nous considérons ce résultat comme un premier élément basé sur des données scientifiques témoignant d'un écart entre ce que propose la recherche et ce qui est vécu par plusieurs dans la pratique. Il importe cependant de réitérer l'idée selon laquelle ce n'est pas la méthode en soi qui crée un écart entre la recherche et la pratique, mais bien la façon dont celle-ci est présentée et utilisée. Plus précisément, l'écart serait créé par le fait d'imposer l'utilisation systématique d'une méthode séquentielle, comme la méthode de type « ce que je sais, ce que je cherche ».

Du point de vue des enseignants, l'utilisation de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » serait majoritairement justifiée par l'aide qu'elle procure aux élèves alors que 63,1% des enseignants ont déclaré utiliser cette méthode d'abord parce qu'ils pensent qu'elle aide les élèves à mieux comprendre et/ou à résoudre le problème correctement. Les données en lien avec les avantages perçus par les enseignants ont permis de préciser qu'ils y voient principalement une aide à l'organisation (« Offrir une structure aux élèves pour les aider à organiser leur travail étape par étape »). Cet avantage rapporté par plus de 60% des répondants met en évidence que les enseignants valorisent la résolution de problèmes séquentielle, ce qui vient appuyer une seconde fois l'existence d'un écart entre la recherche et la pratique. Les données ont aussi montré que 27% des enseignants, soit plus du quart des répondants, utilisent cette méthode non pas par choix, mais par obligation. Ce résultat nous amène à comprendre que l'écart que nous observons pourrait tirer son origine des maisons d'éditions et des commissions scolaires ayant décidé de diffuser cette méthode dans les classes du primaire, obligeant certains enseignants à s'y conformer. Toutefois, les enseignants restent tout de même responsables de la façon dont ils utilisent cette méthode. Finalement, en ce qui a trait aux inconvénients perçus par les enseignants, les données montrent que 18% n'y voient aucun inconvénient, alors que l'inconvénient le plus souvent rapporté est celui de l'inutilité pour certains élèves (36%). Il faut aussi souligner que 36,9% des enseignants, correspondant à plus du tiers des répondants, ont déclaré reconnaître des inconvénients plus sérieux, au sens où ceux-ci sont nuisibles pour les élèves (découragement [ex.: baisse de motivation, perte d'intérêt] et confusion chez les élèves [occasionner un deuxième problème]). De tels résultats vont dans le même sens que nos hypothèses de recherche liées aux conséquences possibles pouvant être associées à l'existence d'un écart. Celles-ci seront discutées plus en profondeur dans la section 4.4.

4.1.2 Quelle est la perspective des enseignants sur les finalités de la résolution de problèmes écrits de mathématiques?

Pour répondre à cette deuxième question, nous présenterons les données recueillies à l'aide de deux questions issues du questionnaire en ligne. Ces deux questions étaient introduites à l'aide d'une brève mise en situation présentée aux enseignants comme suit :

> « Plusieurs enquêtes se sont intéressées aux opinions exprimées par des enseignants de différents niveaux scolaires et de divers pays face à l'enseignement des mathématiques. Les opinions de deux enseignants (fictifs), Pascale et François, sont présentées ci-dessous.

> Pascale : L'activité de résolution de problèmes mathématiques à l'école primaire doit servir à développer chez les élèves des stratégies et des procédures de résolution de problèmes qui leur permettront de résoudre les énoncés de problèmes efficacement.
>
> François : L'activité de résolution de problèmes mathématiques à l'école primaire doit servir à développer de nouvelles connaissances mathématiques chez les élèves, c'est-à-dire à introduire de nouveaux concepts mathématiques. »

Suite à cette introduction, les enseignants étaient appelés à répondre aux deux questions suivantes :

- Question 10 : « Quelle(s) différence(s) voyez-vous entre les affirmations de Pascale et de François? »

- Question 11 : « Où vous situez-vous par rapport à ces deux affirmations? Partagez-vous les deux opinions exprimées par Pascale et François ou si vous vous reconnaissez davantage dans l'une ou l'autre de ces opinions? Expliquez votre réponse. »

Ces deux questions étant des questions ouvertes, elles ont été traitées qualitativement. Cependant, la question 11 a aussi été traitée quantitativement : les réponses ont été catégorisées pour ensuite en établir les fréquences. Les sections 4.2.2.1 et 4.2.2.2 présentent les résultats pour chacune de ces questions.

4.1.2.1 Résultats associés aux réponses des enseignants à la question 10

Parmi les 143 répondants du questionnaire en ligne, 128 enseignants se sont prononcés sur la question 10, tandis que 15 ont choisi de ne pas y répondre. Les affirmations de

Pascale et de François, débutant chacune par « L'activité de résolution de problèmes mathématiques à l'école primaire **doit servir à**… », décrivaient respectivement l'une des deux finalités visées par la résolution de problèmes mathématiques. La question 10 « Quelle(s) différence(s) voyez-vous entre les affirmations de Pascale et de François? » offrait donc l'occasion aux enseignants de se prononcer sur la double finalité associée à l'activité de résolution de problèmes de mathématiques en contexte scolaire.

Les résultats montrent cependant que d'aucune façon, les différences rapportées par les enseignants ayant répondu à cette question ne traitent de la double finalité. La différence ayant été rapportée la plus souvent par les enseignants est en fait une réponse qui reprend explicitement les mots-clés contenus dans les affirmations de Pascale et de François, tel que mis en évidence dans l'exemple ci-dessus tiré de l'analyse des données.

- « Pascale se concentre sur le développement des **stratégies** et des **procédures** pour résoudre le problème, alors que François se concentre sur le développement de **connaissances** ».

Une deuxième différence ayant été rapportée par plusieurs enseignants traite du moment où les concepts mathématiques sont enseignés. L'affirmation de François faisant référence au développement de « nouvelles connaissances » et à « l'introduction de nouveaux concepts mathématiques », plusieurs enseignants ont utilisé ces informations pour déduire que Pascale privilégiait l'approche opposée, à savoir l'enseignement des concepts mathématique préalablement à la résolution des problèmes. L'exemple présenté ci-dessous va dans ce sens.

- « Pascale semble **réinvestir des procédures déjà apprises**. François semble vouloir utiliser le contexte d'une résolution [de problèmes] pour **introduire de nouveaux concepts** ».

En d’autres mots, plusieurs enseignants ont repéré des différences étant explicites entre les propos de Pascale et ceux de François. Ces réponses se limitent donc aux informations explicites repérées dans les affirmations initiales, sans que le sens de ces affirmations ne soit dégagé.

Par ailleurs, le fondement même de la finalité « approche pédagogique » décrite par François, à savoir que les problèmes proposés aux élèves peuvent « servir de point de départ pour construire de nouvelles connaissances » (Fagnant et Vlassis, 2010, p. 50), ne semble pas reconnu par plusieurs enseignants qui réduisent la pratique de François à la mobilisation et à l’application de connaissances. Certains vont même jusqu’à affirmer que ce que propose François correspond davantage à la compétence *raisonner* qu’à la compétence *résoudre*. Selon le MEQ (2001), la compétence raisonner fait référence à des situations d’application pour lesquelles les élèves doivent « mobiliser des concepts et des processus mathématiques appropriés à la situation » et « appliquer des processus mathématiques appropriés à la situation » (p. 130). Autrement dit, ces enseignants ne semblent pas reconnaître que ce que propose François est en fait d’amener ses élèves à mettre en œuvre différentes stratégies en vue d’élaborer une solution, et par le fait même, de nouvelles connaissances. La réponse rapportée ci-dessous est un exemple allant dans ce sens.

- « Pascale parle de compréhension, alors que François parle plutôt d'application ».

De plus, l’analyse des réponses des enseignants met en évidence que certains d’entre eux critiquent la pratique décrite par François. Les propos de ces enseignants nous laissent croire que la perspective de François est critiquée parce qu’elle est mal interprétée. Les enseignants ne semblent pas voir que François décrit une façon d’utiliser l’activité de résolution de problèmes pour engager les élèves dans l’apprentissage de nouvelles connaissances mathématiques. Ils ne semblent pas comprendre que François « exploite » la résolution de problèmes pour enseigner, pour créer le besoin d'apprendre chez ses élèves. À l'opposé, ces enseignants qui sont en désaccord avec ce que propose François semblent penser qu'il place ses élèves dans une situation de résolution de problèmes inaccessible, pour laquelle ils ne possèdent pas les connaissances mathématiques nécessaires, en espérant que ses élèves réussiront quand même. En ce sens, ils associent la perspective de François comme étant une façon de rendre l'activité de résolution de problèmes « encore plus difficile qu'elle ne l'est déjà », alors qu'il décrit plutôt une méthode d'enseignement-apprentissage permettant de construire les concepts et les procédures de façon signifiante pour les élèves (Fagnant et Vlassis, 2010). Les deux réponses suivantes sont des exemples témoignant à la fois d'une désapprobation des propos de François, mais aussi d'une incompréhension de ceux-ci.

- « Une résolution de problème ne doit pas servir à introduire une nouvelle notion comme le dit François ».

- « Les élèves faibles auront de la difficulté à effectuer la tâche demandée par François ».

En somme, à la lumière des données analysées, nous pouvons affirmer que les enseignants n'ont pas saisi l'opportunité de se prononcer sur la double finalité associée à la résolution de problèmes mathématiques, du moins, pas selon ce qui est prescrit par le programme de formation de l'école québécoise.

4.1.2.2 Résultats associés aux réponses des enseignants à la question 11

Les enseignants étaient aussi invités à se positionner par rapport aux affirmations de Pascale et de François en répondant plus précisément à la question 11 « Où vous situez-vous par rapport à ces deux affirmations? Partagez-vous les deux opinions exprimées par Pascale et François ou si vous vous reconnaissez davantage dans l'une ou l'autre de ces opinions? Expliquez votre réponse ». Parmi les 143 répondants, 129 se sont prononcés sur la question, tandis que 14 ont choisi de ne pas y répondre. Par cette question, nous visions à savoir comment les enseignants abordent la résolution de problèmes mathématiques avec leurs élèves. Les deux finalités sont-elles travaillées de façon complémentaire ou si les enseignants valorisent plutôt la finalité « objet d'étude » décrite par Pascale ou encore la finalité « approche pédagogique » décrite par François? Notre intention initiale était de catégoriser les réponses des enseignants selon les trois positions de base, à savoir :

(1) Je me reconnais davantage dans les propos de Pascale (finalité objet d'étude);

(2) Je me reconnais davantage dans les propos de François (finalité approche pédagogique);

(3) Je me reconnais à la fois dans les propos de Pascale ET de François (double finalité).

Suite à une première analyse de contenu des réponses obtenues, nous avons dû ajouter une quatrième catégorie que nous avons nommée « Je ne me prononce pas ». Cette catégorie regroupe les réponses parfois ambiguës, parfois incomplètes, parfois incohérentes. Autrement dit, il s'agit des réponses pour lesquelles nous sommes incapables de déterminer où se positionne l'enseignant par rapport aux affirmations de Pascale et de François. Le tableau ci-dessous présente la catégorisation des réponses des enseignants pour la question 11 du questionnaire au regard des quatre positions précédemment décrites.

Tableau 31. Résultats relatifs au positionnement des enseignants par rapport aux affirmations de Pascale et de François

POSITION	%/N
Je me reconnais davantage dans les propos de Pascale	**75,2%** **97**
Je me reconnais davantage dans les propos de François	**0,8%** **1**
Je me reconnais à la fois dans les propos de Pascale ET de François	**17,1%** **22**
Je ne me prononce pas	**7%** **9**
Total	**100%** **129**

Les résultats sont clairs : les enseignants déclarent majoritairement se reconnaitre dans les propos de Pascale avec un pourcentage de 75,2%. Nous aurions donc tendance à interpréter ce résultat en affirmant que la finalité objet d'étude, décrite par Pascale, est privilégiée dans les classes du primaire, au détriment de la finalité approche pédagogique, décrite par François. Cependant, suite à l'analyse des réponses obtenues à la question 10, nous savons maintenant que les enseignants interprètent les propos de Pascale et de François avec une lunette différente de la nôtre. De ce fait, lorsqu'ils affirment s'identifier davantage à Pascale ou à François, nous sommes conscients que ce n'est pas en raison des finalités que nous leur associons, et c'est pourquoi nous préférons être prudents quant à l'interprétation des résultats quantitatifs liés à cette question. Par ailleurs, parmi les 22 enseignants ayant affirmé se reconnaître à la fois dans les propos de Pascale et de François, plusieurs n'ont pas justifié leur position. Par exemples, nous avons noté des réponses telles que « les deux », « Il faut des deux... », « Dans les deux », « Je partage les deux opinions », « Je partage les deux opinions, il y a du bon dans les deux », etc. Ainsi, nous ignorons si ces 22 enseignants pensent qu'il faille travailler les deux finalités ou s'ils le font réellement. Pour ces raisons, nous poursuivrons plutôt l'analyse de la question 11 avec un regard qualitatif.

Pour ce qui est des enseignants ayant déclaré partager l’opinion de Pascale, nous remarquons que plusieurs justifient leurs propos en affirmant qu’ils utilisent eux-aussi la résolution de problèmes dans le but de vérifier si leurs élèves maitrisent les concepts mathématiques enseignés antérieurement. À notre avis, en travaillant la résolution de problèmes de cette façon, cette activité devient uniquement un prétexte à l’exercisation de connaissances mathématiques, ce qui diffère grandement du rôle de la résolution de problème tel que décrit par Pascale. Le tableau ci-dessous rapporte des exemples de réponses illustrant le sens attribué aux propos de Pascale par les enseignants.

Tableau 32. Exemples du sens attribué aux propos de Pascale par les enseignants

« Je partage l'opinion de Pascale. Je crois que les notions doivent être présentées au préalable. La résolution de problème est une façon de voir si les concepts mathématiques enseignés ont été bien assimilés [par les élèves] ».
« Je suis davantage d’accord avec [l’opinion] de Pascale. J'enseigne différentes notions mathématiques que les élèves peuvent ensuite utiliser lors des résolutions de problèmes ».
« Je suis davantage d'accord avec Pascale. Les résolutions de problème permettent de travailler les notions apprises en classe dans différents contextes ».
« Je me reconnais davantage dans l'affirmation de Pascale puisque les problèmes doivent permettre à l'élève de choisir les concepts à utiliser pour les résoudre. Ces concepts doivent d'abord avoir été enseignés. »

De plus, rappelons que lors de l’analyse de la question 10, nous avons noté certaines réponses laissant croire que les enseignants ne considèrent pas la pratique de François comme étant de la résolution de problèmes alors que d’autres semblaient désapprouver sa façon d’aborder cette activité. Le principal reproche adressé à la pratique de François est de vouloir introduire de nouveaux concepts à l’aide de la résolution de problèmes, alors que c’est là le but premier de la finalité approche pédagogique : se servir de l’activité de résolution de problèmes pour construire de nouvelles connaissances mathématiques. Plusieurs réponses en lien avec la question 11 désapprouvent (à nouveau) la pratique de François, tel qu'illustré par les exemples rapportés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 33. Exemples du sens attribué aux propos de François par les enseignants

« La résolution de problèmes permet de développer des stratégies et nécessite une procédure. Ce n'est pas une activité adaptée à l'acquisition de connaissances ».
« Je partage davantage l'affirmation de Pascale, car introduire de nouveaux concepts [par l'entremise de la résolution de problèmes] ne ferait que mélanger les élèves davantage ».
« Je suis un peu plus comme Pascale, car c'est déjà très difficile pour [les élèves] de comprendre, alors si en plus il y a des notions qu'ils ne connaissent pas... »
« Je pense comme Pascale. Personnellement, je n'utilise jamais la résolution de problèmes pour enseigner de nouveaux concepts. Je suis même contre cette idée. J'enseigne le concept, nous l'appliquons et lorsqu'il est maîtrisé, l'enfant l'utilisera dans une résolution de problèmes ».

Nous avons soulevé la possibilité, lors de l'analyse de la question 10, que les enseignants s'opposent à ce que propose François parce qu'ils ne se représentent pas correctement la façon dont il peut utiliser l'activité de résolution de problèmes pour permettre l'acquisition de nouvelles connaissances. Plusieurs réponses obtenues à la question 11 tendent à confirmer notre hypothèse : les enseignants ne se reconnaissent pas dans les propos de François parce qu'ils ne semblent pas savoir comment la résolution de problèmes peut servir à l'apprentissage des mathématiques. Au contraire, ils semblent s'y opposer parce qu'ils s'imaginent que les enfants sont confrontés à des problèmes étant hors de leur zone de connaissances et pour lesquels ils bloqueront inévitablement. Or, lorsque la résolution de problèmes est utilisée en tant qu'approche pédagogique, il convient plutôt de présenter aux élèves des situations pour lesquelles leurs connaissances et leurs stratégies ne suffisent plus, faisant en sorte qu'ils ressentent le besoin d'en développer de nouvelles. C'est de cette façon que leurs apprentissages deviennent signifiants (Fagnant et Vlassis, 2010).

En réponse à notre deuxième question de recherche « Quelle est la perspective des enseignants sur les finalités de la résolution de problèmes écrits de mathématiques? », l'ensemble des données recueillies suggèrent que les enseignants ne semblent pas conscients de la double finalité associée à l'activité de résolution de problèmes en contexte scolaire, telle que décrite dans le programme de formation de l'école québécoise (2006). Toutefois, il faut noter que cette conclusion repose sur une interprétation réalisée sans avoir pu obtenir de précisions de la part des enseignants par rapport aux propos (écrits) déclarés. En effet, le choix de notre instrument de collecte de données, soit un questionnaire auto-administré en ligne, nous amène à devoir vivre avec une interprétation limitée des réponses des enseignants. Conséquemment, nous pensons qu'il est plus approprié de formuler notre conclusion sous la forme d'une question et d'une hypothèse. Les enseignants sont-ils au courant qu'ils devraient travailler la résolution de problèmes en tant qu'objet d'étude, mais aussi en tant qu'approche pédagogique? Sur les bases de notre analyse, nous soulevons l'hypothèse selon laquelle les enseignants ne sont pas au fait de cette double finalité, et conséquemment, nous doutons aussi que les deux finalités soient travaillées dans les classes du primaire. Des entrevues semi-dirigées auprès des enseignants permettraient de leur demander clairement s'ils connaissent les finalités associées à l'activité de résolution de problèmes mathématiques (À quoi sert selon eux l'activité de résolution de problèmes?). Des échanges portant sur leur opinion par rapport à la double finalité prescrite et à ce qu'ils en pensent nous permettraient de mieux comprendre si et comment ces finalités sont intégrées dans leur pratique.

4.2 PHASE 2 : RÉSULTATS RELATIFS À L'UTILISATION DE LA MÉTHODE « CE QUE JE SAIS, CE QUE JE CHERCHE » PAR LES ÉLÈVES

Cette section traite de la phase 2 de l'étude s'intéressant à l'utilisation de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » par les élèves de quatrième année du primaire. Nous tenterons de répondre à la question suivante, qui correspond à la troisième question de recherche du projet de thèse :

3) Comment la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » est-elle utilisée par les élèves de quatrième année du primaire ?

Cette question sera discutée à l'aide des résultats associés aux deux sous-questions de recherche qui seront présentées respectivement dans les sections 4.3.1 et 4.3.2. Rappelons que les productions de 45 élèves ont été analysées afin de répondre à cette question et aux sous-questions lui étant associées. Le tableau ci-dessous permet d'illustrer la répartition des élèves des 12 classes formant l'échantillon de l'étude initiale, selon qu'ils aient choisi ou non d'utiliser la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » pour résoudre les problèmes proposés. La seule consigne donnée aux élèves était de résoudre les problèmes en laissant les traces de leur démarche, mais aucune méthode en particulier ne leur était suggérée. Les 12 classes ont été sélectionnées sans savoir comment les enseignants travaillent la résolution de problèmes mathématiques avec leurs élèves.

Tableau 34. Répartition des élèves selon qu'ils aient utilisé ou non la méthode « ce que je sais, ce que je cherche »

Classe	AVEC la méthode	SANS la méthode	Nombre total d'élèves dans la classe
1	14	8	22
2	13	10	23
3	4	18	22
4	1	19	20
5	0	21	21
6	0	24	24
7	0	23	23
8	12	5	17
9	0	18	18
10	0	20	20
11	0	24	24
12	1	20	21
Total	**45**	**210**	**255**
	17,6%	**82,4%**	**100%**

Il faut être conscient que les conclusions émergentes des données analysées lors de cette phase se limitent aux élèves de quatrième année du primaire. En effet, nous ne pouvons pas prétendre que les mêmes résultats auraient été obtenus si nous avions travaillé avec des élèves plus jeunes ou plus âgés. La principale raison de cette impossibilité de transférer nos résultats à différents groupes d'âge est liée à l'expérience scolaire des élèves. Le nombre d'années durant lesquelles les élèves ont été appelés à résoudre des problèmes en utilisant (ou en n'utilisant pas) la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » peut certainement influencer la manière dont ils utilisent présentement cette méthode. Cette limite associée à l'âge des participants est aussi valide pour les conclusions issues de la phase 3 qui seront présentées dans les sections à venir.

4.2.1 Quels types d’information les élèves inscrivent-ils dans les sections « ce que je sais » et « ce que je cherche »?

Pour répondre à la première sous-question, nous avons analysé le contenu de ces deux sections complétées par les 45 élèves ayant choisi délibérément d’utiliser la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » pour résoudre les problèmes proposés. Chacune des sections a été analysée séparément. La description des informations contenues dans la section « ce que je sais » a été guidée par l’étude de trois variables en particulier. Le tableau 37 présente ces trois variables (présentées précédemment dans le chapitre 2).

Tableau 35. Variables étudiées en lien avec la section « ce que je sais »

VARIABLE	EXPLICATION/CODAGE
Données explicites complètes	1 : L’élève a inclus dans la section « ce que je sais » **toutes** les données explicites présentées dans l’énoncé de problème étant **utiles** à la résolution adéquate du problème.
	0 : L’élève n’a pas inclus toutes les données explicites.
Donnée inutile	1 : L’élève a inclus dans la section « ce que je sais » la donnée **inutile** présentée dans l’énoncé de problème.
	0 : L’élève n’a pas inclus la donnée inutile.
Donnée implicite	1 : L’élève a inclus dans la section « ce que je sais », une **information qui n’est pas présentée explicitement** dans l’énoncé de problème (une information implicite), mais qui est nécessaire à la résolution adéquate du problème.
	0 : L’élève n’a pas inclus une information implicite.

Concernant la nature des informations contenues dans la section « ce que je cherche », nous avons cherché à savoir :

1) Les élèves reformulent-ils réellement la question dans leurs propres mots ou si celle-ci est plutôt retranscrite textuellement?
2) La question est-elle juste ou si elle est incorrecte (c'est-à-dire le sens de la question a-t-il été modifié par l'élève)?
3) Les élèves écrivent-ils quelque chose dans cette section ou s'ils soulignent la question directement dans le texte?

Pour connaître la nature de la question incluse dans la section « ce que je cherche », nous avons analysé le contenu des productions d'élèves en fonction des quatre variables décrites dans le tableau ci-dessous.

Tableau 36. Variables étudiées en lien avec la section « ce que je cherche »

Question reformulée incorrectement	1 : L'élève a écrit dans la section « ce que je cherche » une question qui n'est pas celle du problème (il a donc une **compréhension erronée** de la question).
	0 : L'élève a écrit la bonne question du problème (il a donc une bonne compréhension de la question).
Retranscription de la question	1 : L'élève a retranscrit **textuellement** la question (telle que présentée dans l'énoncé) dans la section « ce que je cherche ».
	0 : L'élève n'a pas retranscrit textuellement la question.
Question reformulée correctement	1 : L'élève a écrit dans la section « ce que je cherche » la question présentée dans l'énoncé de problème, mais **formulée dans ses propres mots.**
	0 : L'élève n'a pas reformulé la question dans ses propres mots.
Question pointée	1 : L'élève a **tracé une flèche** partant de la question écrite dans l'énoncé de problème à la section « ce que je cherche » (sans la retranscrire).
	0 : L'élève n'a pas tracé de flèche sans retranscrire la question.

Tel qu'indiqué dans les tableaux ci-dessus, les différentes variables à l'étude ont été cotées « 0 » ou « 1 » pour indiquer respectivement l'absence ou la présence d'un élément. Les données obtenues seront présentées dans les sections suivantes au moyen de tableaux de fréquences exprimées en pourcentages.

4.2.1.1 Les résultats portant sur la nature des informations contenues dans la section « ce que je sais »

Le tableau ci-dessous rapporte les résultats en lien avec l'analyse des trois variables associées à la section « ce que je sais ». Les pourcentages correspondent au nombre d'élèves ayant inclus dans la section « ce que je sais » les éléments d'information en lien avec chacune des variables étudiées, c'est-à-dire (1) toutes les données explicites, (2) la donnée implicite étant nécessaire à la résolution, ainsi que (3) la donnée inutile à la résolution. Le pourcentage moyen des trois problèmes est aussi présenté pour chaque variable.

Tableau 37. Pourcentages relatifs aux trois variables étudiées en lien avec la section « ce que je sais » selon les trois problèmes analysés

Variables étudiées	Problème 1 *(La vente de petits pains)*	Problème 2 *(L'envolée en montgolfière)*	Problème 3 *(La course à pieds)*	Moyenne *(% moyen des trois problèmes)*
Variable 1 : Données explicites complètes	35,7%	58,3%	50%	48%
Variable 2 : Donnée implicite	0%	44,4%	21,1%	21,8%
Variable 3 : Donnée inutile	64,3%	Aucune donnée inutile	52,6%	58,5%

Concernant la première variable étudiée, les résultats montrent qu'en moyenne, seulement 48% des élèves inscrivent dans la section « ce que je sais » l'ensemble des données explicites étant nécessaires à la résolution adéquate du problème. L'autre moitié inclut généralement une partie des données explicites, négligeant certaines données importantes, ou encore inclut uniquement les nombres se trouvant dans l'énoncé de problème. Par exemple, dans le problème 1, les données explicites complètes comprenaient les informations suivantes (ce qui renvoie au contenu attendu) :

- +/dépose 80 pains
- -/vend 65 pains
- Reste 20 pains

Un élève qui écrit « 80, 65, 20 » a uniquement repéré les nombres dans l'énoncé de problème, sans préciser la relation existante entre ces nombres et les autres données (qualitatives ou quantitatives) du problème. Dans un tel cas, nous avons jugé que l'élève n'a pas inclus dans la section « ce que je sais » toutes les données explicites nécessaires à la résolution, puisque la relation (qui était présentée explicitement dans le texte) est absente.

Pour ce qui est de la variable « donnée implicite », les résultats en lien avec le problème 1 sont très clairs : aucun élève n'a inclus la donnée implicite nécessaire pour réussir le problème dans la section « ce que je sais ». À notre avis, le fait qu'il s'agissait d'une donnée implicite qualitative, étant plus difficile à cerner qu'une donnée implicite quantitative (numérique), explique possiblement que l'information n'ait été notée par aucun élève. Par contre, même lorsque la donnée implicite est une donnée numérique, comme c'était le cas dans les problèmes 2 et 3, le pourcentage d'élèves incluant cette donnée dans la section « ce que je sais » reste plutôt faible. En effet, 44,4% des élèves a inclut la donnée implicite du problème 2, alors que 21,1% des élèves a inclus celle du problème 3, représentant respectivement moins de la moitié des élèves et environ un cinquième des élèves. Globalement, ces résultats mettent en évidence que les données implicites sont rarement incluses dans la section « ce que je sais », même si ces informations sont nécessaires à la réussite du problème. Les analyses en lien avec la section « ce que je cherche » permettront de comprendre que les données implicites ne se retrouvent pas non plus dans la section « ce que je cherche ».

Concernant la dernière variable présentée dans le tableau, les résultats indiquent que pour les problèmes 1 et 3 respectivement, 64,4% et 52,6% des élèves ont inclus la donnée inutile dans la section « ce que je sais » (le problème 2 ne contenait pas de donnée inutile). Dans le problème 1, la donnée inutile se lisait comme suit : « **la moitié** des pains vendus est au blé ». Nous pensons que cette donnée a été sélectionnée par les élèves étant donné que le mot « moitié » connote « mathématique », laissant croire aux élèves qu'il doit s'agir d'une information importante. Dans le problème 3, la donnée inutile était « Elle nage aussi **1 km** tous les jeudis ». Cette fois-ci, la donnée inutile est une donnée numérique (1 km), ce qui peut expliquer pourquoi autant d'élèves l'ont sélectionnée. Les résultats combinés indiquent qu'en moyenne, 58,5% des élèves ont inscrit dans la section « ce que je sais » la donnée inutile présentée dans l'énoncé de problème. Ce pourcentage élevé laisse croire que les élèves sont attirés par les données numériques et par le vocabulaire propre au langage mathématique (ex. : moitié), jugeant que ces informations doivent nécessairement être utiles si elles sont présentées dans l'énoncé de problème. Un tel comportement de la part des élèves peut être dû à l'enseignement de stratégies de repérage, par exemples identifier les mots-clés ou repérer les indices, reconnues pour être des stratégies fréquemment enseignées au primaire (Bruun, 2013; Fagnant et Burton, 2009; Seifi *et al.*, 2012). Sachant que ce type de stratégie est définie par plusieurs chercheurs en tant que stratégie superficielle (Rosales *et al.*, 2012; Van de Walle, 2010; Verschaffel *et al.*, 2000), nous interprétons ce résultat comme étant une indication possible d'une utilisation superficielle de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » par les élèves. Plusieurs élèves repèrent des mots-clés sans se préoccuper de la relation existante entre ces mots-clés et la situation dans laquelle ils s'inscrivent, et sans se soucier si ces mots-clés sont utiles ou non à la résolution. Par ailleurs, sachant que le tiers des enseignants qui présentent la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » à leurs élèves exigent que ceux-ci complètent chacune des sections sans exception (profil A), il est aussi possible que la donnée inutile soit sélectionnée par la majorité des élèves pour être sûr « de ne rien oublier » et ainsi répondre aux exigences de leur enseignant.

4.2.1.2 Les résultats portant sur la nature des informations contenues dans la section « ce que je cherche »

Les données présentées dans le tableau ci-dessous révèlent la façon dont les élèves de notre échantillon remplissent la section « ce que je cherche ».

Tableau 38. Pourcentages relatifs aux quatre variables étudiées en lien avec la section « ce que je cherche » selon les trois problèmes analysés

Variables étudiées	Problème 1 *(La vente de petits pains)*	Problème 2 *(L'envolée en montgolfière)*	Problème 3 *(La course à pieds)*	Moyenne *(% moyen des trois problèmes)*
Question retranscrite	79,1%	83,8%	84,2%	82,4%
Question reformulée correctement	14%	13,5%	15,8%	14,4%
Question pointée ou soulignée	0%	2,7%	0%	0,9%
Question reformulée incorrectement	7%	0%	0%	2,3%

Les résultats montrent clairement que la majorité des élèves retranscrivent la question mot pour mot, avec un pourcentage moyen de 82,4%. Conséquemment, peu d'élèves reformulent la question dans leurs propres mots (14,4% en moyenne), comme le suggèrent les collections de manuels et de cahiers d'exercices mathématiques ayant adopté cette méthode. Le problème 1 est le seul problème pour lequel la question notée par certains élèves s'est avérée incorrecte. Le niveau de difficulté plus élevé de ce problème peut selon nous expliquer que 7% des élèves n'ont pas bien compris la question. Les données issues de ce tableau suggèrent à nouveau que les élèves semblent utiliser cette méthode de façon superficielle. En effet, sans qu'aucune réflexion ne soit nécessaire, les élèves peuvent repérer la phrase se terminant par un point d'interrogation, puis la recopier dans la section « ce que je cherche ». Cette façon de faire, privilégiée par huit élèves sur dix, semble être guidée par un désir de répondre aux exigences de l'enseignant et non par un désir de comprendre la question du problème à résoudre.

En conclusion, les analyses descriptives présentées soutiennent que le contenu de la section « ce que je sais » ne respecte pas toujours le libellé « informations importantes » lui étant associé. Les élèves incluent dans cette section des données inutiles à la résolution, alors que des données nécessaires à la réussite du problème sont manquantes. Plus précisément, environ un élève sur cinq seulement inclut les données implicites (nécessaires à la réussite), alors que les données explicites (nécessaires à la réussite) sont incomplètes pour plus de la moitié des élèves. Concernant les données inutiles, celles-ci ont été notées par plus de la moitié des élèves pour chaque problème analysé.

Pour ce qui est de la section « ce que je cherche », les résultats montrent que la majorité des élèves la complètent en retranscrivant textuellement la question repérée dans l'énoncé de problème, ce qui suppose que cette première section soit couramment complétée par une action de copier-coller.

Cette première analyse descriptive des sections « ce que je cherche » et « ce que je sais » semble indiquer que ces deux sections sont majoritairement complétées de façon superficielle par les élèves. Pour appuyer cette interprétation des résultats, nous avons vérifié le pourcentage d'élèves ayant complété la section « ce que je sais » correctement, c'est-à-dire en y incluant toutes les données nécessaires à la réussite, explicites et implicites, et en n'incluant pas la donnée inutile. Les résultats soutiennent que pour les problèmes 1, 2 et 3 respectivement, 0%, 44,4% et 5,3% des élèves ont complété cette section correctement. Le pourcentage plus élevé obtenu au problème 2 peut être expliqué par le fait qu'il ne contenait pas de donnée inutile. Le pourcentage moyen des trois problèmes révèle que seulement 16,6% des élèves, soit un élève sur six, complète la section « ce que je sais » correctement. Un tel résultat vient appuyer nos propos selon lesquels ces deux sections sont complétées de façon superficielle par la majorité des élèves.

4.2.2 Le contenu de la section « ce que je fais » est-il cohérent avec celui de la section « ce que je sais »?

Afin de répondre à cette deuxième sous-question, nous avons réalisé des analyses descriptives bivariées, nous permettant de décrire les relations entre deux variables simultanément (Fortin *et al.*, 2006).

4.2.2.1 Lien entre la sélection de la donnée inutile et son utilisation

Nous avons d'abord cherché à savoir si la donnée inutile notée dans la section « ce que je sais » est ensuite utilisée dans la section « ce que je fais ». Les analyses variées présentant la répartition des 45 productions d'élèves en fonction de la sélection de la donnée inutile (dans la section « ce que je sais ») et de son utilisation (dans la section « ce que je fais ») pour résoudre les problèmes 1 et 3[26] montrent que pour les deux problèmes, 16% des élèves ayant inscrit la donnée inutile dans la section « ce que je sais » ont ensuite utilisé cette donnée pour tenter de trouver la solution au problème.

[26] Rappelons que le problème 2 ne présentait aucune donnée inutile.

Cependant, il faut souligner que le problème 3 compte un grand nombre de données manquantes, autant pour le contenu de la section « ce que je sais » que pour celui de la section « ce que je fais ». Pour le problème 1, le 16% représente moins d'un tiers des élèves ayant initialement inclus la donnée inutile dans la section « ce que je sais » (16% sur 60%), alors que pour le problème 3, ce même 16% représente plus du deux tiers des élèves ayant initialement inclus la donnée inutile dans la section « ce que je sais » (16% sur 22%). Comment cette si grande différence entre les deux problèmes peut-elle être expliquée?

Dans le cas du problème 1, les élèves ayant inscrit que « la moitié des pains vendus sont des pains au blé » (donnée inutile) ont essayé d'effectuer une division par deux. Souvent, ils effectuaient soit une addition ou une soustraction des deux premiers nombres apparaissant dans l'énoncé de problème (80 et 65), puis ils tentaient ensuite de diviser par deux la somme ou la différence obtenue (145 ou 15). Pour le problème 3, les élèves ayant utilisé la donnée inutile, soit que Sophie « nage aussi 1 km tous les jeudis », ont fait « + 1 » lors de leur calcul du nombre de kilomètres couru par Sophie hebdomadairement. L'utilisation de la donnée inutile du problème 1 impliquait donc une division, alors que pour le problème 3, elle impliquait une addition. Non seulement une division est en soi plus complexe qu'une addition, mais dans ce cas en particulier, la division par deux était d'autant plus difficile que le quotient n'était pas un nombre entier. De ce fait, il est possible que la nature des données inutiles des problèmes 1 et 3 ait influencé le nombre d'élèves ayant décidé d'inclure ces données dans leurs calculs.

Par ailleurs, les données obtenues soulèvent une deuxième interrogation. Qu'est-ce qui explique que les élèves inscrivent d'abord la donnée inutile dans la section « ce que je sais », puis décident de ne pas l'utiliser par la suite? Une hypothèse fondée sur la modélisation du processus de résolution de problèmes, défini en tant que processus cyclique et itératif (Fagnant *et al.,* 2003; Greer, 1997; Pólya, 1945; Verschaffel *et al*., 2000), pourrait expliquer que lorsque l'élève atteint l'étape du « ce que je fais », sa compréhension ait évolué, l'amenant à réaliser que la donnée identifiée précédemment comme étant importante est en fait inutile. Or, puisque nous croyons que les élèves traitent les différentes sections de la méthode de façon isolée, sans voir de liens entre elles, ceux-ci ne reviendraient pas changer les informations incluses dans les sections précédentes. Autrement dit, les quatre sections de cette méthode renverraient à quatre tâches distinctes pour l'élève : (1) remplir la section « ce que je cherche », (2) remplir la section « ce que je sais », (3) résoudre le problème dans la section « ce que je fais » et (4) écrire la réponse dans la dernière section. Cette hypothèse sera vérifiée en explorant les relations entre la réussite du problème[27] et le contenu de la section « ce que je sais ».

Pour ce faire, nous avons à nouveau effectué des analyses bivariées, cette fois-ci entre la variable « résolution du problème » et les variables « données explicites » et « donnée implicite ». La variable « donnée inutile » n'a pas été retenue pour ces analyses puisqu'elle a déjà été étudiée.

4.3.2.2 Lien entre la réussite du problème et la variable « donnée explicite »

Pour ce qui est de la variable « données explicites », les résultats obtenus sont très variés d'un problème à l'autre. D'abord, les données soutiennent que parmi le 20% d'élèves ayant résolu correctement le problème 1, 13% n'avait pas inscrit toutes les données explicites nécessaires à la réussite du problème dans la section « ce que je sais », tandis que 7% avait complété cette section en y incluant toutes les données explicites nécessaires. Ainsi, la résolution du problème 1 a été réussie par un plus grand nombre d'élèves n'ayant pas écrit toutes les données explicites dans la section « ce que je sais » que par ceux les ayant toutes notées. Pour le deuxième problème, les résultats

[27] La résolution est considérée « réussie » si l'élève a obtenu la bonne réponse au problème ou s'il aurait obtenu la bonne réponse s'il n'avait pas fait d'erreur(s) de calcul.

vont dans le sens inverse : parmi le 56% d'élèves ayant résolu le problème correctement, 22% n'avait pas inscrit toutes les données explicites nécessaires dans la section « ce que je sais », alors que 33% l'avait fait. Similairement aux résultats du problème 2, le troisième problème compte un plus grand nombre d'élèves ayant réussi lorsque toutes les données explicites ont été incluses dans la section « ce que je sais ». Sur un total de 11% d'élèves ayant réussi le problème, 9% avait inscrit toutes les données explicites nécessaires à la réussite, alors que seulement 2% n'avait pas inscrit toutes les données explicites nécessaires.

Ces données, même si elles ne sont pas constantes entre les problèmes, permettent de soulever un fait intéressant : les élèves ne se réfèrent pas (uniquement) à ce qu'ils ont écrit dans la section « ce que je sais » lorsque vient le temps de résoudre le problème. Si c'était le cas, tout ceux ayant omis d'inscrire certaines données explicites dans la section « ce que je sais » aurait échoué la résolution du problème. Or, les données montrent que plusieurs d'entre eux ont tout de même réussi à résoudre le problème, nous indiquant qu'ils retournent « voir dans le texte » lors de la réalisation de la section « ce que je fais ». Pour ces élèves, le fait d'avoir rempli la section « ce que je sais » ne sert donc pas à réaliser la section « ce que je fais ». À notre avis, il s'agit là d'un premier indicateur appuyant notre hypothèse d'une utilisation cloisonnée des quatre sections de la méthode : la section « ce que je sais » étant complétée, ces élèves passent à la section suivante qu'ils gèrent séparément (en retournant au texte).

4.2.2.3 Lien entre la réussite du problème et la variable « donnée implicite »

Les données obtenues au regard du lien entre la donnée implicite notée dans la section « ce que je sais » et la réussite du problème sont à nouveau variées pour les trois problèmes. Pour le problème 1, aucun élève n'a inclus la donnée implicite nécessaire à la réussite dans la section « ce que je sais », mais 20% des élèves ont tout de même réussi à résoudre le problème correctement. Pour le problème 2, nous observons que parmi le 56% d'élèves ayant réussi la résolution du problème, 24% n'avait pas inclus la donnée implicite dans les informations importantes, alors que 31% l'avait incluse. Finalement, pour le problème 3, parmi le 11% d'élèves ayant réussi à résoudre le problème correctement, un plus grand nombre d'élèves n'avait pas noté la donnée implicite numérique dans la section « ce que je sais » : 7% des élèves ne l'avait pas écrite alors que 4% l'avait écrite.

Les résultats obtenus mettent en évidence que même si la donnée implicite n'est pas rendue explicite sur papier, l'inférence nécessaire à la résolution peut être générée. Tous les élèves ayant réussi le problème sans avoir noté la donnée implicite témoignent de cette possibilité. De ce fait, les élèves ayant réussi le problème sans avoir noté la donnée implicite ont pu générer l'inférence nécessaire lors de leur première lecture ou lors d'une lecture supplémentaire réalisée afin de compléter la section « ce que je fais ». En effet, en nous référant aux propos de Johnson-Laird (1983), nous savons qu'il est possible que les élèves génèrent des inférences implicites, qui renvoient aux inférences produites sans effort et automatiquement, sans que le lecteur ne s'en rende compte. Il se peut donc que les élèves se soient créés une représentation mentale de la situation, riche d'inférences implicites. Quel que soit le moment où l'inférence a été générée, les élèves ne se sont pas uniquement référés aux informations notées dans la section « ce que je sais » pour réaliser la section « ce que je fais ». Encore une fois, un tel résultat nous amène à penser que les sections de cette méthode sont remplies et utilisées indépendamment les unes des autres chez la plupart des élèves.

En réponse à la question 3 « Comment la méthode "ce que je sais, ce que je cherche" est-elle utilisée par les élèves de quatrième année du primaire? », les résultats obtenus supportent les hypothèses 3 et 4. En effet, l'analyse des 45 copies d'élèves ayant utilisé cette méthode nous a permis de constater que la section « ce que je cherche » est principalement complétée en retranscrivant mot pour mot la question repérée dans l'énoncé de problème, tandis que la section « ce que je sais » est majoritairement complétée de manière incorrecte et par des actions de copier-coller, ce qui confirme l’hypothèse selon laquelle l’utilisation de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche» par les élèves repose principalement sur le repérage de données explicites. Les résultats obtenus montrent plus précisément que si les données implicites nécessaires à la réussite sont incluses dans la section « ce que je sais » par seulement 21,8% des élèves, les données inutiles explicitement présentées dans l’énoncé sont quant à elles incluses par 58,5% des élèves. Selon cette perspective, les données implicites seraient souvent manquantes parce qu’elles ne peuvent pas être repérées, alors que les données inutiles explicites seraient souvent incluses parce qu’elles peuvent être repérées. Sachant que les stratégies de repérage sont décrites par plusieurs auteurs en tant que stratégies superficielles (Rosales *et al.*, 2012; Van de Walle, 2010; Verschaffel *et al.*, 2000), dans notre cas, nous parlons d’une utilisation superficielle de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche ».

Une telle utilisation de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » par les élèves peut être considérée en tant que troisième élément appuyant notre hypothèse générale de l’existence d’un écart entre ce que propose la recherche et ce qui est vécu dans la pratique. En effet, la façon dont les élèves utilisent la méthode ne les encourage pas à s’engager dans un processus de résolution de problèmes authentique, selon lequel la compréhension du problème devrait correspondre à l’élaboration de représentations mentales émergeantes d’un processus inférentiel (Kintsch, 1998; Österholm, 2006; Reusser, 2000; Van Dijk et Kintsch, 1983). Au contraire, la compréhension du problème correspond davantage à une retranscription explicite de données pouvant être repérées dans l’énoncé de problème écrit. Ainsi, les démarches mises en œuvre par les élèves en tentant d’utiliser la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » n’accordent pas (suffisamment) de place à l’implicite comme le recommande la recherche : les données implicites semblent clairement négligées par les élèves qui utilisent cette méthode.

Par ailleurs, l'ensemble des données descriptives obtenues à l'aide des analyses bivariées nous ont amenés à observer des incohérences au regard du contenu des différentes sections. D'une part, nous remarquons que certaines données ne sont pas inscrites dans la section « ce que je sais », mais elles sont tout de même utilisées dans la section « ce que je fais ». D'autre part, nous constatons que si la section « ce que je sais » est rarement bien remplie par les élèves, cela n'empêche pas la réussite du problème. Conséquemment, il est clair que lors de la section « ce que je fais », plusieurs élèves retournent chercher des informations dans le texte plutôt que de se référer aux informations qu'ils ont précédemment inscrites dans la section « ce que je sais ». Dans le même ordre d'idées, il faut noter que même si les informations explicites nécessaires à la réussite du problème pouvaient être copiées-collées dans la section « ce que je sais », plus d'un élève sur deux ont oublié une ou des données explicites. Un tel résultat nous amène à penser que les élèves ne se soucient pas réellement de compléter la section « ce que je sais » correctement. À notre avis, une telle insouciance de la part des élèves peut être expliquée par le fait qu'ils abordent les différentes sections de la méthode séparément, sans faire de liens entre elles. Ainsi, si une information est manquante ou de trop pour résoudre le problème, ça n'a pas d'importance, puisqu'ils peuvent toujours retourner au texte pour compléter la section « ce que je fais ». Ces trois observations semblent indiquer que les élèves remplissent les différentes sections indépendamment les unes des autres comme s'il s'agissait de quatre tâches distinctes, ce qui vient supporter notre quatrième hypothèse de recherche. Nous interprétons ces résultats comme étant des indices d'une utilisation séquentielle de la méthode par les élèves. Si les sections sont abordées séparément, elles sont aussi abordées séquentiellement.

Cependant, le nombre restreint de problèmes analysés et la taille de l'échantillon (comportant plusieurs données manquantes) représentent une limite méthodologique de cette deuxième phase dont il faut être conscient. En effet, puisque nos conclusions s’appuient sur des données issues d’un échantillon limité, notre pouvoir de généralisation est par le fait même lui aussi limité.

4.3 PHASE 3 : RÉSULTATS RELATIFS AUX CONSÉQUENCES POSSIBLES DE LA MÉTHODE « CE QUE SAIS, CE QUE JE CHERCHE »

La troisième phase de notre étude visait à explorer les conséquences possibles de l’utilisation de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » chez les élèves de quatrième année du primaire. Nous nous sommes intéressés à trois aspects en particulier, à savoir les conséquences de la méthode sur le niveau de compréhension des problèmes atteint par les élèves, sur leurs croyances par rapport à l’activité de résolution de problèmes écrits de mathématiques ainsi que sur leur appréciation de cette activité. Plus précisément, les données recueillies pour cette troisième phase visaient à répondre aux trois questions ci-dessous, correspondant aux questions de recherche 4, 5 et 6.

4) Le niveau de compréhension des énoncés de problèmes écrits de mathématiques atteint par les élèves est-il influencé par l’utilisation de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » ?

5) Quelle est l’opinion des élèves par rapport à des fausses croyances pouvant être associées à l’activité de résolution de problèmes écrits de mathématiques ?

6) Les élèves utilisent-ils la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » spontanément pour résoudre les problèmes qui leur sont proposés?

Les résultats en lien avec ces trois questions et les sous-questions leur étant associées seront présentés séparément dans les sections 4.3.1, 4.3.2 et 4.3.3.

4.3.1 Le niveau de compréhension des énoncés de problèmes écrits de mathématiques atteint par les élèves est-il influencé par l'utilisation de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » ?

À l'aide des données obtenues lors de la tâche B, correspondant au test de compréhension, nous tenterons de répondre à la question de l'effet de l'utilisation de la méthode sur la compréhension des élèves lorsque celle-ci leur est imposée. Rappelons que le test comportait un total de 29 questions, qui renvoient en fait aux 29 sections qui étaient à compléter dans les histoires des quatre énoncés de problèmes résolus. Parmi ces 29 questions, certaines correspondaient à des questions de repérage (18) alors que d'autres étaient plutôt des questions d'inférences (11). Une première analyse visant à comparer les moyennes des deux groupes d'élèves par rapport à la variable « score de compréhension générale » a été réalisée à l'aide d'un test t pour échantillons indépendants. Les deux groupes d'élèves correspondent (1) aux élèves pour lesquels la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » a été imposée au moment de la résolution des problèmes (tâche A) et (2) aux élèves dont la méthode n'a pas été imposée. Il faut préciser que compte tenu des résultats issus de la phase précédente, supportant l'hypothèse selon laquelle la majorité des élèves utilisent la méthode de façon superficielle, sans faire de liens entre les différentes sections, il n'y a pas de raison de penser qu'il puisse y avoir une interaction entre le niveau de compétence de l'élève et sa façon d'utiliser la méthode. Conséquemment, nous n'avons pas jugé nécessaire de contrôler les variables liées à l'élève telles que le niveau de compétence en résolution de problèmes ou en lecture par exemples.

Le tableau 39 ci-dessous présente d'abord les statistiques descriptives en lien avec cette première analyse.

Tableau 39. Statistiques descriptives du score de compréhension générale selon l'imposition ou non de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche »

Statistiques descriptives			
La méthode utilisée	N	Moyenne	Écart-type
Score_compréhension générale (sur 29)			
Sans la méthode imposée	141	24,89	2,93
Avec la méthode imposée	137	25,03	3,70

Il faut mentionner que parmi les 141 élèves ayant reçu aléatoirement la version libre du test de résolution de problèmes, c'est-à-dire la version pour laquelle aucune méthode n'était imposée, 14 (9,9%) ont choisi de résoudre au moins un des quatre problèmes à l'aide de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche », qui se trouve à être la méthode normalement utilisée dans leur classe. Parmi ces 14 élèves, quatre (2,8%) seulement ont résolu les quatre problèmes du test en utilisant à chaque fois la méthode « ce que je sais, ce que je cherche ». Considérant le très faible pourcentage d'élèves ayant utilisé la méthode sans qu'elle ne soit imposée, il était impossible de conduire des analyses statistiques avec ce groupe d'élèves en particulier. Ces 14 utilisateurs spontanés font donc partie du groupe « sans la méthode imposée ».

Les résultats du test t ayant pour variable dépendante le score de compréhension générale et pour variable indépendante la méthode utilisée (avec ou sans la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » imposée) ne sont pas statistiquement significatifs. La probabilité calculée est de 0,722, ce qui correspond à une valeur supérieure au seuil d'erreur fixé de 0,05, $t(276)=-0{,}357$, $p = 0{,}722$. En observant les données descriptives, nous pouvons toutefois conclure que les moyennes des deux groupes sont extrêmement rapprochées : le groupe « sans la méthode imposée » ayant obtenu une moyenne de 24,89 et le groupe « avec la méthode imposée » ayant obtenu une moyenne de 25,03. Avec des moyennes aussi semblables, nous n'avons pas besoin de statistiques inférentielles pour pouvoir affirmer qu'il n'y a pas de différence significative pour les élèves de notre échantillon.

Afin d'étudier plus en profondeur la question liée à l'effet de la méthode sur le niveau de compréhension des élèves, nous avons mené quatre autres tests t, ayant tous la méthode utilisée en tant que variable indépendante. À l'aide de ces analyses supplémentaires, nous tenterons plus précisément de répondre aux deux sous-questions suivantes :

4.1) Existe-t-il une différence entre les élèves des deux groupes au regard de leur niveau de **compréhension littérale**?

4.2) Existe-t-il une différence entre les élèves des deux groupes au regard de leur niveau de **compréhension inférentielle**? »

Rappelons aussi qu'en raison de la catégorisation des inférences choisie dans le cadre de notre étude, la variable compréhension inférentielle a été raffinée afin d'étudier le niveau de compréhension des inférences nécessaires et le niveau de compréhension des inférences non nécessaires (pour réussir le problème). Deux analyses supplémentaires ont donc été conduites afin de savoir s'il existe une différence entre les élèves des deux groupes au regard de leur niveau de **compréhension des inférences nécessaires** et des **inférences non nécessaires**. Le tableau 40 présente les statistiques descriptives en lien avec ces quatre analyses.

Tableau 40. Statistiques descriptives pour chacune des sous-variables étudiées

Statistiques descriptives			
Score en compréhension selon la méthode utilisée	N	Moyenne	Écart-type
Score compréhension littérale (sur 18)			
Sans la méthode imposée	141	16,72	1,87
Avec la méthode imposée	137	16,71	2,10
Score compréhension inférentielle (sur 11)			
Sans la méthode imposée	141	8,16	1,66
Avec la méthode imposée	137	8,32	2,01
Score compréhension inférentielle_Non nécessaire (sur 6)			
Sans la méthode imposée	141	4,89	1,02
Avec la méthode imposée	136	4,92	1,08
Score compréhension inférentielle_Nécessaire (sur 5)			
Sans la méthode imposée	141	3,28	1,18
Avec la méthode imposée	137	3,44	1,24

Les quatre tests t ayant respectivement pour variable dépendante le score de compréhension littérale, le score de compréhension inférentielle, le score de compréhension inférentielle-non nécessaire et le score de compréhension inférentielle-nécessaire, se sont tous avérés être non significatifs ($t(276) = 0{,}064$, $p = 0{,}949$; $t(276) = -0{,}714$, $p = 0{,}476$; $t(275) = -0{,}259$, $p = 0{,}796$; $t(276) = -1{,}115$, $p = 0{,}266$). Cependant, les moyennes sont à nouveau extrêmement similaires, ce qui renforce notre interprétation précédente.

En réponse à la question 4, nous n'avons pu constater aucune différence entre les deux groupes au niveau de la compréhension des énoncés de problèmes résolus, que ce soit pour la compréhension littérale ou pour la compréhension inférentielle. Puisque les moyennes sont pratiquement identiques pour les deux groupes d'élèves, nous devons rejeter notre cinquième hypothèse, voulant que l'utilisation de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » limite la compréhension inférentielle des élèves. Il est donc possible d'affirmer que lorsque la méthode est imposée aux élèves de notre échantillon, ceux-ci ne comprennent pas moins bien, mais ils ne comprennent pas mieux non plus. Autrement dit, la méthode ne semble rien changer à ce niveau. Si l'imposition de la méthode ne semble pas affecter l'efficacité des élèves à comprendre les énoncés de problème, nous pensons cependant qu'elle puisse nuire à leur efficience. Effectivement, le fait que sur les 14 élèves ayant choisi d'utiliser la méthode par eux-mêmes, seulement quatre d'entre eux l'ont utilisée pour résoudre tous les problèmes, nous laisse croire que les élèves jugent la méthode (trop) longue à utiliser. Elle ne serait donc pas efficiente en termes de temps et d'énergie. Les résultats issus des entrevues réalisées auprès des élèves nous permettront de discuter davantage de l'opinion des élèves concernant l'efficacité et l'efficience de la méthode pour résoudre les problèmes qui leur sont proposés.

Par ailleurs, pour tenter d'expliquer nos résultats, nous proposons trois hypothèses différentes. Notre première hypothèse repose sur le moment où l'élève a complété les sections « ce que je sais » et « ce que je cherche ». En nous appuyant sur les propos d'enseignants rencontrés en entrevue lors de la phase exploratoire, nous savons que certains élèves s'engagent dans une démarche de résolution de problèmes en réalisant d'abord la section « ce que je fais », pour ensuite réaliser les sections « ce que je sais » et « ce que je cherche ». Autrement dit, les sections « ce que je sais » et « ce que je cherche » sont complétées une fois que le problème a été résolu et (possiblement) compris. Il faut donc comprendre que pour ces élèves, compléter ces deux sections constituent uniquement une tâche supplémentaire n'ayant aucun lien avec la résolution ou la compréhension du problème. Ainsi, lorsque les sections sont complétées *a posteriori*, il n'est pas surprenant que l'utilisation de la méthode n'influence pas le niveau de compréhension. En effet, une telle utilisation peut être comparée à une non utilisation de la méthode.

Dans le même ordre d'idées, il est aussi possible que même si les élèves remplissent les sections « ce que je sais » et « ce que je cherche » avant de s'engager dans la résolution du problème, ils se soient construit un modèle de situation lors de leur première lecture de l'énoncé de problème. Comme le souligne Porcheron (1998), la construction d'un modèle de situation a pour effet de créer chez le lecteur/solutionneur des représentations mentales riches des inférences générées, c'est-à-dire des représentations incluant des propriétés du texte qui n'étaient pas initialement explicites. Dès qu'un modèle de situation est construit, ce dont se souviendra le lecteur, ce ne sont plus les propositions explicites du texte, mais bien la représentation enrichie de la situation (Geiger et Vantine, 2006; Porcheron, 1998). Conséquemment, avant même que la méthode n'ait été utilisée, ces élèves ont pu produire certaines inférences contribuant à une meilleure compréhension inférentielle du problème. Cette explication va dans le même sens que les résultats de la phase 2, selon lesquels même si une donnée implicite n'est pas notée dans la section « ce que je sais », celle-ci peut avoir été dégagée et utilisée dans la section « ce que je fais ».

Notre deuxième hypothèse est liée à l'habitude des élèves. En effet, puisque notre échantillon est composé exclusivement d'élèves dont l'enseignant valorise la méthode « ce que je sais, ce que je cherche », il est raisonnable de penser que ceux ayant reçu la version libre restent « imprégnés » de la culture éducative dans laquelle ils évoluent au quotidien, c'est-à-dire faire de la résolution de problèmes en remplissant les sections d'une méthode choisie (parfois même imposée dans le tiers des cas) par l'enseignant. Ainsi, ce n'est pas parce que nous avons permis à la moitié des élèves de résoudre les problèmes proposés comme ils le souhaitent (version libre) qu'ils savent comment faire. Il est probable que ces élèves associent la résolution de problèmes à la méthode qui leur est enseignée. Conséquemment, le fait que tous les élèves de notre échantillon partagent une expérience scolaire similaire par rapport à la résolution de problèmes, expérience qui ne disparaît pas l'instant d'un test, peut selon nous expliquer pourquoi les moyennes des deux groupes (avec ou sans la méthode imposée) soient elles aussi si similaires.

Une troisième hypothèse peut être soutenue, cette fois-ci en lien avec la nature de la tâche de compréhension. À notre avis, il est possible que les élèves aient produit certaines inférences lors de la réalisation de la tâche de compréhension (tâche B), et non lors de la réalisation de la tâche de résolution des problèmes (tâche A). En effet, rappelons que pour la tâche de compréhension, les élèves devaient sélectionner l'information initialement implicite parmi trois choix explicites, plutôt que devoir générer eux-mêmes l'inférence. Il faut donc être conscient que les sections de l'histoire à compléter, accompagnées des choix de réponses, ont pu d'elles-mêmes activer de nouvelles connaissances chez les élèves. Cette hypothèse se base notamment sur des anecdotes survenues lors de la collecte de données. Certains élèves ont demandé à l'étudiante-chercheuse en charge du projet s'ils pouvaient ravoir leur copie du test de résolution de problèmes après avoir complété le test de compréhension. Lorsque l'étudiante-chercheuse leur a posé la question « pourquoi », ils ont répondu « qu'ils venaient de comprendre quelque chose qu'ils n'avaient pas compris avant ». Ainsi, la nature du test utilisé (sections à compléter avec choix de réponses) a pu contribuer à une meilleure compréhension inférentielle chez les élèves, quel que soit leur groupe (avec ou sans la méthode imposée). Bien qu'il s'agisse uniquement d'une hypothèse, nous y voyons là une limite possible associée à notre outil de collecte de données. Ce choix avait été fait en raison de notre besoin d'obtenir une quantité suffisante de questions de compréhension en respectant une contrainte de temps.

4.3.2 Quelle est l'opinion des élèves par rapport à des fausses croyances pouvant être associées à l'activité de résolution de problèmes écrits en mathématiques ?

Pour répondre à notre cinquième question de recherche, les données issues de la tâche C ont été utilisées, à savoir le questionnaire d'opinion, complété par l'ensemble des élèves des 14 classes participantes. Rappelons que ce questionnaire comptait six affirmations décrivant des fausses croyances pouvant être associées à l'activité de résolution de problèmes écrits de mathématiques en contexte scolaire, par rapport auxquelles les élèves devaient se positionner. La variable « score fausses croyances » a été calculée pour chaque élève en fonction de leurs réponses aux six affirmations. Les réponses « je ne suis pas d'accord » ont été cotées « 0 » alors que les réponses « je suis d'accord » ont été cotées « 1 ». Ainsi, plus la valeur de la variable « score fausses croyances » est élevée, plus l'élève est en accord avec les fausses croyances énoncées. Le tableau 41 présente d'abord les statistiques descriptives de cette variable, alors que la figure 11 rapporte les résultats de l'analyse de fréquence effectuée illustrés sous la forme d'un histogramme.

Tableau 41. Statistiques descriptives de la variable « score fausses croyances »

	Statistiques descriptives				
	N	Minimum	Maximum	Moyenne	Écart-type
Score fausses croyances	273	1	6	3,86	1,11

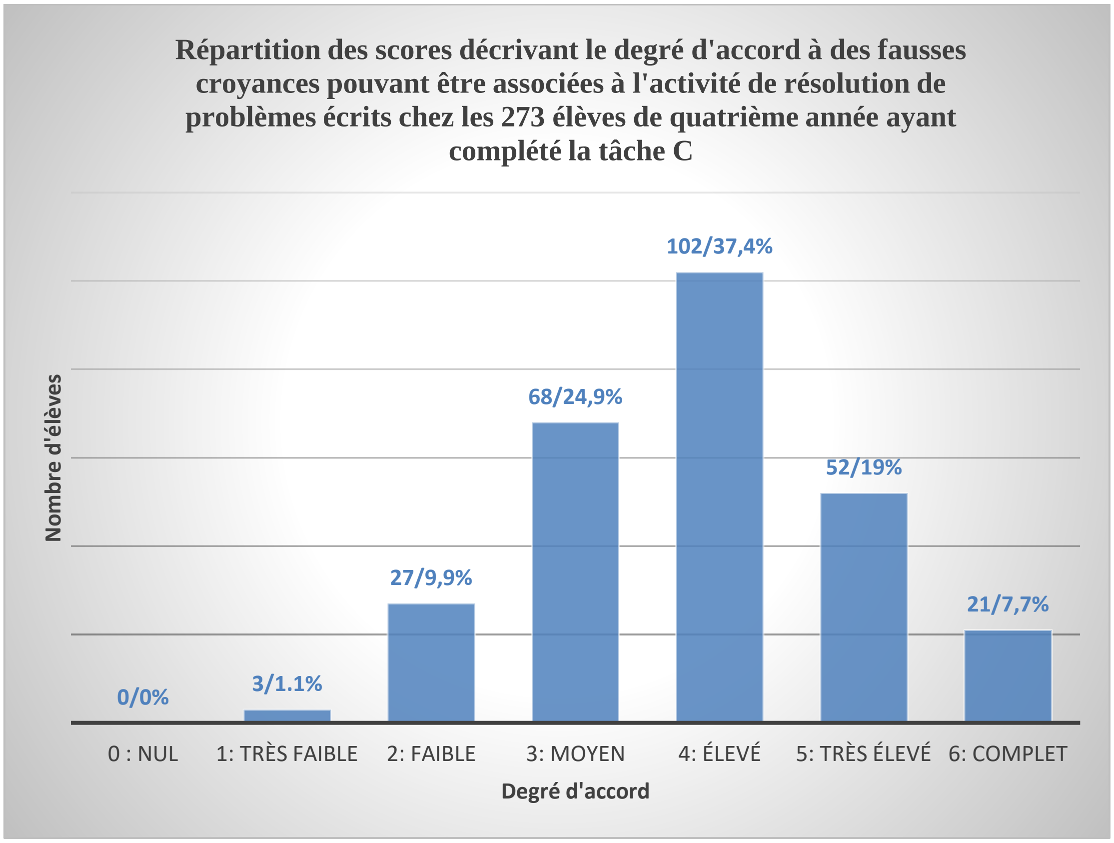


Figure 11. Illustration de l'analyse de fréquence associée à la variable « score fausses croyances »

Selon l’interprétation suggéré dans la figure ci-dessus, un score moyen de 3,86 signifie que le degré d’accord des élèves au regard des fausses croyances pouvant être associées à l’activité de résolution de problèmes mathématiques peut être qualifié de moyennement élevé. Par ailleurs, l’analyse de fréquence montre qu’aucun élève n’a obtenu un score de zéro, qui indiquerait un degré d’accord « nul » avec les fausses croyances énoncées, alors que 21 élèves (7,7%) ont obtenu un score de 6, indiquant un degré d’accord « complet » avec les fausses croyances énoncées. L’histogramme, qui présente une distribution normale, permet de visualiser facilement que le score regroupant le plus d’élèves est celui renvoyant à un degré d’accord élevé (37,4%). Il est aussi possible d’observer que peu d’élèves se positionnent entre les degrés d’accord

« nul » à « faible » (11%), contrairement à un grand nombre d'élèves se positionnant entre les degrés d'accord « élevé » à « complet » (64,1%). Ces données dressent un portrait global de l'opinion des élèves au regard des fausses croyances pouvant être associées à l'activité de résolution de problèmes écrits de mathématiques. Nous proposons maintenant d'observer les résultats d'une analyse plus détaillée présentée dans le tableau ci-dessous, décrivant la position des élèves pour chacune des fausses croyances.

Tableau 42. Résultats des analyses de fréquence associées à chacune des fausses croyances énoncées dans le questionnaire d'opinion (tâche C)

Question 1 : Quand mon enseignant(e) me demande de résoudre un problème écrit de mathématique, je sais qu'il y a toujours une seule réponse correcte.		
Position	Fréquence	Pourcentage
Je suis d'accord	214	78,7
Je ne suis pas d'accord	58	21,3
Total	272	100
Question 2 : Pour résoudre un problème écrit de mathématique, je sais que les données importantes sont uniquement des nombres		
Position	Fréquence	Pourcentage
Je suis d'accord	99	36,3
Je ne suis pas d'accord	174	63,7
Total	273	100

Question 3 : Pour résoudre un problème écrit de mathématique, je sais que je peux toujours me fier aux mots-clés dans le texte pour choisir quel(s) calcul(s) je dois faire.		
Position	Fréquence	Pourcentage
Je suis d’accord	249	91,2
Je ne suis pas d’accord	24	8,8
Total	273	100
Question 4 : Quand je résous un problème écrit de mathématique, je dois utiliser tous les nombres qui sont présentés pour arriver à la bonne réponse.		
Position	Fréquence	Pourcentage
Je suis d’accord	171	62,9
Je ne suis pas d’accord	101	37,1
Total	272	100
Question 5 : Ce n’est pas grave si je ne comprends pas l’histoire autour du problème. Ce qui est le plus important, c’est de trouver la bonne réponse.		
Position	Fréquence	Pourcentage
Je suis d’accord	91	33,3
Je ne suis pas d’accord	182	66,7
Total	273	100

Question 6 : Résoudre un problème écrit de mathématiques, c'est suivre des étapes dans un ordre bien précis.		
Position	Fréquence	Pourcentage
Je suis d'accord	231	84,6
Je ne suis pas d'accord	42	15,4
Total	273	100

À la lumière des données présentées, il est possible de constater que la fausse croyance 3 est celle dont la position des élèves est la plus homogène : 91,2% des élèves rapportent toujours pouvoir se fier aux mots-clés présentés dans l'énoncé de problème en vue de déterminer quel(s) calcul(s) ils doivent exécuter. Concrètement, cela veut dire que ces élèves ne font pas réellement preuve de raisonnement mathématique : ils choisissent uniquement un algorithme de calcul en fonction des mots-clés qu'ils ont repérés dans l'énoncé. Par exemple, les mots « ensemble » et « gagner » peuvent les conduire à vouloir effectuer une addition, tandis que les mots « reste » et « perdu » peuvent plutôt les orienter vers l'opération de soustraction. Ce résultat est cohérent avec les études récentes qui rapportent que les enseignants du primaire privilégient l'enseignement de stratégies de type « Repérer des mots-clés qui indiquent l'opération à effectuer » ou « Repérer des indices » lors des séances de résolution de problèmes écrits de mathématiques (Bruun, 2013; Fagnant et Burton, 2009; Seifi *et al*., 2012). Si l'on considère aussi la position des élèves par rapport à la fausse croyance 5 « Ce n'est pas grave si je ne comprends pas l'histoire autour du problème », pour laquelle 66,6% ont déclaré être en désaccord, il est possible de comprendre que pour les élèves, le repérage de mots-clés est un élément favorisant une meilleure compréhension, les guidant vers le bon choix d'opération. Les élèves ne semblent donc pas être conscients que pour certains problèmes, les mots-clés peuvent être trompeurs et conduire au mauvais choix d'opération (Van de Walle, 2010). Nos propos sont soutenus par les résultats des élèves au test de compréhension (tâche B), plus spécifiquement pour le problème 3 qui contenait un mot-clé trompeur. En effet, la question « Alexandre a couru la distance en 17 secondes, tandis que son père a couru la distance en 8 secondes ______ (de plus, de moins) » a été manquée par 147 élèves, ce qui représente 54,4% de l'échantillon. Le fait qu'autant d'élèves aient choisi la mauvaise réponse indique qu'ils ne sont pas parvenus à se créer un modèle de situation complet et/ou exact. En optant pour ce choix de stratégie, les élèves se sont davantage investis dans la recherche de solution mathématique que dans la compréhension de l'histoire.

Par ailleurs, 63,7% des élèves ont aussi déclaré être en désaccord avec la fausse croyance 2 soutenant que les données importantes à la résolution d'un problème sont uniquement des nombres. Selon cette perspective, les élèves seraient conscients et accepteraient que des informations qualitatives puissent être utiles à la réussite du problème, ce qui est cohérent avec le résultat précédent au sujet de l'importance qu'ils accordent à la compréhension du problème. Par contre, les données ne précisent pas s'ils sont conscients que ces informations qualitatives puissent être implicites. Or, le fait que 62,9% des élèves pensent qu'ils doivent utiliser tous les nombres présentés dans l'énoncé de problème en vue d'obtenir la solution (fausse croyance 4) est à notre avis un indicateur que les élèves se concentrent davantage sur le repérage d'informations (numériques), réduisant l'attention accordée aux informations qui devraient être inférées, c'est-à-dire aux informations n'étant pas présentées explicitement dans l'énoncé de problème. Un pourcentage si élevé est cohérent avec les résultats de la phase 2 montrant que plus de la moitié des élèves incluent la donnée inutile (pouvant être repérée) dans la section « ce que je sais ».

Une partie de ces résultats peuvent être expliqués notamment en s'appuyant sur les propos de plusieurs auteurs (Fagnant *et al*., 2003; Verschaffel *et al.*, 2000) qui soulignent que les fausses croyances développées par les élèves peuvent être renforcées par la nature stéréotypée des problèmes qui leur sont proposés en classe.

Conséquemment, il est raisonnable de penser que si les élèves étaient appelés à résoudre des problèmes variés, dans lesquels (1) toutes les données présentées ne sont pas utiles, (2) les mots-clés n'annoncent pas la bonne opération à effectuer (mot-clé trompeur), et (3) plusieurs démarches et réponses sont possibles, ils ne sauraient probablement pas autant en accord avec les fausses croyances 1, 3 et 4.

Les données obtenues en lien avec la position des élèves par rapport à la fausse croyance 6 « Résoudre un problème écrit de mathématiques, c'est suivre des étapes dans un ordre bien précis » sont à notre avis inquiétantes et méritent d'être discutées. Le tableau montre que 231 élèves ont déclaré être en accord avec cette fausse croyance, ce qui représente 84,8% de l'échantillon. Autrement dit, pour plus de huit élèves sur 10, la résolution de problèmes écrits de mathématiques est une activité procédurale lors de laquelle ils doivent respecter une suite d'étapes ayant été mémorisées. Selon nous, une telle croyance est alimentée par ce que les auteurs appellent l'environnement éducatif (Fagnant *et al*., 2003) ou socioculturel (De Corte *et al.*, 2002) qui renvoie en fait aux expériences scolaires des élèves. Ce résultat peut à notre avis être expliqué par le fait que l'échantillon à l'étude est exclusivement composé d'élèves dont l'enseignant privilégie la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » lors de l'activité de résolution de problèmes mathématiques. Plus précisément, nous pensons qu'il est possible d'établir un lien étroit entre ce résultat et ceux de la phase 1. Rappelons que 99,1% des enseignants utilisant dans leur classe la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » ont déclaré présenter les différentes sections de la méthode séquentiellement, tandis que 33,6% exigent en plus que leurs élèves complètent toutes les sections systématiquement et selon un ordre précis. Selon De Corte *et al*. (2002), l'environnement social et culturel dans lequel les élèves évoluent (par exemple, sa classe) constitue le fondement du développement de leurs connaissances et de leurs croyances. De ce fait, si le processus de résolution de problèmes mathématiques est présenté par l'enseignant à l'aide d'une méthode, étant elle-même caractérisée en tant que séquence à suivre, les élèves en viendront à croire que résoudre des problèmes, c'est suivre des étapes.

En réponse à la question cinq, les résultats relatifs à l'opinion des élèves par rapport à des fausses croyances pouvant être associées à l'activité de résolution de problèmes écrits en mathématiques sont clairs : ces derniers sont majoritairement en accord avec celles-ci. Plus précisément, un degré d'accord pouvant être qualifié de moyen à très élevé regroupe 81,3% des élèves de quatrième année. Parmi les six croyances énoncées, quatre sont acceptées par plus de 60% des élèves, à savoir :

- Quand mon enseignant(e) me demande de résoudre un problème écrit de mathématique, je sais qu'il y a toujours une seule réponse correcte : 78,7% des élèves sont d'accord.
- Pour résoudre un problème écrit de mathématique, je sais que je peux toujours me fier aux mots-clés dans le texte pour choisir quel(s) calcul(s) je dois faire : 91,2% des élèves sont d'accord.
- Quand je résous un problème écrit de mathématique, je dois utiliser tous les nombres qui sont présentés pour arriver à la bonne réponse : 62,9% des élèves sont d'accord.
- Résoudre un problème écrit de mathématiques, c'est suivre des étapes dans un ordre bien précis : 84,6% des élèves sont d'accord.

Concernant notre sixième hypothèse de recherche, voulant que l'utilisation de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » alimente les fausses croyances associées à l'activité de résolution de problèmes écrits de mathématiques, les données issues du questionnaire d'opinion ne nous permettent pas d'établir un lien direct entre l'opinion de ces élèves et le type de méthode qui leur est enseignée en classe. Par contre, sachant que la recherche explique le développement des croyances des élèves par l'environnement socioculturel dans lequel ils se trouvent (De Corte *et al*., 2002), nous pouvons raisonnablement défendre l'idée selon laquelle l'utilisation de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche », faisant fait partie intégrante de l'expérience scolaire relative à la résolution de problèmes mathématiques des élèves de notre échantillon, soit liée aux fausses croyances développées. Que l'opinion des élèves soit alimentée ou non par l'utilisation de cette méthode, les résultats obtenus sont inquiétants. Les croyances des élèves étant ce qui guident leur comportement (De Corte *et al*., 2002; Kloosterman et Stage, 1992; Mason et Scrivani, 2004; Reusser, 1988; Schoenfeld, 1983;1988; Verschaffel *et al*., 2000), les fausses croyances avec lesquelles ils sont en accord les guident donc d'une façon inappropriée dans leur démarche de résolution de problèmes mathématiques. Nous sommes cependant consicents qu'il peut être délicat de transposer des croyances exprimées par des élèves de quatrième année au sujet des problèmes écrits en mathématiques aux processus de résolution de problèmes réellement utilisés par ces élèves.

4.3.3 Les élèves utilisent-ils la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » spontanément pour résoudre les problèmes qui leur sont proposés?

Pour répondre à cette dernière question de recherche, nous avons rencontré individuellement 104 élèves (issus des 14 classes participantes) parmi les 141 élèves ayant reçu aléatoirement la version libre du questionnaire de résolution problèmes (tâche A). Ces élèves sont ceux n'ayant reçu aucune consigne concernant la méthode à utiliser pour résoudre les problèmes écrits proposés. Or, rappelons que la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » correspond à la méthode enseignée et utilisée dans les 14 classes participantes. Parmi ces 141 élèves, 14 ont choisi d'utiliser la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » pour au moins un des quatre problèmes, tandis que quatre seulement ont utilisé la méthode pour les quatre problèmes. Ces 14 utilisateurs spontanés ont été rencontrés en entrevue. Les 90 autres élèves rencontrés sont des élèves ayant choisi de ne pas du tout utiliser cette méthode.

Lors des entrevues, deux questions ont été posées aux élèves, à savoir :

3) Pourquoi as-tu décidé d'utiliser (de ne pas utiliser) la démarche[28] « ce que je sais, ce que je cherche » pour résoudre les problèmes proposés?

4) Personnellement, qu'est-ce que tu penses de cette démarche? Comment trouves-tu cette démarche que vous utilisez dans ta classe?

Il faut noter que les propos tenus à la deuxième question, soit « Personnellement, qu'est-ce que tu penses de cette démarche? […] » ont été utilisés uniquement pour compléter les réponses des élèves à la question 1 concernant leurs motifs d'utilisation (ou de non-utilisation) de la méthode. En expliquant ce qu'ils pensaient de la méthode, certains élèves expliquaient par le fait même pourquoi ils avaient choisi de l'utiliser ou non. En raison du grand nombre d'élèves rencontrés, les données codifiées ont aussi été traitées quantitativement. Les tableaux 43 et 44 ci-dessous présentent une synthèse des raisons évoquées par les élèves selon qu'ils aient choisi ou non d'utiliser la méthode.

Tableau 43. Raisons rapportées par les élèves ayant choisi d'utiliser la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » pour résoudre au moins un des quatre problèmes de la tâche A

Raison	Fréquence	Pourcentage
S'organiser	6	42,9%
Éviter de relire le texte	7	50%
Mémoriser le problème	1	7,1 %
Total	**14**	**100%**

[28] Le mot « démarche » a été utilisé lorsque nous nous adressions aux élèves puisqu'il s'agit du vocabulaire employé dans les cahiers d'exercices et les manuels de mathématiques.

Les données montrent un certain consensus auprès des utilisateurs spontanés, avec seulement trois raisons différentes expliquant pourquoi ils choisissent d'utiliser la méthode « ce que je sais, ce que je cherche », même lorsque celle-ci n'est pas imposée. Parmi ces trois raisons, deux d'entre elles sont plus populaires.

La principale raison évoquée par la moitié des élèves est celle liée au fait qu'en remplissant les sections « ce que je sais » et « ce que je cherche », il n'est plus nécessaire de retourner lire le texte pour pouvoir résoudre le problème. Les réponses faisant référence à un outil pour synthétiser le texte ou à une sorte d'aide-mémoire ont donc été classées dans la catégorie « Éviter de relire le texte ». Le tableau ci-dessous présente quelques réponses d'élèves allant dans ce sens.

Tableau 44. Réponses d'élèves ayant été classées dans la catégorie « Éviter de relire le texte »

Éviter de relire le texte
« Si je faisais ma démarche tout de suite [sans remplir les sections "ce que je sais" et "ce que je cherche"], ce serait fatiguant d'aller voir dans le texte chaque fois et de revenir [à la résolution] ».
« Au lieu de tout relire mon texte à chaque fois, j'inscris mes données là [dans la section "ce que je sais"], alors j'ai juste à relire ça ».
« Comme ça, on n'a pas besoin de [re]lire le texte pour se rappeler des informations parce qu'on les a écrites dans [la section] "ce que je sais" et [on a écrit] la question ».

Les données montrent aussi que 42,9% des élèves, soit 6 élèves sur 14, ont choisi d'utiliser la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » pour s'organiser. Cette catégorie regroupe les réponses d'élèves évoquant une certaine « aide à l'organisation » (ex. : ne rien oublier, ne pas me tromper, savoir où je m'en vais, rendre le travail plus clair et plus ordonné). Pour mieux illustrer les réponses cadrant dans cette catégorie, quelques exemples de verbatim sont rapportés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 45. Réponses d'élèves ayant été classées dans la catégorie « S'organiser »

S’organiser
« Ça m’aide parce que parfois j’oublie des choses ».
« Je sépare en sections, ça m’aide à me repérer. J’aime ça faire des nuages ».
« C’est un truc qui m’aide beaucoup parce que des fois je fais des calculs et je me mêle. Je ne sais pas où ça va ».

À la lumière des résultats obtenus lors de la phase 2, nous interprétons le fait que certains élèves se fient uniquement aux informations notées dans les sections « ce que je sais, ce que je cherche » comme étant possiblement à l’origine de certaines erreurs. En effet, les données obtenues montrent que très peu d’élèves complètent la section « ce que je sais » correctement, c’est-à-dire en y incluant toutes les données explicites et en notant la donnée implicite étant nécessaire pour réussir le problème. De plus, plusieurs incluent la donnée inutile. De ce fait, si les élèves se rapportent uniquement à cette section pour réaliser la section « ce que je fais », les risques d’erreurs grandissent considérablement.

Concernant les 90 élèves ayant choisi de ne pas utiliser la méthode « ce que je sais, ce que je cherche », ceux-ci expliquent leur choix à l’aide d’une des neuf raisons présentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 46. Raisons rapportées par les élèves ayant choisi de ne pas utiliser la méthode "ce que je sais, ce que je cherche" pour résoudre les problèmes de la tâche A

Raison	Fréquence	Pourcentage
C’est inutile	23	25,5%
C’est long/ça va plus vite sans	17	18,9%
C’est mêlant ou difficile	14	15,5%
Je n’y ai pas pensé	14	15,5%
Surligner revient au même	13	14,4%
Je n’avais pas envie de le faire	3	3,3%
C’est plus simple sans	4	4,4%
Je ne savais pas si je pouvais	2	2,2%
Total	**90**	**100%**

Les données indiquent que la principale raison rapportée par les élèves, représentant 25,5% d’entre eux, est qu’ils considèrent la méthode comme étant inutile. Parmi les 23 élèves ayant donné cette raison, certains justifient leur propos en affirmant qu’ils n’en ont pas besoin pour réussir à résoudre les problèmes, parce qu’ils sont bons en mathématiques ou parce qu’ils savent déjà comment faire, alors que d’autres expliquent que ça ne sert à rien de remplir les sections « ce que je sais » et « ce que je cherche », parce que tout est déjà écrit dans le texte. Plusieurs élèves ont précisé que c’était inutile parce que les problèmes proposés étaient des « petits problèmes ».

Tableau 47. Réponses d'élèves ayant été classées dans la catégorie « C'est inutile »

C’est inutile
« Ça ne m’aide pas vraiment à faire les calculs. Je l’ai déjà essayé [la méthode] et je ne réussissais toujours pas à [résoudre le problème]. Ça n’a pas servi à grand-chose. Ça ne marche pas. […] Je pense que c’est un peu inutile [pour moi], mais pour d’autres, ça peut être utile ».
« J’ai décidé de ne pas utiliser [la démarche] parce qu’on avait déjà toutes les informations et je trouvais ça inutile de les réécrire. C’était déjà dans le texte ».
« Quand ce n’est pas obligatoire, je ne le fais pas, parce que je suis capable de trouver la réponse sans faire ça [remplir les sections "ce que je sais, ce que je cherche"] ».
« Parce que même si j’écris "ce que je cherche" et "ce que je sais", il est déjà marqué [dans le texte], alors ça ne change rien. Ce n’est pas utile ».

Pour ce qui est de la deuxième raison la plus souvent rapportée, 18,9% des élèves ont répondu ne pas avoir utilisé la méthode parce que « c’est long/ça va plus vite sans ». Le tableau ci-dessous présente quelques exemples des propos tenus parmi les 17 élèves ayant donné une réponse cadrant dans cette catégorie.

Tableau 48. Réponses d'élèves ayant été classées dans la catégorie « C'est long/ça va plus vite sans »

C'est long/ça va plus vite sans
« Parce que je suis déjà un peu lente pour écrire alors quand je fais ça [remplir les sections "ce que je sais, ce que je cherche"], c'est comme si je me retardais encore plus ».
« Pour me faciliter la tâche. Je ne voulais pas que ce soit trop long. Je n'aime pas ça quand c'est trop long ».
« On fait souvent ça [remplir les sections "ce que je sais, ce que je cherche"] et je commençais à être tanné. Souvent, j'ai des crampes ».
« Je trouve que c'est long pour trouver la réponse et moi je suis une personne qui aime ça quand c'est plus rapide ».

Les deux réponses les plus populaires montrent clairement qu'une grande partie des élèves n'aiment pas utiliser la méthode « ce que je sais, ce que je sais », soit parce qu'ils ont l'impression qu'elle ne leur sert à rien, ou parce qu'ils la trouvent trop longue à réaliser. Ces deux réponses mettent en évidence le fait que plusieurs élèves sont agacés par cette méthode qui leur est souvent imposée, au sens où il s'agit pour eux d'un irritant qu'ils évitent lorsque possible. Au-delà du fait que certains élèves n'aiment pas cette méthode, pour d'autres, l'expérience semble encore plus négative. Le tableau des résultats montre que 15,5% des élèves, soit 14 élèves sur 90, ont choisi de ne pas utiliser cette méthode parce qu'ils la trouvent « mêlante » ou « difficile à utiliser ». À titre d'exemples, voici quelques verbatim d'élèves ayant été classées dans cette catégorie.

Tableau 49. Réponses d'élèves ayant été classées dans la catégorie « C'est mêlant/difficile »

C'est mêlant/difficile
« J'aime mieux [résoudre les problèmes] comme ça [sans remplir les sections "ce que je cherche, ce que je sais"]. Ou si non, je deviens tout mélangé. […] Quand je n'utilise pas [la méthode], je n'ai pas de problème, mais quand je dois l'utiliser, c'est comme si je bloquais. C'est comme s'il y a des engrenages et il y a un morceau qui se tord. Ça bloque ».
« Parfois ça me mélange. Quand j'écris [dans les sections "ce que je sais, ce que je cherche"] je me trompe parfois et je ne m'en rends pas compte. Je mélange [ce qui va dans] "ce que je sais" et "ce que je cherche". Je me trompe et ça me donne des erreurs. […] Je trouve ça difficile ».
« La [section] la moins compliquée, c'est elle (l'élève pointe la section "ce que je fais" (ses calculs)). Il faut tout chercher dans le problème et tout écrire. Après ça, je ne me rappelle plus ce qu'il faut faire. Ça va plus vite quand on ne fait pas [la méthode] et c'est moins mêlant ».
« Moi je ne l'aime pas trop celle-là [la méthode "ce que je sais, ce que je cherche"] parce que parfois, je ne sais pas ce qu'il faut que j'écrive là, là et là (l'élève pointe les sections "ce que je sais, ce que je cherche, ce que je fais") ».

Pour ces élèves, l'utilisation de cette méthode ne rend pas l'activité de résolution de problèmes ennuyeuse, comme c'est le cas pour les élèves qui définissent la méthode comme « inutile » ou « trop longue », mais rend la résolution de problèmes plus difficile, et probablement plus angoissante. À notre avis, l'utilisation de cette méthode crée un deuxième problème chez ces élèves, celui de savoir quelles informations ils doivent mettre dans chacune des sections. Ces élèves sont donc confrontés à un double problème : ils doivent non seulement résoudre le problème mathématique (qui renvoie à la question du problème), en plus de résoudre le problème associé au contenu des sections « ce que je cherche » et « ce que je sais ».

En réponse à la question 7 « Les élèves utilisent-ils la méthode "ce que je sais, ce que je cherche" spontanément pour résoudre les problèmes qui leur sont proposés? », les résultats indiquent que 90,1% des élèves, soit 127 élèves sur 141, choisissent de ne pas utiliser la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » lorsque celle-ci ne leur est pas imposée. Les élèves qui choisissent de l'utiliser le font principalement parce que ça leur évite d'avoir à relire le texte (50%), ou encore parce que parce que ça les aide à s'organiser (42,9%). Inversement, les élèves qui ne l'utilisent pas définissent cette méthode comme étant inutile (25,5%) et trop longue à compléter (18,9%). En nous appuyant sur les données issues de ces entrevues, mais aussi sur les résultats des tests t présentés précédemment, il semble que la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » ne soit pas un outil apprécié des élèves, ni un outil aidant pour ces derniers. L'utilisation de cette méthode semble plutôt demander des efforts supplémentaires, pour lesquels les effets positifs semblent limités à une meilleure organisation pour une minorité d'élèves. Selon cette perspective, si nous avons annoncé suite aux résultats précédents que l'utilisation de la méthode « ne change rien » au regard de la compréhension des élèves, nous savons maintenant qu'elle ne change rien, en plus d'importuner la majorité des élèves. Certains élèves ont même déclaré que cette méthode leur nuisait: 15,5% des élèves, soit 14 élèves sur 90, affirment que lorsqu'ils doivent utiliser cette méthode, ils considèrent la tâche de résolution de problèmes plus difficile. Les conclusions issues des données recueillies à la suite des 104 entrevues individuelles permettent donc de confirmer notre septième hypothèse, selon laquelle l'utilisation de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » alourdie la tâche de résolution de problèmes, entraînant un effet négatif sur l'appréciation de cette activité par les élèves. Selon certains élèves, l'effet négatif ne se rapporte pas uniquement à leur appréciation de l'activité de résolution de problèmes : selon eux, la méthode entrainerait aussi un effet négatif sur leur capacité à résoudre les problèmes.

4.4 DISCUSSION RELATIVE À L'HYPOTHÈSE GÉNÉRALE D'UN ÉCART ENTRE CE QUE PROPROSE LA RECHERCHE ET LA PRATIQUE AINSI QU'À SES CONSÉQUENCES

Pour conclure ce chapitre, nous reviendrons sur les différents éléments ayant émergé des résultats issus des deux premières phases de notre étude pouvant servir à vérifier l'hypothèse générale selon laquelle la façon dont la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » est présentée par les enseignants et utilisée par les élèves crée un écart entre ce que propose la recherche et ce qui est fait dans la pratique. Ensuite, nous ferons ressortir plus clairement les conséquences résultant de l'existence d'un tel écart. Pour faciliter cette discussion, nous avons réalisé une synthèse des principaux résultats et des conclusions relatives à chaque question et sous-question formulées dans chacune des phases du projet. Cette synthèse est présentée dans le tableau ci-dessous.

Tableau 50. Synthèse des principaux résultats selon les trois phases de l'étude

PHASE 1

1. Quelles sont les pratiques déclarées des enseignants au regard de la présentation d'une méthode de résolution de problèmes écrits de mathématiques et de leurs exigences relatives à l'utilisation qui en est faite par les élèves ?

- La méthode « ce que je sais, ce que je cherche » est la principale méthode de résolution de problèmes mathématiques présentée aux deuxième et troisième cycles du primaire.
- Les enseignants ont déclaré présenter cette méthode selon une séquence à suivre : elle n'est donc pas présentée de façon cyclique et itérative.
- La méthode est imposée aux élèves par une proportion importante d'enseignants qui exigent une utilisation systématique et séquentielle de chacune des étapes.

1.1 Quel pourcentage d'enseignants utilisent dans leur classe la méthode « ce que je sais, ce que je cherche »?

- 90,8% des enseignants du deuxième et troisième cycle du primaire ont déclaré utiliser la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » dans leur classe.
- Ces 118 enseignants (90,8%) travaillent dans quatre commissions scolaires différentes, ce qui veut dire que l'utilisation de cette méthode ne renvoie pas à une pratique isolée d'une seule commission scolaire.

1.2 Quel pourcentage d'enseignants présentent une séquence de résolution de problèmes à suivre, et exigent que toutes les étapes soient appliquées dans le même ordre qu'elles ont été présentées (profil A)?

- 31% des enseignants du deuxième et du troisième cycle ont déclaré s'identifier au profil A.
- 33,6% des enseignants utilisant la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » ont déclaré s'identifier au profil A.

1.3 Pour quelle(s) raison(s) les enseignants utilisent-ils la méthode « ce que je sais, ce que je cherche »?

- 63,7% des enseignants ont déclaré utiliser la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » parce qu'ils pensent que celle-ci soit aidante pour comprendre et/ou résoudre le problème correctement.
- 27% des enseignants ont plutôt déclaré utiliser cette méthode non pas par choix, mais par obligation (ex. : méthode imposée par l'école ou la commission scolaire; méthode présentée dans le matériel utilisé ou lors des évaluations officielles).

- Les deux tiers des enseignants utilisent donc cette méthode parce qu'ils y croient alors que le tiers l'utilisent parce qu'il le faut.

1.4 Selon les enseignants, quels sont les avantages et les inconvénients rattachés à l'utilisation d'une telle méthode?

- Avantage : 62,2% des enseignants ont déclaré que le principal avantage qu'ils reconnaissent à l'utilisation de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » est de pouvoir offrir une structure aux élèves pour les aider à organiser leur travail étape par étape.
- Inconvénient : 36% des enseignants ont déclaré que la méthode pouvait être inutile pour certains élèves, alors que 24,3% pensent qu'elle puisse avoir un effet négatif sur la motivation de certains élèves. 18% des enseignants ne voient pas d'inconvénient à utiliser cette méthode.

2. Quelle est la perspective des enseignants sur les finalités de la résolution de problèmes écrits de mathématiques?

- Les enseignants ne semblent pas au fait de la double finalité associée à l'activité de résolution de problèmes en contexte scolaire, et conséquemment, il y a lieu de se demander si les deux finalités sont travaillées dans les classes du primaire.

PHASE 2

3. Comment la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » est-elle utilisée par les élèves de quatrième année du primaire ?

- L'utilisation de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » par les élèves repose principalement sur le repérage de données explicites.
- La méthode est utilisée de façon superficielle par la majorité des élèves (sections remplies incorrectement et/ou par du copier-coller).
- Même si la section « ce que je sais » est rarement bien complétée par les élèves, cela ne les empêche pas de réussir le problème, ce qui témoigne d'une utilisation séquentielle de la méthode. Conséquemment, les sections semblent traitées indépendamment les unes des autres.

3.1 Quels types d'information les élèves inscrivent-ils dans les sections « ce que je sais » et « ce que je cherche » ?

▸ Dans la section « ce que je sais » :

- En moyenne, les données implicites obligatoires à la réussite sont inscrites par seulement deux élèves sur dix (21,8%), alors que les données inutiles explicitement présentées dans l'énoncé sont quant à elles inscrites par environ six élèves sur 10 (58,5%).
- En moyenne, seulement 48% des élèves inscrivent l'ensemble des données explicites étant obligatoires à la réussite du problème.

▸ Dans la section « ce que je cherche » :

- En moyenne, 82,4% des élèves retranscrivent la question mot pour mot.
- En moyenne, seulement 14,4% des élèves reformulent la question dans leurs mots, tel que suggéré dans les manuels scolaires.

3.2 Le contenu de la section « ce que je fais » est-il cohérent avec celui de la section « ce que je sais » ?

- Parmi les élèves ayant inscrit la donnée inutile dans la section « ce que je sais », 16% ont ensuite utilisé cette donnée pour tenter de trouver la solution au problème.
- Parmi les élèves ayant réussi la résolution des problèmes, 17% n'avaient pas inclus la donnée implicite dans la section « ce que je sais ».
- Parmi les élèves ayant réussi la résolution des problèmes, 12,3% n'avaient pas inscrit dans la section « ce que je sais » toutes les données explicites nécessaires à la résolution.
- Dans certains cas, des données ne sont pas inscrites dans la section « ce que je sais », mais sont utilisées dans la section « ce que je fais ».
- Dans d'autres cas, des données sont inscrites dans la section « ce que je sais », mais ne sont pas utilisées dans la section « ce que je fais ».

PHASE 3

4. Le niveau de compréhension des énoncés de problèmes écrits de mathématiques atteint par les élèves est-il influencé par l'utilisation imposée de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche »?

- Les moyennes des deux groupes d'élèves (avec ou sans la méthode imposée) sont extrêmement similaires pour tous les tests t réalisés (compréhension générale, littérale, inférentielle, inférentielle-nécessaire, inférentielle-non nécessaire).
- Que la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » soit imposée ou non, le niveau de compréhension (générale, littérale et inférentielle) des élèves de notre échantillon ne semble ni affecté, ni amélioré.

5. Quelle est l'opinion des élèves par rapport à des fausses croyances pouvant être associées à l'activité de résolution de problèmes écrits de mathématiques?

- Les élèves ayant répondu au questionnaire d'opinion sont tous des élèves qui utilisent la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » lors de l'activité de résolution de problèmes mathématiques.
- Le score moyen des 273 élèves pour la variable « score fausses croyances » est de 3,86 (sur 6), indiquant un degré d'accord moyennement élevé au regard des fausses croyances énoncées.
- Un degré d'accord pouvant être qualifié de moyen à très élevé regroupe 81,3% des élèves.
- Les croyances des élèves par rapport à ce qu'est résoudre un problème et comment résoudre un problème sont donc majoritairement fausses.

6. Les élèves utilisent-ils la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » spontanément pour résoudre les problèmes qui leur sont proposés?

- Sur les 141 élèves ayant reçu aléatoirement la version libre :
    - 127 élèves (90,1%) ont résolu les quatre problèmes sans utiliser la méthode « ce que je sais, ce que je cherche ».
    - 14 élèves (9,9%) ont utilisé la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » pour résoudre au moins un des quatre problèmes.
    - Quatre élèves (2,8%) parmi les 14 ont utilisé la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » pour résoudre les quatre problèmes.
- Lorsqu'ils ont le choix, la majorité des élèves décident de ne pas utiliser la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » pour résoudre les problèmes qui leur sont proposés, même s'il s'agit de la méthode privilégiée dans leur classe.

6.1 Pour quelles raisons les élèves choisissent-ils d'utiliser (ou de ne pas utiliser) la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » ?

- Les élèves qui choisissent d'utiliser la méthode le font principalement pour éviter d'avoir à relire le texte en entier (50%), ou encore parce que ça les aide à s'organiser (42,9%).
- Les élèves qui ne l'utilisent pas justifient leur choix en qualifiant la méthode d'inutile (25,5%) et de trop longue à compléter (18,9%).
- 15,5% des élèves ont aussi déclaré que l'utilisation de la méthode rendait la résolution de problèmes plus difficile à réaliser.
- Si la méthode semble principalement nuire à l'efficience des élèves, certains soulèvent plutôt un sentiment de nuisance à leur efficacité.

À la lumière de ce qui est présenté dans le tableau ci-dessus, trois éléments permettent de mettre en évidence l'existence d'un écart entre ce que propose la recherche et ce qui est vécu en pratique.

Premièrement, lorsque les enseignants ont été questionnés sur la façon dont ils présentent à leurs élèves une méthode (quelconque) de résolution de problèmes mathématiques, le tiers des enseignants du deuxième et troisième cycle du primaire ont déclaré présenter une séquence à suivre et exiger que toutes les étapes de la séquence soient appliquées systématiquement dans le même ordre qu'elles ont été présentées. Parmi les enseignants utilisant plus spécifiquement une méthode de type « ce que je sais, ce que je cherche », un résultat sensiblement identique a été obtenu : le tiers d'entre eux impose à leurs élèves une utilisation systématique et séquentielle de la méthode. Or, tous les auteurs ayant travaillé à modéliser le processus de résolution de problèmes s'entendent et insistent sur le fait qu'il ne faut pas aborder un problème de façon séquentielle. Les modèles présentés aux élèves doivent être flexibles, au sens où ils doivent plutôt servir de guide que de canevas à suivre. Les étapes d'un modèle ne pouvant logiquement pas être adaptées à tous les problèmes (Reys *et al.*, 2012), les élèves doivent pouvoir faire des choix concernant les étapes pertinentes à réaliser pour un problème donné (Ministère de l'éducation de l'Ontario, 2006). Les étapes choisies devraient être vécues de façon cyclique et itérative, intervenant les unes sur les autres (Fagnant *et al.*, 2003; Greer, 1997; Pólya, 1945; Verschaffel *et al.*, 2000). Tout comme Reusser (1990) qui explique les comportements illogiques des élèves en situation de résolution de problèmes par la culture éducative dans laquelle cette activité prend place, nous expliquons une part de l'écart observé entre la recherche et la pratique en raison de la culture éducative privilégiée par les enseignants qui imposent à leurs élèves de résoudre des problèmes en suivant une séquence d'étapes prédéfinie et inflexible.

Deuxièmement, le fait que plus de 60% des enseignants qui utilisent dans leur classe une méthode de type « ce que je sais, ce que je cherche » jugent que le plus grand avantage associé à cette méthode est de pouvoir amener les élèves à résoudre les problèmes proposés par étapes vient renforcer les propos précédents indiquant un écart au regard du caractère cyclique et itératif qui devrait être attribué au processus de résolution de problèmes. Par ailleurs, ce résultat permet aussi d'ajouter que la résolution de problèmes telle que vécue par l'entremise de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » semble davantage correspondre à un processus procédural qu'à un processus de recherche (Ministère de l'éducation de l'Ontario, 2006; Pólya, 1973; Wilson *et al*., 1993).

Troisièmement, les résultats obtenus lors de la phase 2 soulèvent un nouvel élément pouvant témoigner d'un écart entre ce que propose la recherche et la pratique, cette fois-ci au regard de la place de l'implicite dans la démarche de résolution de problèmes mise en œuvre par l'entremise de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche ». Lors de l'étape de la compréhension, définie dans cette méthode par les sections « ce que je sais » et « ce que je cherche », les élèves accordent une attention particulière à la recherche de données explicites qu'ils retranscrivent mot pour mot dans les sections appropriées. Inversement, une attention réduite semble être accordée à la génération d'inférences pour dégager les données implicites du problème. Un tel comportement est décrit par plusieurs auteurs comme étant de l'ordre d'une compréhension superficielle, en comparaison à une compréhension authentique, amenant le solutionneur à se représenter mentalement le problème de façon à y inclure des informations n'étant pas nécessairement mentionnées explicitement dans l'énoncé du problème (Reusser, 1990; Staub et Reusser, 1995; Verschaffel *et al*., 2000). Plus précisément, Fayol et ses collègues (2005) soulignent que les élèves doivent aborder le problème de manière à :

> se construire une représentation intégrée de la situation décrite, représentation permettant de déterminer comment se sont déroulés les événements (ou comment s'organisent les données) évoqués et de percevoir les informations manquantes, celles précisément qu'il faut calculer (p. 203).

Ces représentations mentales renvoient à ce que plusieurs auteurs appellent les modèles de situation et les modèles de problème. Considérant que la méthode semble orienter les élèves vers un processus de repérage plutôt que vers un processus de construction de modèles de situation et de problème, nous y voyons là un autre indicateur d'un écart entre ce que propose la recherche et ce qui est vécu dans la pratique.

En somme, les données recueillies et analysées nous amènent à observer un écart entre la recherche et la pratique concernant la façon dont la résolution de problèmes est abordée en classe, notamment lorsque l'utilisation d'une méthode de résolution de problèmes de type « ce que je sais, ce que je cherche » est impliquée. Considérant la popularité réelle de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » dans les classes du primaire, son utilisation peut être considérée en tant qu'exemple concret témoignant de l'écart observé. Cependant, l'écart ne se limite pas à cette méthode en particulier. Selon cette perspective, l'écart peut être résumé ainsi : il survient lorsqu'il y a **imposition d'une méthode séquentielle de résolution de problèmes limitant la place de l'implicite**. Les données issues de la phase 3 seront maintenant résumées afin de mettre en évidence les conséquences rattachées à l'écart décrit précédemment. Trois principales conséquences peuvent être soulevées.

Premièrement, les résultats ont permis de conclure que la méthode « ce que je sais, ce que je cherche », qu'elle soit imposée ou non aux élèves, ne nuit pas à leur compréhension, mais ne l'améliore pas non plus. Les élèves des deux groupes, avec ou sans la méthode imposée, ont obtenu des résultats sensiblement identiques au regard de leur niveau de compréhension générale, littérale et inférentielle. Par contre, lorsque les élèves ont le choix d'utiliser ou non cette méthode pour résoudre les problèmes qui leur sont proposés, la grande majorité (90,1%) préfère ne pas l'utiliser. Un pourcentage si élevé laisse *a priori* percevoir l'impopularité de la méthode auprès des élèves. De façon plus précise, les élèves qui se sont prononcés sur les raisons expliquant pourquoi ils ont choisi de ne pas utiliser cette méthode pour résoudre les problèmes de la tâche

A ont principalement soulevé son inutilité et sa lourdeur (en termes de temps), alors que certains ont aussi déclaré qu'ils ont plus de difficulté à résoudre les problèmes lorsqu'ils sont tenus d'utiliser cette méthode. Conséquemment, il est possible de conclure que l'écart observé entraine non seulement une dépréciation de l'activité de résolution de problèmes mathématiques chez la plupart des élèves, mais aussi un sentiment de difficulté supplémentaire chez certains. De tels résultats sont cohérents avec les propos des enseignants ayant complété le questionnaire en ligne. Le plus fréquent inconvénient perçu par les enseignants est le fait que cette méthode puisse être inutile pour certains élèves, alors qu'en seconde place, les enseignants ont déclaré que son utilisation pouvait décourager certains élèves, entraînant une baisse de motivation face aux problèmes à résoudre. Par ailleurs, les données qualitatives issues des entrevues menées lors de la phase exploratoire de l'étude nous apprennent que certains enseignants considèrent même que la méthode puisse nuire à l'efficacité de leurs élèves à résoudre les problèmes. Les propos ci-dessous, tenus par trois enseignants différents, en sont de bons exemples :

- « Souvent, les simultanés, ils n'en ont pas besoin. Ça les mêle plus que d'autre chose ».
- « Souvent, lorsque l'on dit : "ce que je sais, ce que je cherche", les enfants se perdent là-dedans ».
- « Il y a même [des élèves], ceux avec des déficits d'attention ou de la dyslexie, qui en écrivant dans les cases, vont se tromper en copiant. Ensuite, ils vont reprendre ces informations au lieu de celles du texte et ils vont calculer à partir des mauvais nombres ».

Rappelons aussi que 15% des 90 élèves interviewés ont aussi affirmé que la méthode pouvait leur nuire. Conséquemment, les élèves et les enseignants semblent avoir une perspective commune par rapport aux principaux inconvénients rattachés à la méthode. La question est donc de savoir pourquoi les enseignants imposent-ils cette méthode s'ils savent qu'elle est inutile pour une partie de leurs élèves? Plus important encore, pourquoi les enseignants imposent-ils cette méthode s'ils savent qu'elle peut nuire à l'engagement de leurs élèves dans la tâche et même nuire à la réussite de certains? En nous appuyant sur les propos mêmes des enseignants, nous pouvons tenter de répondre à ces questions en proposant deux explications. D'une part, il est possible que les enseignants continuent d'utiliser ou d'imposer cette méthode non pas par choix, mais par obligation. En effet, un enseignant sur quatre a déclaré ne pas avoir le choix d'utiliser cette méthode dans leur classe, soit parce qu'elle leur est imposée par leur école ou leur commission scolaire, soit parce qu'elle se retrouve dans les évaluations officielles de résolution de problèmes mathématiques. Les propos d'un enseignant rencontré lors des entrevues de la phase exploratoire permettent de bien comprendre la situation dans laquelle certains enseignants se trouvent :

- **Enseignant A** : « Cette méthode [la méthode "ce que je sais, ce que je cherche"] habituellement, [les élèves] l'utilisent depuis la première année. Toute la commission scolaire est supposée l'utiliser. Nous avons une grille que nous devons suivre : ce que je sais, ce que je cherche et ce que je fais ».
- **Chercheuse** : « Est-ce que lorsque vous arrivez dans une école [en tant que nouvel enseignant], on vous informe que c'est la [méthode] à utiliser? Comment sais-tu que ça vient de la commission scolaire? »
- **Enseignant A**: « C'est sur le portail [de la commission scolaire]. Nous avons tout ce qu'il nous faut sur le portail. Il y a des grilles [d'évaluation], des exemples, des formations aussi… »
- **Chercheuse** : « Avec ces sections-là? (Enseignant : « Oui »). Est-ce que ce sont les conseillers pédagogiques qui donnent les formations? »
- **Enseignant A**: « Oui, exactement. Alors c'est sûr que lorsque les élèves arrivent en quatrième année, la base est là. Ils savent c'est qu'est [la méthode "ce que je sais, ce que je cherche"]. Ce n'est pas nouveau pour eux, nous continuons simplement là-dedans ».

L’échange entre cet enseignant et la chercheuse permet aussi de comprendre que cette méthode est introduite très tôt dans les classes, ce qui fait en sorte que les enseignants du deuxième et du troisième cycle sont appelés à travailler avec des élèves qui associent depuis déjà deux, trois ou quatre ans la résolution de problèmes mathématiques à la méthode « ce que je sais, ce que je cherche ». Pour certains, le choix devient probablement inévitable.

Une deuxième explication pourrait être que les enseignants n’ont pas d’alternative : ils ne connaissent pas de meilleure façon d’enseigner la résolution de problèmes ou de guider leurs élèves dans la résolution d’un problème, alors ils se conforment à ce qui se trouve dans les manuels et les cahiers d’exercices.

- « Nous ne connaissons pas autre chose. Il faudrait que [quelqu’un] propose quelque chose de nouveau, mais qui va faire ça? Qui n’est pas en surcharge de travail? Qui va prendre le temps de faire ça? Il y a sûrement quelqu’un qui se penche sur la question, je ne peux pas croire [que non]. En tout cas, je l’espère. Mais je ne pense pas qu’il y ait une recette miracle. En ce moment, [la commission scolaire] se concentre beaucoup sur le français, moins sur les mathématiques. Moins sur le *résoudre* en tout cas. Éventuellement. Je sais que c’est important de savoir "ce que je sais" et "ce que je cherche", mais est-ce qu’il y a une meilleure démarche? Je ne sais pas, mais j’aimerais que quelqu’un me propose quelque chose [de nouveau] ».

Une deuxième conséquence de l’écart observé entre la recherche et la pratique peut être identifiée, à savoir le développement de fausses croyances chez les élèves. Cette conséquence peut être dégagée des données obtenues à l’aide des questionnaires d’opinion administrés aux 273 élèves de notre échantillon, qui rappelons le, sont tous des élèves dont l’enseignant aborde la résolution de problèmes mathématiques à l’aide de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche ». Les résultats révèlent un pourcentage très élevé (81,3%) d’accord à propos des six fausses croyances énoncées dans le questionnaire. Nous sommes cependant conscients que nous ne pouvons pas établir un lien direct entre les fausses croyances des élèves et l'utilisation de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche ». Par contre, nous pouvons raisonnablement penser que la fausse croyance « Résoudre un problème écrit de mathématiques, c'est suivre des étapes dans un ordre bien précis » acceptée par 84,4% des élèves soit alimentée par l'utilisation de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche ». À notre avis, l'ensemble des résultats obtenus au regard de la présentation de cette méthode par les enseignants et de son utilisation par les élèves nous permet de soulever une telle conclusion. Conséquemment, il est aussi possible de penser que plusieurs élèves du primaire ont une perception erronée, voire superficielle, de ce qu'est résoudre un problème. Une telle perception peut quant à elle influencer négativement la façon dont les élèves abordent les problèmes rencontrés (De Corte *et al*., 2002; Kloosterman et Stage, 1992; Mason et Scrivani, 2004; Reusser, 1988; Schoenfeld, 1983;1988; Verschaffel *et al*., 2000), à savoir d'une façon procédurale plutôt qu'innovatrice et créative, comme devrait l'être un véritable processus de recherche.

Avant de conclure cette section, il importe de souligner que les conclusions présentées ci-dessus ne se limitent pas aux problèmes d'arithmétiques. Nous avons choisi de restreindre les problèmes de notre instrument de mesure aux problèmes d'arithmétiques, qui sont des problèmes faisant intervenir des nombres naturels et les quatre opérations de base (l'addition, la soustraction, la multiplication et la division), uniquement parce que le champ de l'arithmétique inclut les éléments de base en mathématiques, qui sont réinvestis dans tous les autres champs de la discipline (MELS, 2008). Or, il est raisonnable de penser que nos conclusions puissent se transférer aux autres champs de la discipline (géométrie, mesure, statistiques et probabilités) étant donné que les processus de résolution de problèmes ne sont pas reconnus comme étant de nature différente que ceux en arithmétique.

CHAPITRE 5
CONCLUSION

Ce dernier chapitre fera d'abord état des prémisses à la base du projet de recherche réalisé, desquelles découlent l'hypothèse générale de l'existence d'un écart entre la recherche et la pratique au regard des méthodes de résolution de problèmes présentées et utilisées dans les classes du primaire. Ensuite, la contribution de cette étude à l'avancement des connaissances dans le domaine de la résolution de problèmes écrits de mathématiques sera discutée. Cette discussion nous permettra de répondre à la question générale de recherche. Pour terminer, un regard critique sera porté sur l'étude afin de proposer différentes ouvertures pour des recherches futures.

5.1 PRÉMISSES DU PROJET DE RECHERCHE

Cinq propositions, articulées entre elles, ont servi de point de départ au projet de recherche mené. Celles-ci sont énoncées et expliquées brièvement dans les sections ci-dessous, menant à une conclusion formulée en termes d'hypothèse : l'existence d'un écart entre la recherche et la pratique.

1. *Résoudre un problème écrit de mathématiques, c'est s'engager dans un processus de recherche cyclique, itératif et inférentiel.*

   Pour résoudre un problème, il doit y avoir une **recherche de sens** par rapport au texte dans lequel s'inscrit le problème à résoudre, qui s'accomplit par une compréhension n'étant pas limitée aux informations explicites, mais plutôt riche des informations implicites dégagées par le solutionneur. Il doit aussi y avoir une **recherche de solution**, qui s'accomplit par plusieurs allers-retours entre les différentes étapes de la démarche réalisée.

2. *La résolution de problèmes mathématiques telle que vécue en contexte scolaire devrait poursuivre l'atteinte de deux finalités.*

   L'activité de résolution de problèmes devrait servir à développer des habiletés de résolution de problèmes (finalité objet d'étude) ainsi qu'à développer des connaissances mathématiques (finalité approche pédagogique).

3. *Les modèles de résolution de problèmes développés théoriquement deviennent des méthodes lorsqu'utilisés dans la pratique.*

   Dans les classes, les modèles ne sont pas présentés aux élèves pour qu'ils se représentent le processus de résolution de problèmes, mais bien pour qu'ils parviennent à un résultat : trouver la réponse mathématique. De ce fait, la fonction attribuée aux modèles de résolution de problèmes à l'école fait en sorte qu'ils correspondent plutôt à des méthodes.

4. *Des enseignants imposent à leurs élèves de suivre une méthode générale pour résoudre les problèmes proposés en classe.*

   Des entrevues menées lors de la phase exploratoire ont mis en évidence que si les enseignants présentent une méthode à utiliser lors de l'activité de résolution de problèmes, leurs exigences par rapport à son utilisation par les élèves peuvent varier. Parmi les profils émergeants, il est possible de constater que certains enseignants choisissent une méthode de résolution de problèmes qui est non seulement présentée aux élèves, mais aussi imposée. Pour résoudre les problèmes rencontrés en classe, ces élèves doivent suivre séquentiellement une série d'étapes prédéterminées.

5. *L'utilisation de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » semble être une pratique populaire auprès des enseignants du primaire pour travailler la résolution de problèmes écrits de mathématiques.*

> Toujours selon les entrevues réalisées lors de la phase exploratoire, cette méthode semble celle privilégiée, alors que huit enseignants parmi les 10 interviewés ont affirmé l'utiliser. Cette méthode est aussi diffusée dans les classes par l'entremise des cahiers et des manuels de mathématiques.

À l'issue de ces cinq propositions, la conclusion suivante a été énoncée : si la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » (ou toute autre méthode) est présentée séquentiellement en plus d'être imposée aux élèves, et si son utilisation amène les élèves à négliger le rôle de l'implicite lors de la résolution des problèmes, alors cette méthode s'éloigne des recommandations de la recherche, à la fois au sujet de la mise en œuvre d'un processus de recherche authentique et de l'atteinte des finalités visées par cette activité.

Considérant l'hypothèse qu'une telle pratique soit à l'origine d'un écart entre la recherche et la pratique, et que cet écart puisse engendrer différentes conséquences chez les élèves, le projet doctoral s'est intéressé à la problématique du manque de connaissances relatif aux pratiques des enseignants du primaire, plus particulièrement en ce qui a trait aux méthodes de résolution de problèmes mathématiques présentées à leurs élèves. Nous avons identifié cinq composantes permettant de raffiner à quels égards se situe le manque de connaissances dans ce domaine en particulier. Ces composantes sont (1) la nature des pratiques enseignantes concernant l'utilisation d'une méthode en particulier (le quoi, le comment et le pourquoi), (2) la nature des démarches des élèves qui choisissent d'utiliser la méthode présentée dans leur classe, (3) l'effet d'une méthode imposée sur le niveau de compréhension des élèves, (4) les croyances liées à la résolution de problèmes des élèves dont l'enseignant présente une méthode pour résoudre des problèmes de mathématiques et (5) l'appréciation des élèves par rapport aux méthodes qui leur sont présentées/imposées.

Pour combler ce manque de connaissances, nous avons formulé trois objectifs distincts. Le premier objectif avait pour but de décrire les pratiques des enseignants du deuxième et du troisième cycle du primaire. Le second objectif visait à étudier la façon dont les élèves de quatrième année utilisent une méthode de résolution de problèmes en particulier, alors que le troisième objectif était orienté vers les conséquences possibles de l'utilisation de cette même méthode. Plus spécifiquement, le troisième objectif visait à étudier les conséquences au regard de la compréhension des élèves, de leurs croyances et de leur appréciation de l'activité de résolution de problèmes écrits en mathématiques.

Pour atteindre ces objectifs, nous avons mené un projet organisé selon trois phases subséquentes, pour lesquelles des choix méthodologiques distincts ont été faits. La première phase a permis de recueillir des données quantitatives et qualitatives concernant les pratiques relatives à l'enseignement de la résolution de problèmes écrits de mathématiques de 143 enseignants ayant complété un questionnaire en ligne. Pour la deuxième phase, un devis méthodologique basé sur l'étude de documents nous a permis de décrire la cohérence interne des démarches mises en œuvre par 45 élèves ayant résolu trois problèmes différents à l'aide de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche ». Finalement, la phase 3 a été réalisée auprès de 278 élèves issus de classes dans lesquelles la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » est utilisée lors de l'activité de résolution de problèmes mathématiques. Ces élèves ont tous été appelés à résoudre quatre problèmes écrits d'arithmétiques, puis à compléter un test de compréhension en lien avec les problèmes résolus. L'utilisation de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » a été imposée aléatoirement à la moitié des élèves afin de nous permettre de comparer le niveau de compréhension des élèves lorsque cette méthode leur est imposée ou non. Des données au sujet des croyances de ces élèves ont aussi été recueillies à l'aide d'un questionnaire, tandis que des entrevues individuelles réalisées auprès de 104 d'entre eux ont permis d'obtenir des données qualitatives concernant leur appréciation de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » utilisée dans leur classe.

5.2 CONTRIBUTION À L'AVANCEMENT DES CONNAISSANCES

Notre projet de recherche touchant différentes facettes d'une problématique fondée sur la façon dont l'activité de résolution de problèmes est vécue en classe, les données issues des différentes phases de l'étude permettent de dresser un portrait de la question du point de vue des enseignants mais aussi des élèves. Les sections ci-dessous proposent de « boucler la boucle » par rapport aux résultats obtenus en présentant les principales conclusions pouvant être dégagées des données analysées. Ces conclusions sont présentées sous la forme de cinq constats, qui renvoient en fait à ce qu'il faut retenir du projet de recherche.

5.2.1 Constat 1 : L'activité de résolution de problèmes mathématiques réduite à l'enseignement d'une méthode

Ce premier constat émane du fait que le tiers des enseignants ayant pris part au projet de recherche ont déclaré présenter une séquence de résolution de problèmes que leurs élèves doivent utiliser, et ce, en respectant deux exigences : (1) compléter chacune des étapes de la méthode et (2) procéder selon l'ordre prescrit. En d'autres mots, dans le tiers des classes, une méthode de résolution de problèmes est imposée aux élèves : ces derniers doivent utiliser la méthode choisie par leur enseignant pour résoudre les problèmes auxquels ils font face. Selon cette perspective, il est possible d'affirmer que dans ces classes, les enseignants abordent la résolution de problèmes par l'entremise d'une méthode au lieu de présenter une ou des méthodes de résolution de problèmes pouvant aider leurs élèves à résoudre les problèmes rencontrés. L'accent est donc mis sur l'apprentissage d'une méthode plutôt que sur l'apprentissage d'habiletés de résolution de problèmes.

Étant donné que l'expérience acquise par les élève à l'intérieur et à l'extérieur de la classe est considérée comme un facteur primordial par rapport à leur façon de s'engager dans la résolution d'un problème (Schoenfeld, 2007), une telle pratique de la part des enseignants peut être considérée comme étant problématique. En effet, les méthodes de résolution de problèmes devraient être présentées aux élèves en tant que ressources (générales) pouvant les aider à aborder les problèmes, dans le sens de les outiller à faire des choix éclairés en tant que solutionneur autonome (Ministère de l'éducation de l'Ontario, 2006; Pólya, 1945; Reys *et al*., 2012). D'ailleurs, le MELS (2006) explique que dans la pratique, le processus de résolution de problèmes devrait être défini comme étant souple (retours en arrière/va-et-vient), raisonné et contrôlé. Il ajoute que « le rôle de l'école est d'amener l'élève à bien comprendre [le processus de résolution de problèmes] et à en systématiser l'utilisation » (p. 18). En réduisant la résolution de problèmes à l'enseignement, l'apprentissage et l'application d'une méthode unique, il est raisonnable de penser qu'un tel but ne soit pas atteint. Effectivement, il serait surprenant que les élèves associent la résolution de problèmes à un processus de recherche itératif à propos duquel ils ont le contrôle. Les chances qu'ils considèrent la résolution de problèmes comme étant simplement une série d'étapes à suivre sont beaucoup plus grandes. C'est d'ailleurs ce qu'a montré les résultats du questionnaire d'opinion réalisé lors de la phase 3 : 84,6% des élèves ont déclaré être d'accord avec l'affirmation « Résoudre un problème écrit de mathématiques, c'est suivre des étapes dans un ordre bien précis ».

Par ailleurs, le fait d'imposer une méthode peut entraîner un comportement passif de la part des élèves lorsqu'ils sont appelés à résoudre des problèmes, notamment à l'égard des stratégies métacognitives mises en œuvre. De ce fait, les élèves deviennent davantage des exécuteurs que des solutionneurs, ce qui renvoie à notre deuxième constat.

5.2.2 Constat 2 : Des élèves formés à être des exécuteurs plutôt que des solutionneurs

Qu'est-ce que fait un bon solutionneur de problèmes que le mauvais solutionneur ne fait pas? Pour répondre à cette question, Mayer (1998) explique le rôle de trois composantes devant s'articuler entre elles afin de permettre une résolution réussie : (1) les connaissances cognitives, qui renvoient aux connaissances spécifiques du domaine de la mathématique (ex. : savoir comment calculer l'aire d'un triangle), (2) les connaissances métacognitives, qui impliquent l'habileté à savoir quand utiliser, comment organiser et comment contrôler les différents processus cognitifs intervenant lors de la résolution d'un problème (ex. : au-delà de savoir comment calculer l'aire d'un triangle, le solutionneur doit savoir **quand** le faire), et (3) les variables affectives, qui se rapportent aux sentiments, aux attitudes et aux intérêts du solutionneur par rapport au problème à résoudre. Ces trois composantes propres à un bon solutionneur, appelées par Mayer (1998) *skill*, *metaskill* et *will*, peuvent être influencées par l'enseignement offert aux élèves. Il faut comprendre que ces trois composantes sont nécessaires pour réussir des problèmes nouveaux, c'est-à-dire des problèmes non routiniers. Si un enseignant présente toujours le même type de problème, par exemple, des problèmes sans données superflues pour lesquels une réponse unique est possible, les élèves peuvent bien performer sans que les trois composantes décrites précédemment n'aient été sollicitées. Autrement dit, l'enseignement et l'apprentissage d'une méthode de résolution de problèmes peut s'avérer efficace pour résoudre des problèmes routiniers soigneusement choisis par l'enseignant pour « cadrer » dans la méthode privilégiée dans la classe. Par contre, aussitôt que l'élève est confronté à un problème différent, il risque d'être pris au dépourvu. C'est ce qu'explique Mayer (1998), lorsqu'il affirme que les élèves éprouvent souvent de la difficulté lors des activités de transfert, c'est-à-dire lorsqu'ils doivent appliquer ce qu'ils ont appris à une situation nouvelle. En parlant plus précisément de la résolution de problèmes en mathématiques, il ajoute que :

> Pour les problèmes routiniers, c'est-à-dire des problèmes comme ceux qu'ils ont déjà appris à résoudre, les élèves excellent. Pour les problèmes non routiniers, c'est-à-dire les problèmes qui ne ressemblent pas à ceux qu'ils ont résolus antérieurement, ils échouent (Traduction libre, Mayer, 1998, p. 49).

À notre avis, le fait d'enseigner une méthode unique aux élèves, en plus de leur imposer, peut être considéré comme l'une des causes de la difficulté des élèves à résoudre des problèmes nouveaux s'éloignant de ce qu'ils ont l'habitude de résoudre. Dans le même ordre d'idées, en demandant aux élèves de résoudre des problèmes en suivant une série d'étapes prédéterminées, ces derniers n'ont pas la chance de mettre en œuvre certaines stratégies métacognitives qu'ils devraient pourtant développées en vue de devenir de bons solutionneurs. À titre d'exemple, une réflexion courante pouvant être associée à une stratégie d'autorégulation serait de se demander « Ai-je ajusté ma méthode selon la tâche demandée? » (MELS, 2006). Or, cette question ne s'applique pas aux élèves qui n'ont pas la liberté de faire ce choix parce qu'une méthode leur a été imposée avant même de connaître le problème à résoudre. Ils ne peuvent pas non plus l'ajuster puisqu'il leur est exigé de compléter chacune des étapes systématiquement. Un deuxième exemple, concernant plus précisément la méthode « ce que je sais, ce que je cherche », peut être donné en lien avec la stratégie d'évaluation de sa compréhension. Lors de la résolution d'un problème, un élève pourrait se demander « Est-ce que les données de la situation sont toutes pertinentes? En manque-t-il? » (MELS, 2006). Considérant les résultats obtenus lors de la phase 2, selon lesquels les élèves incluent souvent dans la section « ce que je sais » des données non pertinentes et inversement, négligent d'inscrire certaines données pertinentes, cette stratégie ne semble pas fréquemment mise en œuvre par les élèves qui utilisent la méthode « ce que je sais, ce que je cherche ». En ce sens, il est raisonnable de penser que le fait d'imposer une méthode à utiliser systématiquement prive les élèves du contrôle qu'ils ont sur la façon d'aborder la résolution d'un problème, et par conséquent, peut limiter les stratégies métacognitives mobilisées par ces derniers. La mobilisation de telles stratégies peut faire la différence entre un bon et un moins bon solutionneur.

De plus, une série de recherches menées par Schoenfeld (1985, 1987a, 1987b) a permis de mettre en évidence différents éléments distinguant les bons solutionneurs, ou les solutionneurs performants, des moins performants. Outre le fait que les bons solutionneurs possèdent de meilleures habiletés métacognitives telles que le contrôle et la régulation de leurs efforts, ces derniers porteraient leur attention davantage sur la structure sémantique du problème (ex. : problèmes de changement, de combinaison ou de comparaison (Riley *et al.*, 1983)), comparativement aux solutionneurs moins performants, qui s'attarderaient davantage aux traits de surface du problème (ex. : les mots-clés inducteurs d'opération). En dégageant de nos analyses descriptives que la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » est majoritairement réalisée par des actions de copier-coller, c'est-à-dire en repérant des informations explicites dans le texte pour les retranscrire textuellement dans les sections « ce que je sais » et/ou « ce que je cherche », il y a lieu de penser que cette méthode encourage les élèves à se concentrer sur des éléments de surface qui ne permettent pas une analyse en profondeur du problème. Conséquemment, l'utilisation de cette méthode ne semble pas favoriser le développement d'habiletés authentiques de résolution de problèmes.

Finalement, sachant qu'un degré d'accord pouvant être qualifié de moyen à très élevé regroupe 81,3% des élèves à qui six fausses croyances à propos de la résolution de problèmes mathématiques ont été présentées, il est possible de conclure que les élèves n'ont pas une idée juste de ce qu'est résoudre un problème ou de comment résoudre un problème. Selon le MELS (2006), la résolution de problèmes en mathématiques devrait amener l'élève à réaliser une suite d'opérations de décodage, de modélisation, de vérification, d'explicitation et de validation. Pour ce faire, ce dernier doit s'engager dans un processus « dynamique impliquant anticipations, retours en arrière et jugement critique » (MELS, 2006, p. 126). Il s'agit là d'un comportement de solutionneur. En imposant une méthode spécifique aux élèves, et en exigeant que celle-ci soit utilisée d'une façon précise, le temps d'enseignement de la résolution de problèmes est consacré davantage à apprendre une série d'étapes plutôt qu'à développer des stratégies et des habiletés amenant les élèves à devenir de bons solutionneurs. Pour certains élèves, se rappeler comment utiliser la méthode qui leur est imposée, par exemple, savoir quoi mettre dans chacune des sections de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » peut constituer un problème. C'est le cas de 15% des élèves rencontrés en entrevue ayant déclaré qu'ils trouvent plus difficile de résoudre les problèmes lorsqu'ils sont obligés d'utiliser la méthode « ce que je sais, ce que je cherche ». Pour ces élèves, l'énergie qu'ils déploient n'est donc pas en lien avec leurs habiletés et leurs connaissances en tant que solutionneur : il s'agit plutôt de leur habileté à mémoriser et à exécuter une séquence apprise. Conséquemment, non seulement cette pratique ne permet pas aux élèves de développer leur habileté à devenir de bons solutionneurs, mais en plus, elle peut nuire à certains élèves pour qui la méthode en soi pose problème.

5.2.3 Constat 3 : Des finalités à atteindre, oui mais comment?

Au Québec, le programme de formation de l'école québécoise (2006) annonce explicitement la double finalité que devrait poursuivre l'activité de résolution de problèmes dans les classes du primaire. Par contre, les données recueillies auprès des enseignants du deuxième et du troisième cycle du primaire soulèvent l'hypothèse selon laquelle la majorité d'entre eux ne semblent pas au fait de cette double finalité. L'analyse qualitative des propos des enseignants a permis de dégager un autre constat : les finalités sont explicitées dans le programme québécois, alors que les moyens pour atteindre ces finalités ne le sont pas. Quelles informations sont fournies aux enseignants québécois (du primaire et du secondaire) pour aborder la résolution de problèmes avec les élèves? Cette question a été soulevée par Lajoie et Bednarz (2014) qui ont récemment mené une étude au sujet de l'évolution des rôles assignés à la résolution de problèmes par les programmes et des conseils donnés aux enseignants pour atteindre les finalités prescrites. Suite à une analyse des différents documents officiels québécois (MEQ, 2001; MELS, 2003, 2005), les auteures concluent notamment que :

> Les conseils aux enseignants au regard de la résolution de SP (situation-problème) sont souvent formulés de manière indirecte. Dans les programmes du primaire et du début du secondaire (MEQ, 2001; MELS, 2003), par exemple, ces conseils sont difficiles à repérer, puisqu'ils ne sont pas formulés explicitement. Qui plus est, ils ne sont pas regroupés dans une même section (Lajoie et Bednarz, 2014, p. 14).

Si ces auteures parlent plus spécifiquement du concept de situation-problème en mathématiques, il en va de même pour l'activité de résolution de problèmes au sens large. Les enseignants interviewés dans le cadre de notre phase exploratoire nous ont expliqué que les situations-problèmes ne font pas partie de leur enseignement quotidien de la résolution de problèmes, mais sont plutôt travaillées en fin d'étape pour préparer les élèves aux évaluations de la commission scolaire (ou du ministère pour le troisième cycle). Ainsi, quotidiennement, on s'attend à ce que les enseignants abordent la résolution de problèmes en tant qu'habileté (finalité objet d'étude), mais aussi en tant que contexte (finalité approche pédagogique) sans leur fournir de piste quant à la façon dont ces deux finalités peuvent s'articuler concrètement auprès des élèves. Quels types de problèmes peuvent favoriser l'atteinte de ces deux finalités? Faut-il travailler les deux finalités séparément? Comment peut se vivre une séance de résolution de problèmes pour introduire un nouveau concept mathématique? Quel est le rôle des élèves et celui de l'enseignant? Ces questions étant actuellement sans réponse pour les enseignants, des mesures devront être prises par les acteurs du milieu de l'éducation afin de mieux former les enseignants québécois au regard du double rôle de la résolution de problèmes en mathématiques, mais aussi concernant le rôle qui leur revient en tant qu'enseignant. Cette même problématique a été soulevée par Lester (1994) qui soutient que même si la résolution de problèmes est l'un des sujets ayant fait couler le plus d'encre, il était à l'époque l'un des moins bien compris dans le curriculum mathématique des États-Unis. Il ajoute que tous les éducateurs s'entendent généralement pour dire que le développement d'habiletés de résolution de problèmes chez les élèves est un objectif principal de l'enseignement des mathématiques, mais que le « comment » atteindre cet objectif est une question à part : Par où commencer? Quels problèmes choisir? Quelles situations faut-il proposer? Lester (1994) affirme que les enseignants doivent se contenter d'une banque bien intentionnée de problèmes à résoudre, d'une liste de stratégies à enseigner et de suggestions d'activités de classes, plutôt que d'avoir accès à un programme avec des directives claires quant à la façon de faire de la résolution de problèmes une partie intégrante du curriculum. Le problème décrit par Lester en 1994 nous apparaît encore à ce jour d'actualité, du moins, pour le programme du Québec.

5.2.4 Constat 4: Résoudre des problèmes à l'aide de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » : une double tâche pour les élèves sans bénéfice associé

Des résultats issus des trois phases de l'étude nous amènent à poser ce quatrième constat selon lequel les élèves qui résolvent des problèmes à l'aide de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » s'engagent dans deux tâches distinctes : (1) remplir les sections selon les exigences de l'enseignant et (2) trouver la solution mathématique au problème.

Premièrement, des enseignants rencontrés en entrevue ont déclaré être conscients que certains de leurs élèves débutent la résolution du problème en réalisant la section « ce que je fais », puis terminent en complétant les sections « ce que je sais » et « ce que je cherche ». Autrement dit, ces élèves trouvent d'abord la solution mathématique au problème, et ils notent ensuite la question et les informations importantes, qui renvoient aux exigences de l'enseignant. Pour ces élèves qui débutent par la tâche de résolution (« ce que je fais »), il est permis de conclure que les autres sections de la méthode représentent une tâche supplémentaire complétée superficiellement, au sens où cette deuxième tâche leur est complètement inutile (car le problème est déjà résolu).

D’ailleurs, 25% des élèves ont déclaré ne pas utiliser cette méthode lorsqu’elle ne leur est pas imposée parce qu’ils la jugent inutile. Il est aussi raisonnable de penser que ces élèves font partie de ceux qui ne complètent pas la section « ce que sais » correctement : le problème étant déjà résolu, ils doivent très peu se soucier du contenu de celle-ci. Ces propos sont appuyés par un enseignant qui, lors de l’entrevue, a souligné que :

- « Des fois [les élèves] écrivent n’importe quoi. Ils écrivent quelque chose uniquement pour remplir les sections. Pas tout le monde, c’est sûr que non. Il y en a qui le font correctement et qui se donnent la peine. Ce sont ceux qui pensent que ça les aide, mais les autres… »

Tel que souligné par l’enseignant cité ci-dessus, ce ne sont pas tous les élèves qui complètent les sections « ce que je sais » et « ce que je cherche » après avoir résolu le problème. Par contre, lorsque les élèves débutent en complétant les sections « ce que je sais » et « ce que je cherche », certains d’entre eux remplissent uniquement ces sections avant de passer au problème suivant, sans écrire quoi que ce soit dans la section « ce que je fais ». Cette observation, qui provient des productions d’élèves ayant reçu la version imposée lors de la tâche de résolution de problèmes (phase 3), nous amène à penser que la méthode peut servir à contrer le syndrome de la page blanche, mais sans plus. En effet, les élèves peuvent se sentir rassurer d’avoir « au moins écrit quelque chose », mais il faut être conscient que le travail débuté ne constitue pas quelconque habileté de résolution de problèmes. Il s’agit plutôt de l’habileté à repérer des données dans un texte et à appliquer une méthode apprise. D’ailleurs, nous savons maintenant que le niveau de compréhension des élèves (générale, littérale et inférentielle) n’est ni affecté, ni amélioré par l’utilisation de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche ». Le fait de compléter les sections « ce que je sais » et « ce que je cherche » ne semble donc pas aider les élèves à mieux comprendre le problème.

De plus, l’analyse des productions d’élèves lors de la phase 2 révèle que la section « ce que je sais » est complétée correctement par seulement un élève sur six (16,6%). Or, même si cette section est rarement bien complétée par les élèves, cela ne les empêche pas de réussir le problème. Un tel résultat nous apprend que les élèves retournent au texte lorsqu’ils sont rendus à la section « ce que je fais » plutôt que de retourner voir ce qu’ils ont noté dans les deux premières sections, qui devraient en théorie, comprendre tout ce dont ils ont besoin pour résoudre le problème. En ce sens, les élèves ne semblent pas faire de lien entre les sections « ce que je sais, ce que je cherche » et la section « ce que je fais ».

En somme, les élèves s’engagent dans deux tâches distinctes, certains débutant par la résolution du problème (section « ce que je fais »), d’autres par les sections « ce que je sais » et « ce que je cherche ». Dans les deux cas, cette double tâche ne conduit pas à de meilleurs résultats par rapport à la compréhension du problème. Au contraire, cette double tâche est perçue négativement par la grande majorité des élèves, ce qui renvoie à notre cinquième constat.

5.2.5 Constat 5 : Une méthode populaire chez les enseignants mais impopulaire chez les élèves : pourquoi?

La méthode « ce que je sais, ce que je cherche » est la principale méthode de résolution de problèmes mathématiques présentée aux deuxième et troisième cycles du primaire de la région Chaudière-Appalaches, avec 90,8% des enseignants ayant déclaré l’utiliser dans leur classe. Rappelons que ces 118 enseignants sont répartis dans quatre commissions scolaires différentes. Du côté des élèves, les résultats obtenus ont permis de faire ressortir l’impopularité de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche ». Ayant travaillé uniquement auprès d’élèves dont les enseignants privilégient cette méthode lors de l’activité de résolution de problèmes, il aurait été considéré normal qu’un nombre assez élevé d’élèves utilisent spontanément cette méthode lorsqu’on leur a demandé de résoudre des problèmes. Au contraire, parmi les 141 à qui la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » n'a pas été imposée pour résoudre les problèmes proposés, seulement 14 d'entre eux ont choisi d'utiliser la méthode, ce qui représente 9,9% de l'échantillon. Plus précisément, quatre élèves parmi ces 14 ont utilisé la méthode pour résoudre les quatre problèmes du test (tâche A), correspondant à moins de 3% de l'échantillon. Conséquemment, il est permis de conclure que lorsqu'ils ont le choix, la grande majorité des élèves décident de ne pas utiliser la méthode « ce que je sais, ce que je cherche », même s'il s'agit de la méthode privilégiée dans leur classe. Les entrevues menées auprès des 14 élèves ayant choisi d'utiliser la méthode ont révélé que la moitié d'entre eux ont fait ce choix pour éviter de relire le texte alors que l'autre moitié (environ) l'ont utilisée parce qu'ils considèrent que la méthode les aide à s'organiser. Pour les 90 autres élèves rencontrés en entrevue, la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » est majoritairement décrite comme étant un moyen d'alourdir la tâche de résolution de problèmes, entraînant un effet négatif sur leur appréciation de cette activité, mais aussi sur la perception de leur performance. En effet, si la méthode semble principalement nuire à l'efficience des élèves (c'est plus long, c'est inutile), certains soulèvent plutôt un sentiment de nuisance à leur efficacité (c'est plus difficile).

Il faut aussi souligner que malgré la popularité apparente de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » auprès des enseignants, la question portant sur les raisons d'utilisation a permis d'apporter un regard différent sur le sujet. En effet, les données montrent que le tiers des enseignants n'utilisent pas cette méthode par choix, mais plutôt par obligation. De ce fait, les critiques associées à cette méthode, mais surtout à l'utilisation qui en est faite, soulèvent une problématique qui s'inscrit bien au-delà des enseignants. Pourquoi cette méthode se retrouve-t-elle dans les manuels et les cahiers d'exercices de mathématiques? Sur quelles bases théoriques ou empiriques ce choix a-t-il été fait? Comment cette méthode est-elle présentée aux enseignants par les conseillers pédagogiques? Est-elle originalement présentée comme une séquence à suivre? Qu'est-ce qui amène une commission scolaire à imposer cette méthode à ses enseignants? Ces exemples de questions, à ce jour sans réponse, font ressortir une nouvelle problématique étant directement liée à la méthode « ce que je sais, ce que je cherche ».

En somme, les résultats obtenus dans le cadre de notre étude apportent non seulement des connaissances nouvelles dans les écrits scientifiques au regard de l'utilisation d'une méthode de résolution de problèmes mathématiques en particulier, dont la popularité apparente a été confirmée, mais aussi au sujet de l'enseignement de la résolution de problèmes dans les classes du primaire plus globalement. La discussion présentée dans la section suivante permet de préciser plus en détails l'apport de notre étude relativement à la façon dont les enseignants abordent la résolution de problèmes auprès de leurs élèves.

5.3 DISCUSSION RELATIVE À LA QUESTION GÉNÉRALE

Suite aux conclusions issues des trois phases de l'étude, il est maintenant possible de répondre à la question générale visant à savoir si l'activité de résolution de problèmes mathématiques, lorsque présentée par l'entremise de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche », permet l'atteinte des finalités lui étant associées. Bien que les données recueillies pour répondre à cette question sont en lien avec une méthode en particulier, il est important de souligner que la discussion ne se limite pas uniquement à celle-ci. Nous tenterons de faire ressortir les éléments clés sur lesquels s'appuie notre discours afin que nos conclusions puissent être transférées à d'autres méthodes. La méthode « ce que je sais, ce que je cherche » étant celle privilégiée dans plusieurs classes, il s'agissait d'un exemple concret à partir duquel nous pouvions étudier la question de l'enseignement de la résolution de problèmes par l'entremise de méthodes de résolution de problèmes.

Rappelons d'abord que dans le chapitre 4, nous avons répondu à la question spécifique « Quelle est la perspective des enseignants sur les finalités de la résolution de problèmes écrits de mathématiques? ». La conclusion tirée des données qualitatives et quantitatives obtenues veut que les enseignants du deuxième et du troisième cycle du primaire, dont 90% utilisent la méthode « ce que je sais, ce que je cherche », aient possiblement une perspective limitée des finalités associées à la résolution de problèmes mathématiques, au sens où ils ne semblent pas conscients de la double finalité reconnue à cette activité en contexte scolaire. Selon cette perspective, un élément essentiel à considérer afin de répondre à notre question générale est à notre avis en lien avec les connaissances des enseignants. En effet, Schoenfeld (2005) soulignent qu'un important nombre de recherches (Carpenter, Fennema et Franke, 1996; Carpenter, Fennema, Franke, Empson et Levi, 1999; Carpenter, Franke, Jacobs, Fennema et Empson, 1998; Carpenter et Lehrer, 1999; Franke, Carpenter, Levi et Fennema, 2001) ont montré que les enseignants font davantage preuve de flexibilité dans leur façon d'enseigner lorsqu'ils comprennent le raisonnement de leurs élèves, c'est-à-dire lorsqu'ils comprennent ce que leurs élèves comprennent. Ainsi, les connaissances des enseignants qui nous intéressent ici ne se limitent pas à leurs connaissances du contenu mathématique en soi, mais plutôt à leurs connaissances sur la façon d'enseigner un contenu en particulier. La liste de questions présentées ci-dessous représentent à notre avis des éléments fondamentaux qui devraient être connus des enseignants. Autrement dit, il s'agit de connaissances que devraient posséder les enseignants par rapport à la façon d'aborder la résolution de problèmes :

- **Choix des problèmes** : Quels types de problèmes faut-il présenter aux élèves? / Qu'est-ce qu'un bon problème?
- **Choix des stratégies** : Quelles sont les stratégies efficaces de résolution de problèmes à maîtriser par les élèves / à enseigner aux élèves?
- **Choix des méthodes** : Quel est le rôle des méthodes de résolution de problèmes lors de cette activité? / Qu'est-ce qu'une bonne méthode de résolution de problèmes?

- **Finalités visées** : Quelles sont les finalités visées par cette activité? / Comment aborder la résolution de problèmes pour se rapprocher de l'atteinte de ces finalités?

Sachant que les connaissances relatives à la façon d'enseigner un contenu en particulier constituent une forme de connaissances reconnue en tant qu'élément indispensable pour offrir un enseignement signifiant (Schoenfeld, 2005), être familier avec les questions ci-dessus est par conséquent indispensable pour offrir un enseignement signifiant de la résolution de problèmes mathématiques. À titre d'exemple, comment est-il possible d'aborder la résolution de problèmes mathématiques d'une façon signifiante si les objectifs, les finalités à atteindre, sont inconnus ou méconnus? C'est comme essayer d'atteindre une cible sans la voir ou en ne visant pas la bonne. C'est pratiquement impossible.

À l'issue de notre recherche, nous savons maintenant que deux des quatre thèmes énoncés ci-dessus ne sont pas maitrisés par les enseignants du deuxième et du troisième cycle du primaire, à savoir le choix des méthodes à présenter aux élèves et les finalités visées par l'activité de résolution de problèmes. D'une part, les résultats obtenus lors de la phase 1 ont montré que le tiers des enseignants imposent à leurs élèves une méthode de résolution de problèmes à utiliser séquentiellement, ce qui témoigne d'une incompréhension du rôle que devraient jouer les méthodes de résolution de problèmes lors de cette activité. D'autre part, les pratiques déclarées des enseignants soulèvent l'hypothèse de l'ignorance (des enseignants) par rapport à la double finalité reconnue à la résolution de problèmes mathématiques. Les deux autres thèmes soulevés, à savoir le choix des stratégies à développer et le choix des problèmes à présenter aux élèves, ont quant à eux été étudiés par plusieurs chercheurs. Parmi les conclusions rapportées, nous notons notamment que:

- Les élèves ont tendance à développer des stratégies superficielles et à laisser de côté leurs connaissances de la vie réelle lors de la résolution de problèmes proposés en classe (Verschaffel *et al.*, 2000);

- La nature stéréotypée des problèmes traditionnellement proposées dans les classes du primaire (Fayol *et al*., 2005), ainsi que la culture éducative dans laquelle s'inscrit l'activité de résolution de problèmes seraient une des principales causes des démarches superficielles mises en œuvre par les élèves (Schoenfeld, 1991; Verschaffel et De Corte, 2008; Verschaffel *et al*., 2000);

- Il serait possible d'amener les élèves à développer leurs compétences en résolution de problèmes par l'enseignement de stratégies métacognitives et d'heuristiques spécifiques, dispensé dans un environnement éducatif qui propose des problèmes variés, riches et authentiques (Verschaffel, De Corte, Lasure, Van Vaerenbergh, Bogaerts et Ratinckx, 1999).

Un exemple de stratégie superficielle serait de sélectionner l'ensemble des nombres présentés dans l'énoncé et de réaliser immédiatement une opération mathématique, soit celle ayant été enseignée la plus récemment ou celle avec laquelle l'élève se sent le plus compétent. En d'autres mots, il s'agit de « sauter aux calculs » avant même d'avoir essayé de se représenter la situation. Une autre stratégie populaire, non seulement chez les élèves, mais aussi chez les enseignants, est le repérage de mots-clés (Bruun, 2013; Fagnant et Burton, 2009; Schoenfeld, 1991; Seifi *et al*., 2012). Encore une fois, le choix d'une opération mathématique est basé sur la sélection d'un mot-clé isolé plutôt que sur une analyse en profondeur de la situation dans laquelle s'inscrit le problème (Verschaffel et De Corte, 1997).

En somme, la recherche semble mettre en évidence que les connaissances des enseignants au regard de la façon d'aborder la résolution de problèmes auprès des élèves doivent être développées davantage. Si l'on se rapporte plus précisément aux résultats issus de notre étude, les connaissances limitées des enseignants par rapport aux finalités de la résolution de problèmes mathématiques et au rôle des méthodes de résolution de problèmes peuvent expliquer le manque de flexibilité de certains enseignants lorsque vient le temps de travailler la résolution de problèmes avec leurs élèves. En effet, une inflexibilité aussi forte que celle décrite par le profil A[29], auquel s'identifie le tiers des enseignants, témoigne à notre avis d'un manque de connaissances quant à la façon d'aborder la résolution de problèmes. De plus, le fait que certains enseignants déclarent être en désaccord avec l'utilisation de la résolution de problèmes pour introduire de nouveaux concepts mathématiques témoigne selon nous d'un deuxième manque de connaissances, conduisant aussi à une pratique plutôt inflexible.

Ce manque de connaissances observé chez les enseignants nous amène à conclure que l'activité de résolution de problèmes, lorsque présentée par l'entremise de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » étant présentée **séquentiellement** et **imposée** aux élèves, ne permet pas l'atteinte des finalités associées à l'activité de résolution de problèmes. Ce type de pratique cadre davantage à ce qui est décrit par Schroeder et Lester (1989) comme étant de l'enseignement de la résolution de problèmes pour la résolution de problèmes. Selon ces auteurs, une telle pratique consiste à enseigner un contenu mathématique qui est ensuite réinvesti/pratiqué dans la résolution d'un problème. Cette façon d'aborder la résolution de problèmes a été décrite par plusieurs enseignants ayant répondu à notre questionnaire en ligne. Toujours selon Schroeder et Lester (1989), cette pratique ne consiste pas à enseigner des stratégies heuristiques[30] pour résoudre des problèmes en particulier, ni à enseigner un contenu mathématique à partir de problèmes non-routiniers. En d'autres mots, cette pratique n'est pas orientée vers l'atteinte de la finalité objet d'étude, ni vers celle de la finalité approche pédagogique. Cette pratique est plutôt orientée vers la mise en œuvre d'une stratégie de résolution étant axée sur le choix et l'application d'un algorithme permettant d'atteindre la solution mathématique attendue. Cette pratique n'étant pas mauvaise en

[29] Profil A : L'enseignant présente une séquence à suivre, et il exige que toutes les étapes de la séquence soient appliquées systématiquement, et ce, dans le même ordre qu'elles ont été présentées.
[30] Stratégies qui servent à la découverte (Centre national de ressources textuelles et lexicales (CNRTL), 2012).

soi, elle n'est pas non plus suffisante pour former les élèves à faire face (efficacement) aux problèmes qu'ils rencontreront dans leur vie. Des pratiques plus variées, touchant les deux finalités décrites dans les programmes de formation de mathématiques sont aussi requises.

5.3.1 Comment se rapprocher des finalités visées par l'activité de résolution de problèmes en utilisant la méthode « ce que je sais, ce que je cherche »?

Il faut avant tout bien comprendre le rôle des méthodes de résolution de problèmes, c'est-à-dire l'objectif poursuivi par leur introduction dans les classes. Pourquoi présentent-ont des méthodes de résolution de problèmes aux élèves? Une réponse simple serait la suivante : pour aider les élèves à réfléchir aux problèmes, à penser (Pólya, 1945). Les méthodes devraient donc être présentées comme des outils, des guides de référence, à partir desquels les élèves peuvent se poser des bonnes questions afin d'aborder les problèmes rencontrés (Ministère de l'éducation de l'Ontario, 2006; Reys *et al*., 2012). Souvent, ce n'est pas la méthode qui pose problème, mais plutôt la façon dont elle est utilisée. En ce sens, il faut s'assurer que la méthode est introduite dans les classe de façon à favoriser la réflexion des élèves et à éviter qu'au contraire, elle limite leur créativité. À ce propos, Pólya (1954) soutient que la résolution de problèmes, peu importe la discipline, est un processus de recherche impliquant de l'estimation, de la perspicacité et de la découverte. Il explique que face à une nouvelle situation, le premier essai entrepris pour résoudre le problème rencontré est souvent loin de la solution. Par contre, selon le degré de succès obtenu, il est ensuite possible de s'ajuster. Éventuellement, après plusieurs essais et plusieurs modifications, accompagnés d'observations et de liens entre les essais et les résultats obtenus, il est possible d'arriver à un résultat plus satisfaisant (Pólya, 1954, cité dans Schoenfeld, 1992). En contexte scolaire, cette liberté de réflexion tend à être perdue. L'expérience scolaire vient souvent « étouffer » cet esprit d'essais et erreurs en essayant d'encadrer les élèves dans une méthode à suivre.

Selon cette perspective, différents écueils sont à éviter lors de l'utilisation de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » (ou de toute autre méthode):

1- Ne pas imposer la méthode (ni chacune des étapes);
2- Ne pas présenter la méthode séquentiellement;
3- Ne pas réaliser superficiellement les étapes/sections par des actions de copier-coller.
4- Ne pas limiter l'activité de résolution de problèmes à l'apprentissage de cette méthode.

Au contraire, si la méthode est utilisée, celle-ci devrait :

1- Être présentée en tant que stratégie générale de résolution de problèmes pouvant être mobilisée (ou non) selon les besoins de l'élève et selon les problèmes à résoudre (Ministère de l'éducation de l'Ontatio, 2006; Verschaffel *et al.*, 1999);

2- Être présentée en parallèle avec des stratégies spécifiques (heuristiques) à mobiliser pour chacune des différentes étapes (Ex. : faire un dessin, réduire les nombres, décomposer le problème en sous-sections, faire des essais-erreurs, etc.) (Verschaffel *et al*., 1999);

3- Être présentée de façon à mettre en évidence les allers-retours entre les différentes étapes (Fagnant *et al.*, 2003; Greer, 1997; Pólya, 1945; Verschaffel *et al*., 2000);

4- Être utilisée de façon flexible : certaines étapes pouvant être vécues simultanément, d'autres pouvant ne pas être utiles pour un problème donné (Reys *et al*., 2012);

Le modèle compétent de résolution de problèmes mathématiques développé par Verschaffel et son équipe (1999) constitue un exemple concret (ayant fait ses preuves) permettant de former les élèves à devenir des solutionneurs plus engagés, plus motivés et plus stratégiques.

Tableau 51. Modèle compétent de résolution de problèmes développé par Verschaffel et al. (1999)

Niveau 1 : Construire une représentation mentale du problème	
Heuristiques	- Faire un dessin; - Faire une liste, un schéma ou un tableau; - Distinguer les informations pertinentes des informations impertinentes; - Utiliser ses connaissances de la vie réelle.
Niveau 2 : Décider comment résoudre le problème	
Heuristiques	- Faire un organigramme; - Faire des essais-erreurs; - Rechercher une constante; - Simplifier les nombres.
Niveau 3 : Exécuter les calculs nécessaires	
Niveau 4 : Interpréter le résultat et formuler une réponse	
Niveau 5 : Évaluer la solution obtenue	

Tel que présenté dans le tableau ci-dessus, le modèle développé par Verschaffel *et al.* (1999) comporte cinq niveaux, auxquels sont associées huit stratégies spécifiques (heuristiques). Le modèle sert en fait de stratégie générale de résolution de problèmes pouvant être travaillée auprès des élèves. Si l'on compare cette stratégie générale de résolution de problèmes à la méthode « ce que je sais, ce que je cherche », il est possible d'établir des liens étroits. En effet, la section « ce que je sais » peut être comparée au niveau 1 de la stratégie de Verschaffel *et al*. (1999) « Construire une représentation mentale du problème », alors que la section « ce que je cherche » peut être comparée au niveau 2 « Décider comment résoudre le problème ». En fait, ces deux premiers niveaux proposés par Verschaffel et ses collègues (1999) sont à notre avis des versions améliorées des sections « ce que je sais » et « ce que je cherche ». Alors qu'actuellement, les élèves recopient les informations repérées dans le texte, ceux-ci devraient être formés à se créer une représentation mentale de la situation dans laquelle s'inscrit le problème. Sachant aussi que les élèves sélectionnent généralement des données inutiles et oublient des données utiles, la stratégie spécifique « distinguer les informations pertinentes des informations impertinentes » intégrée dans le modèle compétent de Verschaffel *et al.* (1999) mériterait d'être présentée aux élèves.

En somme, la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » pourrait permettre aux élèves de devenir de bons solutionneurs si celle-ci était utilisée différemment. Les sections « ce que je sais » et « ce que je cherche » sont celles nécessitant des changements majeurs. La stratégie métacognitive générale proposée par Verschaffel *et al.* (1999) est un exemple pouvant servir à adapter la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » de façon à se rapprocher de l'atteinte des finalités associées à la résolution de problèmes. À ce propos, nous sommes d'avis que la stratégie d'inférence devrait faire partie des heuristiques à enseigner aux élèves afin de les aider à se construire une représentation adéquate du problème. En effet, les résultats issus de la phase 2 mettent en évidence que les élèves traitent le problème en se rapportant principalement aux données explicites présentées dans l'énoncé écrit, en négligeant souvent les données implicites à inférer. Autrement dit, les élèves ne semblent pas se créer un modèle de situation adéquat, tel que défini dans le chapitre 2. Par ailleurs, une analyse plus détaillée du test de compréhension réalisée par les 278 élèves lors de la troisième phase de l’étude révèle que les questions d’inférences nécessaires sont celles ayant causé le plus de difficulté aux élèves. Les cinq questions d’inférences nécessaires incluses dans le test ont été manquées respectivement par 21%, 27%, 27%, 54% et 30% des élèves. Ces données vont dans le même sens que les propos de plusieurs auteurs affirmant que le processus inférentiel en contexte de résolution de problèmes écrit de mathématiques peut être à la source de plusieurs difficultés rencontrées par les élèves (Houdement, 2003; Laflamme, 2009; Makdissi, 2004, cité dans Morin, 2011; Ministère de la jeunesse, de l’éducation nationale et de la recherche, 2003). Conséquemment, le besoin apparait de former les élèves d’une part à reconnaître le besoin de générer des inférences en situation de résolution de problèmes et d’autre part, à produire correctement ces inférences.

5.4 PROLONGEMENT DE LA RECHERCHE

À la lumière des nouvelles connaissances issues du présent projet de thèse, que faut-il envisager pour les recherches futures? Comment les conclusions de cette thèse peuvent-elles servir de tremplin pour d’autres études? L’analyse et l’interprétation des résultats issus des trois phases de notre étude ont soulevé de nouvelles questions qui seront discutées brièvement dans les sections ci-dessous.

En premier lieu, considérant les résultats obtenus au regard des pratiques déclarées des enseignants, il serait intéressant d’établir un lien entre les exigences des enseignants par rapport à l’utilisation de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » et le niveau de compréhension atteint par les élèves lorsqu’ils résolvent des problèmes. Cette question nous apparaît digne d’intérêt puisque nous savons maintenant qu’environ le tiers des enseignants du deuxième et du troisième cycle du primaire présentent une séquence de résolution de problèmes à suivre et exigent ensuite que toutes les étapes de la séquence soient appliquées systématiquement dans le même ordre qu’elles ont été présentées. Tel que discuté précédemment, cette pratique s’éloigne des recommandations de la recherche, et conséquemment, peut avoir des conséquences négatives chez les élèves. Cependant, comme les enseignants de la phase 1 ne sont pas les mêmes que ceux de la phase 3, il nous a été impossible d'analyser le niveau de compréhension, les croyances ou l'appréciation de l'activité de résolution de problèmes des élèves de ces enseignants qui valorisent une telle pratique. Par ailleurs, au-delà des variables étudiées dans le cadre de la présente étude, le rendement des élèves pourrait être ajouté à la liste. Ce choix est justifié par les données recueillies suite aux entrevues réalisées avec les élèves : 15,5%[31] d'entre eux ont affirmé qu'ils trouvaient plus difficile de résoudre les problèmes lorsqu'ils doivent utiliser la méthode « ce que je sais, ce que je cherche ». En étudiant la variable rendement, il serait possible de voir si l'imposition de la méthode a un effet sur la réussite des élèves. En somme, une nouvelle question pourrait être de savoir quel est le lien entre les pratiques des enseignants relatives à la présentation et à l'utilisation d'une méthode de résolution de problèmes mathématiques et (1) la compréhension des élèves (inférentielle et littérale), (2) les croyances des élèves associées à l'activité de résolution de problèmes mathématiques, (3) l'appréciation des élèves par rapport à cette activité et (4) le rendement des élèves (leur réussite ou non du problème). En mettant en place un devis méthodologique permettant de répondre à cette question, nous serions en mesure de comparer ces quatre variables en fonction des pratiques des enseignants, notamment entre une méthode imposée et aucune méthode enseignée (feuille blanche).

De plus, la question des finalités mérite à notre avis d'être étudiée plus en profondeur. Les conclusions de la phase 1 suggèrent que les enseignants ne semblent pas familiers avec la double finalité associée à l'activité de résolution de problèmes, ni avec la façon d'atteindre ces finalités concrètement. Or, tel que mentionné précédemment, ces conclusions sont basées sur des données qualitatives limitées et sur des données issues de questionnaires auto-administrés, ce qui limite notre niveau de compréhension des propos déclarés par les enseignants. Des entrevues semi-dirigées auprès d'enseignants

[31] 14 élèves sur 90.

permettraient de mieux comprendre leur perspective de la résolution de problèmes mathématiques : Quel est le but de cette activité selon eux, et comment font-ils pour atteindre le ou les buts visés? À ce propos, un groupe de recherche appelé *The Teacher Model Group* (TMG) a élaboré une théorie de l'enseignement produisant des modèles analytiques des comportements des enseignants lors de l'activité de résolution de problèmes. Ces modèles cherchent à saisir comment et pourquoi, dans des moments particuliers, les enseignants prennent une décision *x* ou *y*. Fondamentalement, l'idée de base est que la prise de décision d'un enseignant est réalisée en fonction de ses connaissances, de ses objectifs et de ses croyances. Concernant les objectifs visés par l'enseignant, ceux-ci peuvent être des objectifs à court, à moyen ou à long termes. Un exemple d'objectif à court terme serait d'enseigner un contenu particulier pour une leçon donnée, alors qu'un objectif à moyen terme pourrait davantage être lié au développement d'un climat de découverte dans lequel les élèves sont ouverts à prendre des risques pour résoudre les problèmes proposés. À long terme, un objectif pourrait être d'amener les élèves à considérer les mathématiques en tant que discipline contribuant à leur développement personnel et intellectuel. Les objectifs visés par les enseignants dépendent de leurs croyances. Par exemple, si un enseignant croit que la maitrise des contenus mathématiques nécessaires à la résolution des problèmes est une priorité, il risque de proposer des exercices visant à pratiquer les contenus enseignés plutôt que des problèmes servant à la découverte de nouveaux contenus mathématiques. En fonction des réponses issues des questionnaires en ligne, il est possible de penser que les enseignants sont davantage orientés vers des buts à courts termes, dont notamment celui d'apprendre une méthode en vue de réussir les examens de la commission scolaire. La résolution de problèmes étant une activité difficile pour les élèves, l'atteinte d'un objectif à court terme peut être un défi en soi, ce qui peut limiter l'atteinte ou même la formulation d'objectifs à moyen et à long termes. Selon cette perspective, il serait intéressant de questionner les enseignants non seulement au regard de leurs objectifs par rapport à l'enseignement de la résolution de problèmes, mais aussi par rapport à leurs croyances : Qu'est-ce qui est le plus important pour eux (ex. : Que leurs élèves réussissent les évaluations du ministère et de la commission scolaire? Que leurs élèves maitrisent un ensemble de stratégies de résolution de problèmes? Que leurs élèves soient des solutionneurs autonomes et créatifs?) et comment cela se reflète-t-il dans leur enseignement?

Troisièmement, les entrevues réalisées auprès des enseignants soulèvent aussi une question relative à l'évaluation des démarches des élèves lorsque la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » est utilisée. Des enseignants ont affirmé que les élèves pouvaient être pénalisés lorsqu'une donnée importante était manquante dans la section « ce que je sais », alors que d'autres soulignent que si cette donnée est manquante dans la section « ce que je sais » mais présente dans la section « ce que je fais », l'élève n'est alors pas pénalisé. Par ailleurs, l'ensemble des enseignants interviewés ont déclaré ne pas exiger que la donnée implicite soit inscrite explicitement dans la section « ce que je sais ». Ces données n'étant pas généralisables, il serait pertinent de connaître les critères de correction des enseignants qui utilisent cette méthode dans leur classe. Les élèves qui doivent résoudre les problèmes proposés en complétant les quatre sections de la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » sont-ils désavantagés par rapport aux élèves à qui aucune méthode n'est imposée (feuille blanche)? Le score qui leur est attribué est-il réellement représentatif de leur habileté à résoudre des problèmes ou s'il correspond plutôt à leur habileté à résoudre des problèmes à l'aide de la méthode enseignée en classe? Les enseignants corrigent-ils selon les mêmes critères? Ces questions pourraient être répondues en demandant à différents enseignants, certains privilégiant la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » dans leur classe et d'autres n'enseignant pas de méthode, de corriger et de noter des problèmes (tous les mêmes) selon qu'ils aient été résolus ou non à l'aide de la méthode. L'idée serait de fournir au moins une production d'élève dont la section « ce que je fais » est identique à la démarche libre mis en œuvre par un élève n'ayant pas utilisé la méthode « ce que je sais, ce que je cherche », mais pour laquelle les sections « ce que je cherche » et « ce que je sais » ne sont pas complétées correctement. De cette façon, il serait possible de comparer d’une part les scores donnés par les enseignants et d’autre part, de vérifier si les élèves dont la résolution est la même, mais réalisée avec ou sans la méthode, obtiennent le même score.

Finalement, une quatrième question sur laquelle il faut maintenant se pencher est celle de l’intervention. Comment les méthodes de résolution de problèmes peuvent-elles être introduites dans les classes de manière à favoriser le développement d’habiletés de résolution de problèmes chez les élèves et ultimement, à améliorer leur compréhension et leur rendement? La section 5.3.1 précédente propose des pistes d’éléments à considérer et à éviter par rapport à l’introduction des méthodes de résolution de problèmes dans les classes. Nous soulignons dans cette section qu’il faille accorder une attention particulière à la stratégie d’inférence. L’importance de cette stratégie en résolution de problèmes repose notamment sur des études ayant mis en évidence le lien entre l’habileté à générer des inférences et le rendement en résolution de problèmes (Goulet, 2013; Imam, Mastura et Jamil, 2013; Voyer, Beaudoin et Goulet, 2012). Récemment, Auclair (2017) a réalisé un projet de maîtrise visant à vérifier l’effet d’une intervention axée sur l’habileté à générer des inférences sur le rendement en résolution de problèmes écrits de mathématiques d’élèves de quatrième année du primaire. L’intervention comportait 12 ateliers visant à enseigner quatre stratégies liées à la production d’inférence, à savoir :

> (1) (l’importance de) faire des inférences; (2) sélectionner les inférences les plus importantes; (3) ne pas sauter trop vite aux conclusions (c’est-à-dire accumuler suffisamment d’indices avant d’affirmer une hypothèse, pour justifier l’inférence); (4) se poser les bonnes questions (pour faire les bonnes inférences) (Auclair, 2017, p. 32).

Les résultats suggèrent que la stratégie d’inférence peut être enseignée et peut avoir des effets positifs sur l’habileté des élèves à résoudre des problèmes écrits de mathématiques. Rappelons aussi que les résultats issus du présent projet soulignent la tendance des élèves qui utilisent la méthode « ce que je sais, ce que je cherche » à se concentrer davantage sur le repérage d'informations explicites plutôt que sur la production d'inférences pour dégager les informations implicites.

La question qui se pose maintenant est de savoir comment intégrer les éléments-clés de l'intervention menée par Auclair (2017) à l'enseignement d'une méthode générale de résolution de problèmes écrits de mathématiques? En ce sens, la conception et l'évaluation d'une intervention combinant les stratégies liées à la production d'inférences (tel que décrit dans l'étude d'Auclair (2017)) et les recommandations de la recherche (tel que décrit dans la section 5.3.1) est un projet de grande envergure dont les études futures réalisées dans le domaine de l'enseignement de la résolution de problèmes écrits de mathématiques devraient considérer.

En guise de conclusion finale, notre étude a permis de documenter, à l'aide de données valides et scientifiques, la façon dont l'activité de résolution de problèmes est vécue en classe, notamment par l'entremise d'une méthode populaire, dans le but ultime de rapprocher la recherche à la pratique. Le projet doctoral défend la thèse selon laquelle la façon dont l'activité de résolution de problèmes mathématiques est abordée en classe, par l'entremise de méthodes imposées valorisant une démarche séquentielle axée sur le repérage d'informations explicites, crée un écart entre la recherche et la pratique occasionnant des conséquences chez les élèves et plus fondamentalement, sur l'atteinte des finalités visées par cette activité. La thèse défendue peut aussi être formulée selon une perspective positive, à savoir : afin de rapprocher la recherche à la pratique, l'activité de résolution de problèmes mathématiques doit d'une part accorder aux élèves une liberté de réflexion se manifestant par un choix libéré de démarche à mettre en œuvre, et d'autre part, former les élèves à se créer une représentation mentale du problème riche des données implicites pouvant être activées par la production d'inférences.

RÉFÉRENCES

Auclair, A. (2017). *L'effet d'une intervention axée sur l'enseignement des inférences sur l'écart entre les élèves faibles et leurs pairs en résolution de problèmes écrits de mathématiques* (Mémoire de maîtrise inédit). Université du Québec à Rimouski.

Bair, J., Haesbroeck, G. et Haesbroeck, J.-J. (2000). *Formation mathématiques par la résolution de problèmes*. Bruxelles, Belgique : De Boeck

Ball, D. L. et Rowan, B. (2004). Introduction: measuring instruction. *The Elementary School Journal*, *105*(1), 3-10.

Baker, L. et Stein, N. (1981). The development of prose comprehension skills. Dans C. M. Santa et B. L. Hayes (dir.), *Children's prose comprehension: Research and practice* (p. 7-43). Newark: International Reading Association.

Bardin, L. (1977). *L'analyse de contenu*. France : PUF.

Barnes, M. A., Dennis, M. et Haefele-Kalvaitis, J. (1996). The effects of knowledge availability and knowledge accessibility on coherence and elaborative inferencing in children from six to fifteen years of age. *Journal of Experimental Child Psychology*, *61*(3), 216-241.

Bednarz, N., Poirier, L. et Bacon, L. (1992). Apprendre à penser en contexte de résolution de problèmes, *Vie pédagogique*, *79*(1), mai-juin.

Best, R. M., Floyd, R. G. et McNamara, D. S. (2008). Differential competencies contributing to children's comprehension of narrative and expository texts. *Reading Psychology*, *29*(2), 137-164.

Bianco, M. et Coda, M. (2002). La compréhension en quelques points… ». Dans M. Bianco, M. Coda et D. Gourgue (dir.), *La compréhension*, (p. 93-97). Grenoble, France : Éditions de la Cigale.

Boudreault, P. et Cadieux, A. (2011). La recherche quantitative. Dans T. Karsenti et L. Savoie-Zajc (dir.), *La recherche en éducation : étapes et approches* (p. 149-181). Saint-Laurent, Québec : Éditions du Renouveau pédagogique Inc.

Bowyer-Crane, C. et Snowling, M. J. (2005). Assessing children's inference generation: What do tests of reading comprehension measure? *British Journal of Educational Psychology*, *75*(2), 189-201.

Brandao, A. C. P. et Oakhill, J. (2005). How do you know this answer? – Children's use of text data and general knowledge in story comprehension. *Reading and Writing*, *18*(7), 687-713.

Brousseau, G. (1980). L'échec et le contrat. *Recherches*, *41*(1), 177-182. Repéré à <halshs-00483165>.

Brousseau, G. (1990). Le contrat didactique et le concept de milieu : dévolution. *Recherches en didactique des mathématiques*, *9*(3), 309-336.

Brun, J. (1990). La résolution de problèmes arithmétiques : bilan et perspectives. *Math école*, *141*(1), 2-15.

Bruun, F. (2013). Elementary teachers' perspectives of mathematics problem solving strategies. *The Mathematics Educator*. *23*(1), 45-59.

Cain, K. et Oakhill, J. V. (1999). Inference making ability and its relation to comprehension failure in young children. *Reading and Writing*, *11*(5), 489-503.

Cain, K., Oakhill, J. V., Barnes, M. A. et Bryant, P. E. (2001). Comprehension skill, inference-making ability, and their relation to knowledge. *Memory & Cognition*, *29*(6), 850-859.

Callejo, M. L. et Vila, A. (2009). Approach to mathematical problem solving and students' belief systems: two case studies. *Educational Studies in Mathematics*, *72*(1), 111-126.

Campion, N. (2012). Notion théorique : inférences. *Télé formation lecture (TFL)*. Repéré à http://www.uvp5.univ-paris5.fr/TFL/TFL.asp

Campion, N. et Rossi, J.-P. (1999). Inférences et compréhension de texte. *L'année psychologique*, *99*(3), 493-527.

Carpenter, T. P., Fennema, E., Franke, M. L., Empson, S. B. et Levi, L. W. (1999). *Children's mathematics: cognitively guided instruction*. Portsmouth, NH: Heinemann.

Carpenter, T. P., Franke, M. L., Jacobs, V. R., Fennema, E. et Empson, S. B. (1998). A longitudinal study of invention and understanding in children's multidigit addition and subtraction. *Journal for Research in Mathematics Education*, *29*(1), 3-20.

Carpenter, T. P. et Lehrer, R. (1999). Teaching and learning mathematics with understanding. Dans E. Fennema et T. A. Romberg (dir.), *Mathematics classrooms that promote understanding* (p. 19-32). Mahway, NJ: Erlbaum.

Carpenter, T. P., Fennema, E. et Franke, M. L. (1996). Cognitively guided instruction: a knowledge base for reform in primary mathematics instruction. *Elementary School Journal*, *97*(1), 1-20.

Carter, T. A. et Dean, E. O. (2006). Mathematics intervention for grades 5-11: teaching mathematics, reading, or both? *Reading Psychology*, *27*(2/3), 127-146.

Charnay, R. et Mante, M. (1995). *Préparation à l'épreuve de mathématiques du concours de professeur des écoles* (Tome 1). Paris, France : Hatier.

Cohen, D. K. (1990). A revolution in one classroom: the case of Mrs. Oublier. *Educational Evaluation and Policy Analysis*, *14*(1), 327-345.

Coirier, P., Gaonac'h, D. et Passerault, J.-M. (1996). *Psycholinguistique textuelle : approche cognitive de la compréhension et de la production des textes.* Paris, France : Armand Colin.

Coquin-Viennot, D. et Moreau, S. (2007). Arithmetic problems at school: when there is an apparent contradiction between the situation model and the problem model. *British Journal of Educational Psychology*, *77*(1), 69-80.

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.

Davoudi, M. (2005). Inference generation skill and text comprehension. *The Reading Matrix*, *5*(1), 106-123.

De Corte, Op 't Eynde, P. et Verschaffel, L. (2002). Knowing what to believe: the relevance of mathematical beliefs for mathematics education. Dans B.K. Hofer et P.R. Pintrich (dir.), *Personal epistemology; The psychology of beliefs about knowledge and knowing* (p. 297-321). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

De Corte, E. et Verschaffel, L. (1987). The effect of semantic structure on first graders' strategies for solving addition and subtraction word problems. *Journal for Research in Mathematics Education, 18*(5), 363-381.

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.

Desimone, L. M., Smith, T. M. et Frisvold, D. E. (2010). Survey measures of classroom instruction: comparing student and teacher reports. *Educational Policy*, *24*(2), 1-63.

Dionne, J. J. (1995). Pour une intervention stimulante : la résolution de problèmes. Dans L. Saint-Laurent, J. Giasson, C. Simard, J. J. Dionne, É. Royer et collaborateurs (dir.), *Programme d'intervention auprès des élèves à risque, une nouvelle option éducative* (p. 227-244). Montréal, Québec : Gaëtan Morin Éditeur.

Dionne, J. et Voyer, D. (2009). Conférence d'ouverture : 50 ans d'enseignement des mathématiques au Québec. *Bulletin AMQ*, *49*(3), 6-26.

Dupin de Saint-André, M. (2011). *L'évolution des pratiques de lecture à haute voix d'enseignantes expertes et leur influence sur le développement de l'habileté des élèves du préscolaire à faire des inférences* (Thèse de doctorat inédite). Université de Montréal.

Eason, S. H., Goldberg, L. F., Young, K. M., Geist, M. C. et Cutting, L. E. (2012). Reader-text interactions: how differential text and question types influence cognitive skills needed for reading comprehension. *Journal of Educational Psychology*, *104(*3), 515-528.

Escarabajal, M. C. (1984). Compréhension et résolution de problèmes additifs. *Psychologie française*, *29*(3/4), 247-252.

Fagnant, A. et Burton, R. (2009). Développement de compétences et résolution de problèmes en mathématiques à l'école primaire : pratiques déclarées des enseignants et pratiques projetées des futurs enseignants. *Scientia Paedagogica Experimentalis*, *46*(2), 293-318.

Fagnant, A.,et Demonty, I. (2004). Résoudre des problèmes : pas de problèmes! *Bulletin d'informations pédagogiques*, *56*(1), 13-21.

Fagnant, A. et Vlassis, J. (2010). Le rôle de la résolution de problèmes dans les apprentissages mathématiques : questions et réflexions. *Éducation Canada*, *50*(1), 50-52.

Fagnant, A., Demonty, I. et Lejong, M. (2000). Comment apprendre aux élèves à développer une démarche experte et réflexive de résolution de problèmes? *Cahiers du service de pédagogie expérimentale*, *3*(4), 51-65.

Fagnant, A., Demonty, I. et Lejong, M. (2003). La résolution de problèmes : un processus complexe de modélisation mathématique. *Bulletin d'informations pédagogiques*, *54*(1), 29-39.

Fayol, M. (2000, octobre). *La lecture au cycle III : difficultés, prévention et remédiations*. Communication présentée au séminaire national, Paris, France. Repéré à http://tice1d.13.ac-aix-marseille.fr/PPRE/donnees/docs/actelecture_fayol.pdf

Fayol, M., Thevenot, C. et Devidal, M. (2005). La résolution de problèmes. Dans M.-P. Noël (dir.), *La dyscalculie, trouble du développement numérique chez l'enfant* (p. 193-221). Marseille, France : Solal.

Fincher-Kiefer, R. et D'Agostino, P. R. (2004). The role of visuospatial resources in generating predictive and bridging inferences. *Discourse Processes*, *37*(3), 205-224.

Fortin, M. F., Côté, J. et Filion, F. (2006). *Fondements et étapes du processus de recherche*. Montréal, Québec : Chenelière Éducation.

Franke, M., Carpenter, T. P., Levi, L. et Fennema, E. (2001). Capturing teachers' generative change: a follow-up study of professional development in mathematics. *American Educational Research Journal*, *38*(3), 653-689.

Geiger, J. F. et Vantine, P. T. (2006). Which textual representations are formed during reading or solving mathematical word problems. *Psychology and Education*, *43*(3/4), 1-7.

Gerofsky, S. (1996). A linguistic and narrative view of word problems in mathematics education. *For the Learning of Mathematics*, *16*(2), 36-45.

Giasson, J. (2003). *La lecture: de la théorie à la pratique* (2e éd.). Boucherville, Québec : Gaétan Morin.

Giasson, J. (2007). *La compréhension en lecture* (3e éd.). Bruxelles, Belgique : De Boeck

Giasson, J. (2011). *La lecture : apprentissage et difficultés*. Montréal, Québec : Gaétan Morin.

Gilbert, D. T. (1991). How mental systems believe. *American Psychologist*, *46*(2), 107-119.

Gohier, C. (2011). Le cadre théorique. Dans T. Karsenti et L. Savoie-Zajc (dir.), *La recherche en éducation : étapes et approches* (3e éd., p. 83-108). Saint-Laurent : ÉRPI.

Goulet, M.P. (2013*). L'effet de l'habileté en lecture, selon la structure du texte et le type de question administrée, sur le rendement en résolution de problèmes écrits d'arithmétique* (Mémoire de maîtrise inédit). Université du Québec à Rimouski.

Goulet, M.P. et Voyer, D. (2014). La résolution de problèmes écrits d'arithmétique : le rôle déterminant des inférences. *Éducation et francophonie*, *42*(2), 100-119.

Graesser, A. C., Singer, M. et Trabasso, T. (1994). Constructing inferences during narrative comprehension. *Psychological Review*, *101*(3), 371-395.

Graesser, A. C., Wiemer-Hastings, P., et Wiemer-Hastings, K. (2001). Constructing inferences and relations during text comprehension. Dans T. Sanders, J. Schilperoord et W. Spooren (dir.), *Text representation: linguistic and psycholinguistic aspects* (p. 249-272). Amsterdam/Philadelphia: John Benjamins Publishing Company.

Greer, B. (1997). Modelling reality in mathematics classrooms: the case of word problems. *Learning and Instruction*, *7*(4), 293-307.

Griffin, C. C. et Jitendra, A. K. (2009). Word problem-solving instruction in inclusive third-grade mathematics classrooms. *The Journal of Educational Research*, *102*(3), 187-202.

Halladay, J. L. et Neumann, D. M. (2012). Connecting reading and mathematical strategies. *The Reading Teacher*, *55*(7), 471-476.

Hegarty, M. et Mayer, R. E. (1992). Comprehension of arithmetic word problems: evidence from students' eye fixations. *Journal of Educational Psychology*, *84*(1), 76-84.

Hegarty, M., Mayer, R. E. et Monk, C. A. (1995). Comprehension of arithmetic word problems: a comparison of successful and unsuccessful problem solvers. *Journal of Educational Psychology*, *87*(1), 18-32.

Hiebert, J. et Carpenter, T. P. (1992). Learning and teaching with understanding. Dans D. A. Grouws (dir.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (p. 65-97). New York: Macmillan Publishing.

Hiebert, J. et Grouws, D. A. (2007). The effects of classroom mathematics teaching on students' learning. Dans F. K. Lester (dir.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning* (p. 371-404). Greenwich, CT: Information Age.

Houdement, C. (2003). La résolution de problèmes en question. *Grand N*, *71*(1), 7-23.

Hudson, T. (1983). Correspondences and numerical differences between disjoint sets. *Child Development*, *54*(1), 84-90.

Imam, O. A., Mastura, M. A. et Jamil, H. (2013). Correlation between reading comprehension skills and students' performance in mathematics. *International Journal of Evaluation and Research in Education* (IJERE), *2*(1), 1-8.

Janvier, C. (1987). Representation and understanding: the notion of function as an example. Dans C. Janvier (dir.), *Problems of representation in the teaching and learning of mathematics* (p. 67-71). Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates.

Johnson-Laird, P. N. (1983). *Mental models: towards a cognitive science of language, inference, and consciousness* (no. 6). Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.

Julo, J. (2002). Des apprentissages spécifiques pour la résolution de problèmes? *Grand N*, *69*(1), 31-52.

Kintsch, W. (1998). *Comprehension: a paradigm for cognition.* New York: Cambridge University Press.

Kintsch, W. et Greeno, J. G. (1985). Understanding and solving word arithmetic problems. *Psychological Review*, *92*(1), 109-129.

Kloosterman, P. et Stage, F. K. (1992). Measuring beliefs about mathematical problem solving. *School Science and Mathematics*, *92*(3), 109.

Laflamme, J. (2009). La lecture en situation de résolution de problèmes mathématiques. *Bulletin AMQ*, *49*(1), 46-64.

Laflamme, S. et Zhou, R.-M. (2014). *Méthodes statistiques en sciences humaines*. Ontario, Canada : Éditions prise de parole.

Lafortune, L. et Fennema, E. (2003). Croyances et pratiques dans l'enseignement des mathématiques. Dans L. Lafortune, C. Deaudelin et P. A. Doudin (dir.), *Conceptions, croyances et représentations en maths, sciences et technos* (p. 29-57). Québec : Presses de l'Université du Québec.

Lajoie, C. et Bednarz, N. (2014). La résolution de problèmes en mathématiques au Québec : évolution des rôles assignés par les programmes et des conseils donnés aux enseignants. *Éducation et francophonie*, *42*(2), 7-23.

Lash, A. A. (1985). *Arithmetic word problems. Activities to engage students in problem analysis*. Repéré à http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED273466.pdf

Latterell, C. M. (2005). *Math wars: a guide for parents and teachers*. Westport, Connecticut London : Praeger.

LeCompte, M. D. et Preissle, J. (1993). *Ethnography and qualitative design in educational research*. San Diego, California: Academic Press.

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

Leiss, D., Schukajlow, S., Blum, W., Messner, R. et Pekrun, R. (2010). The role of the situation model in mathematical modelling - Task analyses, student competencies, and teacher interventions. *Journal für Mathematik - Didaktik*, *31*(1), 119-141.

Lester, F. (1994). Musings about mathematical problem-solving research: the first 25 years in JRME. *Journal of Research in Mathematics Education*, *25*(6), 660-675.

Levain, J. P. (2000). Apprentissage de schémas et résolution de problèmes. *L'orientation scolaire et professionnelle*, *29*(3), 411-430.

Lewis, A. B. et Mayer, R. E. (1987). Students' miscomprehension of relational statements in arithmetic word problems. *Journal of Educational Psychology*, *79*(4), 363-371.

Lubienski, S. T. (2006). Examining instruction, achievement, and equity with NAEP mathematics data. *Education Policy Analysis Archives*, *14*(14), 1-33.

Makdissi, H. (2004). Le développement des relations causales exprimées par des enfants d'âge préscolaire dans un contexte de récit fictif lu par l'adulte. (Thèse de doctorat inédite). Université Laval.

Makdissi, H., Boisclair, A. et Sanchez, C. (2006). Les inférences en lecture : intervenir dès le préscolaire. *Québec français*, *140*(1), 64-66.

Martins, D. et Le Bouédec, B. (1998). La production d'inférences lors de la compréhension de textes chez des adultes : une analyse de la littérature. *L'année psychologique*, *98*(3), 511-543.

Mason, L. et Scrivani, L. (2004). Enhancing students' mathematical beliefs: an intervention study. *Learning and Instruction*, *14*(2), 153-176.

Maubant, P., Routhier, S., Oliveira Araújo, A., Lenoir, Y., Lisée, V. et Hassani, N. (2005). L'analyse des pratiques d'enseignement au primaire : le recours à la vidéoscopie. *Les dossiers des sciences de l'éducation*, *14*(1), 61-75.

Maxwell, J. A. (2004). Causal explanation, qualitative research, and scientific inquiry in education. *Educational Researcher*, *33*(2), 3-11.

Mayer, D. P. (1999). Measuring instructional practice: can policymakers trust survey data? *Educational Evaluation and Policy Analysis*, *21*(1), 29-45.

Mayer, R. E. (1991). *Thinking, problem solving, cognition* (2e éd.). New York, USA WH Freeman/Times Books/ Henry Holt & Co.

Mayer, R. E. (1998). Cognitive, metacognitive, and motivational aspects of problem solving. *Instructional Science*, *26*(1), 49-63.

Mayer, R. E. (2010). Problem solving and reasoning. Dans P. Penelope, B. Eva et M. Barry (dir.), *International Encyclopedia of Education* (p. 273-278). Oxford: Elsevier**.**

Mayer, R. E. et Hegarty, M. (1996). The process of understanding mathematical problems. Dans R. J. Sternberg et T. Ben-Zeev (dir.), *The nature of mathematical thinking* (p. 24-59). Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

McKoon, G. et Ratcliff, R. (1992). Inference during reading. *Psychological Review*, *99*(3), 440-466.

Millis, K. K., Morgan, D. et Graesser, A. C. (1990). The influence of knowledge-based inferences on the reading time of expository text. *Psychology of Learning and Motivation*, *25*(1), 197-212.

Ministère de la jeunesse, de l'éducation nationale et de la recherche (2003). *Lire et écrire au cycle 3 : Repères pour organiser les apprentissages au long du cycle.* Repéré à http://www.cndp.fr/bienlire/04-media/documents/accompagnement_lire_ecrire.pdf

Ministère de l'éducation de l'Île-du-Prince-Édouard (2010). *Mathématiques, Programme d'études 4e année.* Repéré à http://www.gov.pe.ca/photos/original/eecd_Math4Frnch.pdf

Ministère de l'éducation de l'Ontario (2006). *Guide d'enseignement efficace des mathématiques de la maternelle à la 6e année : Fascicule* 2. Repéré à http://atelier.on.ca/edu/resources/guides/GEE_math_M_6_fasc2.pdf

Ministère de l’éducation du Québec (1988). *Guide pédagogique, primaire, mathématique, fascicule K, résolution de problèmes, orientation générale*. Québec : Gouvernement du Québec.

Ministère de l’éducation du Québec (2000). *Programme d’études en mathématiques au primaire.* Québec: Gouvernement du Québec.

Ministère de l’éducation du Québec (2001). *Programme de formation de l’école québécoise. Version approuvée. Éducation préscolaire et enseignement primaire*. Québec : Gouvernement du Québec.

Ministère de l’éducation, du loisir et du sport (2006). *Programme de formation de l’école québécoise, version approuvée.* Québec: Gouvernement du Québec.

Ministère de l’éducation, du loisir et du sport (2008). *Progression des apprentissages au primaire.* Québec : Gouvernement du Québec.

Moreau, S. (2001). *La compréhension des énoncés de problèmes arithmétiques : rôle du modèle de situation* (Thèse de doctorat inédite). Université de Poitiers.

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.

Morin, É. (2011). *La construction des relations sémantiques en résolution de problèmes mathématiques au deuxième cycle du primaire* (Thèse de doctorat inédite). Université Laval.

Muir, T., Beswick, K. et Williamson, J. (2008). I’m not very good at solving problems: an exploration of students’ problem solving behaviors. *The Journal of Mathematical Behavior*, *27*(3), 228-241.

Murata, A. et Kattubadi, S. (2012). Grade 3 students’ mathematization through modeling: situation models and solution models with multi-digit subtraction problem solving. *The Journal of Mathematical Behavior, 31*(1), 15-28.

Muth, D. K. (1984). Solving arithmetic word problems: role of reading and computational skills. *Journal of Educational Psychology*, *76*(2), 205-210.

Narvaez, D., Van Den Broek, P. et Ruiz, A. B. (1999). The influence of reading purpose on inference generation and comprehension in reading. *Journal of Educational Psychology*, *91*(3), 488-496.

National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) (1980). *An agenda for action: recommendations for school mathematics of the 1980s.* Reston, VA: NCTM.

National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) (1989). *Curriculum and evaluation standards for school mathematics*. Reston, VA: NCTM.

National Council of Teachers of Mathematics (2008). *Principles and standards of school mathematics*. Reston, VA: NCTM.

Nathan, M. J., Kintsch, W. et Young, E. (1992). A theory of algebra-word-problem comprehension and its implications for the design of learning environments. *Cognition and Instruction*, *9*(1), 329-389.

Nettles, D. H. (2006). *Comprehensive literacy instruction in today's classrooms: the whole, the parts, and the heart*. Boston: Pearson/Allyn and Bacon.

Noordman, L. G. M., Vonk, W. et Kempf, H. J. (1992) Causal inferences during the reading of expository texts. *Journal of Memory and Language*, *31*(1), 573-590.

Nortvedt, G. A. (2011). Coping strategies applied to comprehend multistep arithmetic word problems by students with above-average numeracy skills and below-average reading skills. *The Journal of Mathematical Behavior*, *30*(3), 255-269.

Observatoire national de la lecture (2005). *L'apprentissage de la lecture.* Repéré à http://onl.inrp.fr

Organisation de coopération et de développement économique (OCDE) (2004). *Résoudre des problèmes, un atout pour réussir. Premières évaluations des compétences transdisciplinaires issues de PISA 2003*. Repéré à https://www.oecd.org/edu/school/programmeforinternationalstudentassessmentpisa/34474406.pdf

Orrantia, J., Munez, D., Vicente, S., Verschaffel, L. et Rosales, J. (2014). Processing of situational information in story problem texts: an analysis from on-line measures. *The Spanish Journal of Psychology*, *17*(8), 1-14.

Österholm, M. (2006). A reading comprehension perspective on problem solving. Dans C. Bergsten et B. Grevholm (dir.), *Developing and researching quality in mathematics teaching and learning* (p. 136-145). Malmö, Suède : MADIF 5 (the 5th Swedish Mathematics Education Research Seminar).

Ouellet, Y. (2009). *L'enseignement explicite d'une stratégie cognitive et métacognitive.* Repéré à siteeriff.free.fr/strategieinference.doc

Paillé, P. (1991) *Procédures systématiques pour l'élaboration d'un guide d'entrevue semi-directive : un modèle et une illustration*. Communication présentée au Congrès de l'Association canadienne-française pour l'avancement des sciences, Sherbrooke, Québec.

Paillé, P. (2007). La méthodologie de recherche dans un contexte de recherche professionnalisante : douze devis méthodologiques exemplaires. *Recherches qualitatives*, *27*(2), 133-151.

Parmar, R. S. Cawley, J. F. et Frazita, R. R. (1996). Word problem-solving by students with and without mild disabilities. *Exceptional Children, 62*(1), 415-429.

Pluye, P., Nadeau, L., Gagnon, M. P., Grad, R., Johnson-Lafleur, J. et Griffiths, F. (2009). Les méthodes mixtes. Dans C. Dagenais et V. Ridde (dir.), *Approches et pratiques en évaluation de programme* (p. 123-142). Montréal, Québec : Les presses de l'Université de Montréal.

Poirier, L. (2001). *Enseigner les maths au primaire: notes didactiques*. Saint-Laurent, Québec : Éditions du renouveau pédagogique inc.

Pólya, G. (1945, 1973). *How to Solve it*. Princeton: Princeton University Press.

Pólya, G. (1954). *Mathematics and plausible reasoning*. Princeton: Princeton University Press.

Porcheron, J.-L. (1998). *Production d'inférences dans la résolution de problèmes additifs* (Thèse de doctorat inédite). Université de Paris.

Reusser, K. (1988). Problem solving beyond the logic of things: contextual effects on understanding and solving word problems. *Instructional Science*, *17*(4), 309-338.

Reusser, K. (1990). From text to situation to equation: cognitive simulation of understanding and solving mathematical word problems. Dans H. Mandl, E. De Corte, S. N. Bennett et H. F. Friedrich (dir.), *Learning & instruction: European research in an international context* (vol. 2, p. 477-498). Oxford, England: Pergamon Press.

Reusser, K. (2000). Success and failure in school mathematics: effects of instruction and school environment. *European Child & Adolescent Psychiatry*, *9*(1), II/17-II/26.

Reusser, K. et Stebler, R. (1997). Every word problem has a solution: the social rationality of mathematical modeling in schools. *Learning and Instruction*, *7*(4), 309-327.

Reys, R. E., Lindquist, M. M., Lambdin, D. V., Suydam, M. N. et Smith, N. L. (2001). *Helping children learn mathematics* (6e éd.). New York: Wiley.

Reys, R. E., Lindquist, M. M., Lambdin, D. V., Suydam, M. N. et Smith, N. L. (2012). *Helping children learn mathematics* (10e éd.). New York: Wiley.

Richard, J.-F. (1984). La construction de la représentation du problème. *Psychologie française, 29*(3/4), 226-230.

Riley, M. S., Greeno, J. G. et Heller, J. I. (1983). Development of children's problem solving ability in arithmetic. Dans H. P. Ginsberg (dir.), *The development of mathematical thinking* (p. 153-196). New-York: Académie Press.

Rosales, J., Vicente, S., Chamoso, J. M., Munez, D. et Orrantia, J. (2012). Teacher-student interaction in joint word problem solving. The role of situational and mathematical knowledge in mainstream classrooms. *Teaching and Teacher Education*, *28*(1), 1185-1195.

Savard, A. et Polotskaia, E. (2014). Gérer l'accès aux mathématiques dans la résolution de problèmes textuels : une exploration du côté de l'enseignement primaire. *Éducation et francophonie*, *42*(2), 138-157.

Savoie- Zajc, L. (2000). L'entrevue semi-dirigiée. Dans B. Gauthier (dir.), *Recherche sociale. De la problématique à la collecte des données* (3e éd., p. 263-285). Québec : Presses de l'Université du Québec.

Savoie-Zajc, L. (2007). Comment peut-on construire un échantillonnage scientifiquement valide? *Recherches qualitatives*, *5*(1), 99-111.

Schoenfeld, A. H. (1983). Beyond the purely cognitive: belief systems, social cognitions, and metacognitions as driving forces in intellectual performance. *Cognitive Science*, *7*(4), 329-363.

Schoenfeld, A. H. (1985). *Mathematical problem solving*. Orlando, FL: Academic Press.

Schoenfeld, A. H. (1987a). *Cognitive science and mathematics education*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.

Schoenfeld, A. H. (1987b). What's all the fuss about metacognition? Dans A. H. Schoenfeld (dir.), *Cognitive science and mathematics education* (p. 189-215). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.

Schoenfeld, A. (1988). When good teaching leads to bad results: the disasters of "well taught" mathematics classes. *Educational psychologist*, *23*(2), 145-166.

Schoenfeld, A. H. (1989). Explorations of students' mathematical beliefs and behavior. *Journal for Research in Mathematics Education*, *20*(4), 338-355.

Schoenfeld, A. (1991). On mathematics as sense-making: an informal attack on the unfortunate divorce of formal and informal mathematics. Dans J. Voss, D. Perkins et J. Segal (dir.), *Informal reasoning and education*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

Schoenfeld, A. H. (1992). Learning to think mathematically: problem solving, metacognition, sense-making in mathematics. Dans D. A. Grouws (dir.), *Handbook for research on mathematics teaching and learning* (p. 334-370). New York: MacMillan Publishing.

Schoenfeld, A. H. (2004). The math wars. *Educational Policy*, *18*(1), 253-286.

Schoenfeld, A. H. (2005). Mathematics teaching and learning. *Handbook of Educational Psychology*, *2*(1), 479-510.

Schoenfeld, A. H. (2007). Problem solving in the United States, 1970–2008: research and theory, practice and politics. *ZDM Mathematics Education*, *39*(5-6), 537-551.

Schoenfeld, A. H. (2014). *Mathematical problem solving*. New York: Academic Press Inc.

Schroeder, T. L. et Lester, F. K. (1989). Developing understanding in mathematics via problem solving. Dans P. R. Trafton (dir.), *New directions for elementary school mathematics* (p. 31-56). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.

Seifert, C. (1990) Content-based inferences in text. Dans A. C. Graesser et G. H. Bower (dir.), *The psychology of learning and motivation: inferences and text comprehension* (p. 103-122). San Diego, CA: Academic Press.

Seifi, M., Haghverdi, M. et Azizmohamadi, F. (2012). Recognition of students' difficulties in solving mathematical word problems from the viewpoint of teachers. *Journal of Basic and Applied Scientific Research*, *2*(3), 2923-2928.

Soltis, J. F. (1985). Epilogue: the pedagogy of analytic-skills development. An introduction to the analysis of educational concept. Dans H. Miller, L. D. Grant et A. Pomson (dir.), *International handbook of jewish education* (p. 92-109). New York: University Press of America.

Staub, F. C. et Reusser, K. (1995). The role of presentational structure in understanding and solving mathematical word problems. Dans C. A. Weaver, S. Mannes et C. R. Fletcher (dir.), *Discourse Comprehension: essays in honor of Walter Kintsch* (p. 285-306). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

St. George, M., Mannes, S. et Hoffman, J. E. (1997). Individual differences in inference generation: an ERP analysis. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *9*(6), 776-787.

Stigler, J. W., Gonzales, P., Kawanaka, T., Knoll, S. et Serrano, A. (1999). *The TIMSS videotape classroom study: methods and findings from an exploratory research project on eighth-grade mathematics instruction in Germany, Japan and the United States* (NCES 1999-074). Washington, DC: U.S. Department of Education, National Center for Education Statistics.

Tennent, W., Stainthorp, R. et Stuart, M. (2008). Assessing reading at key stage 2: SATs as measures of children's inferential abilities. *British Educational Research Journal*, *34*(4), 431-446.

Thevenot, C. et Barrouillet, P. (2015). Arithmetic word problem solving and mental representations. Dans R. C. Kadosh et A. Dowker (dir.), *The Oxford handbook of numerical cognition* (p. 158-179). Oxford, UK: Oxford University Press.

Thevenot, C., Barouillet, P. et Fayol, M. (2004). Représentation mentale et procédures de résolution de problèmes arithmétiques : l'effet du placement de la question. *L'année psychologique*, *104*(4), 683-699.

Thevenot, C., Devidal, M., Barrouillet, P. et Fayol, M. (2007). Why does placing the question before an arithmetic word problem improve performance? A situation model account. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *60*(1), 43-56.

Thevenot, C. et Oakhill, J. (2005). The strategic use of alternative representations in arithmetic word problem solving. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, *58*(7), 1311-1323.

Torbeyns, J., Verschaffel, L. et Ghesquière, P. (2005). Simple addition strategies in a first-grade class with multiple strategy instruction. *Cognition and Instruction*, *23*(1), 1-21.

Trabasso, T. et Magliano, J. P. (1996). Conscious understanding during comprehension. *Discourse Processes*, *21*(3), 255-287.

Trudel, R. et Antonius, R. (1991). *Méthodes quantitatives appliquées aux sciences humaines.* Montréal, Canada : Centre Éducatif et Culturel Inc.

Van Den Broek, P., Lorch, R. F., Linderholm, T. et Gustafson, M. (2001). The effects of readers'goals on inference generation and memory for texts. *Memory & Cognition*, *29*(8), 1081-1087.

Van Dijk, T. A. et Kintsch, W. (1983). *Strategies of discourse comprehension.* New York, New York: Academie Press.

Van den Broek, P. (1994) Comprehension and memory of narrative texts: inferences and coherence. Dans M. A. Gernsbacher (dir.), *Handbook of psycholinguistics* (p. 699-719). San Diego, CA: Academic Press.

Van Der Maren, J.-M. (2003). *La recherche appliquée en pédagogie. Des modèles pour l'enseignement* (2e éd.). Bruxelles, Belgique : De Boeck.

Van de Walle, J. A. (2010). *Elementary and middle school mathematics* (7e éd.). Boston: Allyn and Bacon.

Verschaffel, L. et De Corte, E. (1997). Word problems: a vehicle for promoting authentic mathematical understanding and problem solving in the primary school? Dans T. Nunes et P. Bryant (dir.), *Learning and teaching mathematics: an international perspective* (p. 69-97). Hove, England: Psychology Press.

Verschaffel, L. et De Corte, E. (2008). La modélisation et la résolution des problèmes d'application : de l'analyse à l'utilisation efficace. Dans M. Crahay, L. Verschaffel, E. De Corte et J. Grégoire (dir.), *Enseignement et apprentissage des mathématiques. Que disent les recherches psychopédagogqiues* (vol. 2, p. 153-176). Louvain-la-Neuve, Belgique: De Boeck Supérieur.

Verschaffel, L., De Corte, E., Lasure, S., Van Vaerenbergh, G., Bogaerts, H. et Ratinckx, E. (1999). Learning to solve mathematical application problems: a design experiment with fifth graders. *Mathematical Thinking and Learning*, *1*(3), 195-229.

Verschaffel, L., Greer, B. et De Corte, E. (2000). *Making sense of word problems*. Lisse: Swets & Zeitlinger.

Vicente, S., Orrantia, J. et Verschaffel, L. (2007). Influence of situational and conceptual rewording on word problem solving. *British Journal of Educational Psychology*, *77*(4), 829-848.

Vicente, S., Orrantia, J. et Verschaffel, L. (2008). Influence of situational and mathematical information on situationally difficult word problems. *Studia Psychologica*, *50*(4), 337-356.

Vlassis, J., Mancuso, G. et Poncelet, D. (2013). *L'enseignement de la résolution de problèmes au primaire : croyances et pratiques déclarées des enseignants dans un contexte de réforme curriculaire*. Communication présentée au congrès AREF, Montpellier, France.

Voyer, D. (2006). *L'influence des 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.

Voyer, D., Auclair, A. et Beaudoin, I. (à venir). Les inférences: une voie d'intervention en résolution de problèmes écrits de mathématiques.

Voyer, D., Beaudoin, I. et Goulet, M-P. (2012). De la lecture à la résolution de problèmes : des habiletés spécifiques à développer. *Revue canadienne de l'éducation*, *35*(2), 401-421.

Voyer, D. et Goulet, M-P. (2013). La compréhension de problèmes écrits d'arithmétique au regard de l'habileté en lecture d'élèves de sixième année. *Revue des sciences de l'éducation*, *39*(3), 491-513.

Wanlin, P. (2007). L'analyse de contenu comme méthode d'analyse qualitative d'entretiens : une comparaison entre les traitements manuels et l'utilisation de logiciels. *Recherches qualitatives*, *3*(1), 243-272.

Wilburne, J. M., Keat, J. B. et Napoli, M. (2011). *Cowboys count, monkeys measure, and princesses problem solve: building early math skills through storybooks*. Baltimore, Maryland: Paul H. Brookes Publishing Co.

Wilson, J. W., Fernandez, M. L. et Hadaway, N. (1993). Mathematical problem solving. Dans P. S. Wilson (dir.), *Research ideas for the classroom: high school mathematics* (p. 57-78). New York: Macmillian Publishing Company.

Yuill, N. et Oakhill, J. (1988). Effects of inference awareness training on poor reading comprehension. *Applied Cognitive Psychology*, *2*(1), 33-45.

ANNEXE 1

Canevas d'entrevue phase exploratoire

1. VUE D'ENSEMBLE DE L'ENTREVUE

- **Thème 1 : Les ressources utilisées**

  - *Sous-thème 1 : L'utilisation d'un manuel (ou d'un cahier d'exercices) pour enseigner* ***les mathématiques***
  - *Sous-thème 2 : L'utilisation d'un manuel (ou d'un cahier d'exercices) pour enseigner* ***la résolution de problèmes écrits de mathématiques***

- **Thème 2 : Les pratiques relatives à l'enseignement de démarches de RP écrits de mathématiques**
  - *Sous-thème 1 : La description de la pratique privilégiée*
  - *Sous-thème 2 : Les intentions poursuivies en lien avec la pratique privilégiée et les impacts possibles chez les élèves*

2. CANEVAS D'ENTREVUE COMPLET

Thème 1 : Les ressources utilisées

Sous-thème 1 : L'utilisation d'un manuel ou d'un cahier d'exercices pour enseigner les mathématiques

Q.1 Utilisez-vous un manuel ou un cahier d'exercices pour enseigner les mathématiques à vos élèves?

Probes obligatoires	**Si oui (à la Q.1)** : - Quel est le nom de la collection que vous utilisez? - Pourquoi utilisez-vous un manuel ou un cahier d'exercices pour enseigner les mathématiques? - S'agit-il d'un manuel ou d'un cahier d'exercices obligatoire imposé par votre direction ou par votre commission scolaire? - Est-ce que les autres enseignants de votre <u>niveau</u> utilisent aussi un manuel (ou cahier d'exercices)? (Si oui), est-ce la même collection?

- Est-ce que les autres enseignants de votre cycle utilisent aussi un manuel (ou cahier d’exercices)? (Si oui), est-ce la même collection?

Si non (à la Q.1) :

- Pourquoi n’utilisez-vous pas de manuel ou de cahier d’exercices pour enseigner les mathématiques?
- Quelle(s) autre(s) ressource(s) utilisez-vous pour enseigner les mathématiques?

Si la réponse à la Q1 est « non », passez directement à la Q.3

Q.2	Comment décririez-vous l’usage que vous faites du manuel (ou du cahier d’exercices) pour enseigner les mathématiques à vos élèves? (Aide : Quelle place occupe le manuel (ou le cahier d’exercices) dans votre enseignement des mathématiques?)
Probes obligatoires	- Avez-vous recours à d’autres ressources (autre que le manuel ou le cahier d’exercices) pour enseigner les mathématiques à vos élèves? (Si oui) lesquelles et pourquoi? (Si non) pourquoi?
Probes facultatives	- Parcourez-vous le manuel du début à la fin, c’est-à-dire en faisant (le plus possible) toutes les activités qui y sont proposées? - Utilisez-vous principalement les activités issues du manuel auxquelles vous ajoutez aussi des activités provenant d’autres sources? (si oui, d’où proviennent ces autres activités?) - Utilisez-vous de façon plutôt équivalente les activités issues du manuel et celles provenant d’autres sources?

Sous-thème 2 : L'utilisation d'un manuel (ou d'un cahier d'exercices) enseigner la résolution de problèmes écrits de mathématiques

Q.3	Concernant plus précisément les activités de résolution de problèmes écrits de mathématiques, d'où proviennent les problèmes que vous proposez à vos élèves? (Manuels scolaires, problèmes inventés, collègues, Internet, matériel reproductible, etc.)

Q.4	*Si l'enseignant a affirmé utiliser un manuel ou un cahier d'exercices :* Que pensez-vous des problèmes proposés dans le manuel (ou le cahier d'exercices) que vous utilisez? *Si l'enseignant a affirmé* **ne pas** *utiliser un manuel ou un cahier d'exercices :* Que pensez-vous des problèmes proposés dans les manuels (ou le cahier d'exercices) en général?
Probes obligatoires	- Selon vous, les problèmes proposés permettent-ils de former les élèves à devenir de bons solutionneurs de problèmes en mathématiques? Pourquoi? (Si non), connaissez-vous des ressources alternatives ou complémentaires que vous jugez plus appropriées pour travailler la résolution de problèmes avec vos élèves? - Pouvez-vous me donner un exemple de ce que vous jugez **ne pas être** un bon problème écrit de mathématiques? - Pouvez-vous me donner un exemple de ce que vous jugez **être** un bon problème écrit de mathématiques?

Thème 2 : Les pratiques relatives à l'enseignement de démarches de RP écrits de mathématiques

Sous-thème 1 : La description de la pratique privilégiée

Q.5	Pouvez-vous me décrire à quoi ressemble une période consacrée à l'activité de résolution de problèmes écrits de mathématiques dans votre classe?

Probe facultative	- Comment enseignez-vous la résolution de problèmes écrits de mathématiques à vos élèves?

Q.6 *Montrer à l'enseignant la feuille en annexe 1.*

Utilisez-vous dans votre classe une démarche de résolution de problèmes écrits de mathématiques qui s'apparente à l'une ou l'autre es démarches suivantes ?

Probes obligatoires	- Si oui (à la Q.6) : laquelle? Pouvez-vous m'expliquer, comme vous l'expliqueriez à un de vos élèves en début d'année, comment « fonctionne » cette démarche? Comment utiliser cette démarche? - Si non (à la Q.6) : utilisez-vous une démarche différente des exemples présentées, ou si vous n'utilisez pas de démarche précise dans votre classe ? Expliquez votre réponse. (Si 2e option), diriez-vous que vous encouragez vos élèves à développer leurs propres démarches et procédures pour résoudre les problèmes écrits? Pourquoi?

Q.7 Je vais maintenant vous présenter cinq affirmations à propos desquelles j'aimerais que vous vous positionniez. Pour chacune de ces affirmations, vous devrez m'indiquer où vous vous situez par rapport à l'échelle suivante (Cette échelle sera rendue disponible par écrit à l'enseignant). Je vais ensuite vous demander de m'expliquer votre réponse.

a) Vous enseignez à vos élèves à suivre les étapes de votre démarche de façon séquentielle pour être certain de ne rien oublier (C'est-à-dire qu'ils doivent débuter par l'étape 1, qu'ils peuvent passer à l'étape 2 uniquement lorsque l'étape 1 est complétée et ainsi de suite).

b) Vous enseignez à vos élèves à se questionner au sujet des informations qui ne sont pas écrites textuellement dans l'énoncé de problème, c'est-à-dire au sujet des informations implicites.

c) Vous enseignez à vos élèves à se concentrer uniquement sur l'aspect mathématique du problème.

d) Vous enseignez à vos élèves à choisir l'opération à effectuer en fonction des mots-clés repérés dans l'énoncé. Par exemples, le mot « gagner » suggère une addition alors que le mot « perdre » suggère une soustraction.

e) Vous enseignez à vos élèves à se représenter l'histoire ou la situation dans laquelle s'inscrit le problème d'un point de vue qualitatif (et non mathématique).

Sous-thème 2 : Les intentions poursuivies en lien avec la pratique privilégiée et les impacts possibles chez les élèves.

Q.8 Quelle est votre intention derrière le choix de la démarche de RP que vous proposez à vos élèves? (Aide) : Vous avez choisi d'utiliser cette démarche dans votre classe parce que…

Probes obligatoires	- À votre avis, quels sont les **avantages** de la démarche que vous proposez dans votre classe? Y voyez-vous des **inconvénients**? Si oui, lesquels?

Q.9 Que pensez-vous de cette affirmation : « Les démarches de résolution de problèmes qui exigent que les élèves remplissent des sections ou des cases pour répondre aux questions « ce que je cherche et ce que je sais » aident les élèves à organiser leur pensée et à ne pas sauter trop vite aux calculs. »

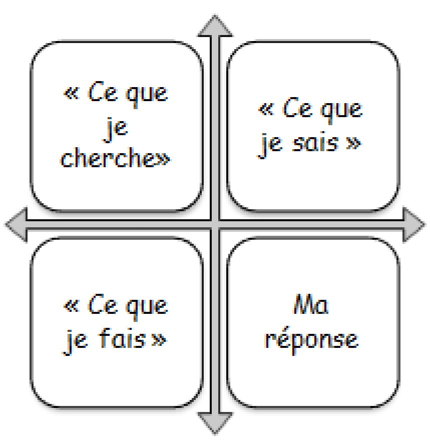
Probes obligatoires	- Êtes-vous en accord ou en désaccord avec cette affirmation et pourquoi?

Q.10 Que pensez-vous de cette affirmation : « Les démarches de résolution de problèmes qui exigent que les élèves remplissent des sections ou des cases pour répondre aux questions « ce que je cherche et ce que je sais » leur créent un deuxième problème, celui de savoir quelles informations il doit mettre dans chacune de ces sections ou de ces cases. »

Probes obligatoires	- Êtes-vous en accord ou en désaccord avec cette affirmation et pourquoi?
Probes facultatives	- Autrement dit, pensez-vous qu'il est possible que les élèves soient confrontés à un double problème, soit (1) résoudre le problème mathématiques (qui renvoie à la question du problème) et (2) remplir correctement les sections « ce que je cherche et ce que je sais » selon les exigences de son enseignant?

3. EXEMPLES DE DÉMARCHES PRÉSENTÉES AUX ENSEIGNANTS

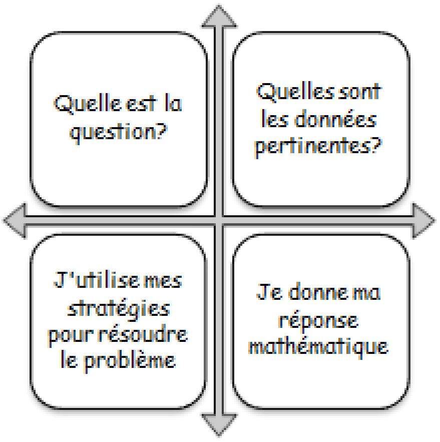
Exemple 1



Exemple 2

COMPRENDRE		RÉSOUDRE
« Ce que je cherche »	« Ce que je sais »	« Ce que je fais »

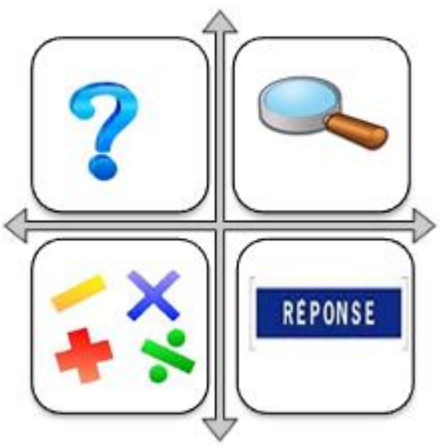
Exemple 3



Exemple 4

« Ce que je cherche »	« Ce que je sais »
« Calculs »	

Exemple 5



Annexe 2

Méthode « ce que je sais, ce que je cherche » adaptée par un des enseignants interviewés

ANNEXE 3

Mise en commun des différentes terminologies associées aux types d'inférence en contexte de lecture

TERMINOLOGIE/SOURCE(S)[32]	EXPLICATION	EXEMPLE (s'il y a lieu)
• Inférence lexicale (Makdissi, Boisclair et Sanchez, 2006; Dupin de St-André, 2011)	Inférences qui sont liées à la compréhension d'un mot qui ne fait pas partie du répertoire lexical de l'élève.	
• Inférence lexicale (Yuill et Oakhill, 1988)	Les inférences lexicales sont celles qui sont générées à partir du sens des mots, en fonction du contexte dans lequel ils s'inscrivent.	Dans la phrase « Tom qui est endormi était à nouveau en retard pour l'école », les mots « Tom et école » nous indiquent que le personnage est un garçon, et probablement un élève, alors que le groupe de mots « à nouveau » suggère qu'il a l'habitude de se lever en retard, peut-être parce qu'il se couche toujours trop tard.
• Inférence de dépendance au vocabulaire (Bowyer-Crane et Snowling, 2005)	Dans le cas des inférences de dépendance au vocabulaire, la réponse attendue requiert du lecteur qu'il connaisse le sens d'un mot-clé particulièrement difficile présenté dans le texte. Aucun lien ne doit être fait entre les différentes informations du texte, il suffit seulement que l'élève connaisse la définition d'un mot précis utilisé soit dans le texte ou dans la question elle-même.	

[32] Un signe commun précédent le type d'inférence indique soit que les auteurs utilisent le même terme pour décrire des inférences étant de nature différente, ou que des termes différents sont utilisés pour décrire des inférences de même nature.

➢ Gap-filling (Baker et Stein, 1981; Cain et Oakhill, 1999)	Inférences qui visent à combler les vides; à pallier une absence d'information explicite dans le texte. Le lecteur doit mobiliser ses connaissances générales, qu'il intègre aux informations présentées dans le texte, afin de comprendre les détails manquants.	
➢ Bridging inference (Fincher-Kiefer et D'Agostino, 2004)	Inférences qui permettent d'établir une cohérence locale en « comblant les vides ».	
➢ Inférence basée sur les connaissances (Bowyer-Crane et Snowling, 2005)	Inférences qui nécessitent que le lecteur utilise ses connaissances antérieures pour assurer une compréhension et une représentation cohérente du texte.	
➢ Inférence inductive (Seifert, 1990, cité dans Tennent *et al*., 2008)	Inférences pour lesquelles le lecteur utilise ses connaissances antérieures pour établir un lien avec l'information présentée dans le texte. Ce type d'inférence est logiquement plausible.	
▪ Inférence causale (Bianco et Coda, 2002; Dupin de St-André, 2011; Graesser *et al*., 2001; Martins et Le Bouédec, 1998).	Les inférences causales se définissent par la compréhension d'un lien de causalité implicite entre deux événements ou plus.	
▪ Text-connecting (Baker et Stein, 1981; Cain et Oakhill, 1999)	Inférences qui permettent d'intégrer l'information fournie explicitement par le texte pour établir une cohésion entre les différentes phrases du texte.	Générer l'inférence que la souris a mangé du pain en lisant les deux phrases suivantes : « La souris a mangé de la nourriture. La nourriture était du pain ».

▪ Connective inference (Van Den Broek, 1994, cité dans Tennent *et al*., 2008)	Ce type d'inférence est tributaire de la mémoire de travail et peut être générée uniquement si l'information est stockée en mémoire. Il s'agit de réactiver des informations relatives à un événement antérieur de manière à établir un lien causal à un nouvel événement.	Dans l'exemple : « Encore une fois, le chien revint avec le ballon dégonflé. Cette fois, le garçon l'envoya par-dessus la clôture », le lecteur peut établir le lien causal que le garçon a envoyé le ballon au-dessus de la clôture (nouvel événement) PARCE QUE le chien continue de le rapporter (Antécédent causal).
▪ Inférence rétrograde (Bianco et Coda, 2002)	Inférences qui consistent à mettre en relation un élément avec un autre présenté précédemment dans le texte	
▪ Inférence déductive (Johnson-Laird, 1983, cité dans Tennent *et al*., 2008)	Inférences basées uniquement sur l'information donnée dans le texte, servant à améliorer l'interprétation que le lecteur se fait du texte. Pour générer ce type d'inférence, le lecteur n'a pas à mobiliser ses connaissances antérieures : toute l'information nécessaire à l'inférence est présentée dans le texte. Ces inférences sont nécessairement vraies.	
▪ Inférence explicative (Trabasso et Magliano, 1996)	Inférences utilisées par le lecteur afin de mieux comprendre les événements présentés dans le texte en faisant des liens avec ce qui a été lu précédemment ou avec ses connaissances antérieures. Ce type d'inférence concerne les raisons expliquant pourquoi un événement se produit, tel que les motifs ou les causes.	

▪ Inférence de cohérence (Barnes, Dennis et Haefele-Kalvaitis, 1996)	Ces inférences permettent d'assurer la cohérence de l'histoire en ajoutant des informations implicites importantes aux informations explicites présentées dans le texte. L'inférence de cohérence amène un lien causal entre les connaissances du lecteur et le texte qui aide à inférer « pourquoi » un événement se produit.	À la lecture de la phrase : « Une famille mange finalement à la maison après avoir débuté un pique-nique ». Une inférence de cohérence serait de comprendre qu'un changement de température a dû forcer la famille à entrer à la maison pour souper à l'abri de la pluie probablement.
❖ Inférence anaphorique (Tennent *et al.*, 2008)	Inférences qui servent à faire un lien entre un pronom et son antécédent. Ce type d'inférence est essentiel afin de maintenir une représentation cohérente du texte.	Dans l'exemple du chien et du ballon, le lecteur doit être capable de connecter le pronom « l » dans la phrase « il l'envoya », avec le bon antécédent, soit le ballon.
❖ Inférence anaphorique (Bianco et Coda, 2002; Dupin de St-André, 2011)	Ces inférences renvoient à la compréhension d'un lien entre un mot de substitution et son référent.	
❖ Inférence anaphorique (Martins et Le Bouédec, 1998)	Inférences qui permettent au lecteur d'assurer la liaison entre l'anaphore et l'antécédent auquel elle renvoie. Le lecteur doit relier les deux éléments (l'anaphore au réfèrent) au moyen de connaissances syntaxiques, sémantiques et pragmatiques qui ne sont pas toujours clairement présentes dans le texte.	
❖ Inférence cohésive (Bowyer-Crane et Snowling, 2005)	Les inférences cohésives s'appuient sur des indices linguistiques présentés dans le texte, par exemple des pronoms de référence, qui sont nécessaires pour comprendre le texte.	

✓ Inférence élaborative (Bowyer-Crane et Snowling, 2005; Cain *et al*., 2001; Van den Broek, 1994)	Inférences utilisées pour enrichir la représentation mentale que se construit le lecteur de l'histoire présentée. Ce type d'inférence favorise l'imaginaire puisqu'il met l'accent sur des éléments superficiels du texte plutôt que de favoriser une meilleure compréhension du contenu. Le lecteur peut se représenter le texte de façon cohérente même si l'inférence élaborative n'est pas générée.	Toujours dans l'exemple du chien et du ballon, inférer que le jeune garçon utilise ses pieds ou ses mains pour lancer ce ballon serait une inférence élaborative.
✓ Inférence élaborative (Barnes *et al*., 1996)	Ces inférences amènent à une description plus complète et spécifique permettant d'inférer le « quoi » d'un événement. Le contenu et le contexte de l'histoire sont amplifiés et embellis.	Inférer que le ciel est d'un beau bleu éclatant à la lecture des mots « C'était une magnifique journée ensoleillée » contribue à rendre la représentation mentale de la situation plus riche.
✓ Inférence élaborative de type prédictif (Fincher-Kiefer et D'Agostino, 2004)	Inférences qui ne sont pas nécessaires pour comprendre le texte, mais qui permettent au lecteur de prédire une cause ou une conséquence liée à un événement ou à une action décrite dans le texte. Les inférences élaboratives sont étroitement liées aux connaissances antérieures du lecteur.	
✓ Inférence prédictive (Van den Broek et *al*., 2001)	Inférences qui amènent le lecteur à anticiper les événements à venir.	
✓ Inférence optionnelle prédictive (Dupin de St-André, 2011)	Anticipations plausibles de la suite du texte.	

✓ Inférence antérograde (Bianco et Coda, 2002)	Inférences qui sont des anticipations plausibles de la suite du texte.	
‣ Les élaborations optionnelles (Campion et Rossi, 1999)	Les élaborations optionnelles correspondent aux inférences qui ne servent pas à établir la cohérence entre deux informations du texte. Le terme « élaboration » indique que ce sont des informations nouvellement construites sur la base de connaissances du monde qui sont ajoutées à la représentation du contenu du texte.	
‣ Inférence optionnelle (Bianco et Coda, 2002)	Les inférences optionnelles renvoient à des élaborations qui ne visent qu'à enrichir la compréhension.	
‣ Inférence optionnelle (Giasson, 2003;2007)	Les inférences optionnelles sont liées à des informations sous-entendues dans la phrase, mais qui peuvent être inexactes. Ces inférences sont réalisées par le lecteur pour combler les détails que l'auteur n'a pas précisés.	
‣ Inférence optionnelle pragmatique (Dupin de St-André, 2011)	Élaborations qui donnent lieu à un résultat plausible.	
○ Inférence logique (Giasson, 2003; 2007)	Les inférences logiques sont celles qui découlent nécessairement du texte. Le lecteur s'appuie sur le texte pour inférer une information qui y est contenue de façon implicite. Ces inférences sont fondées sur les caractéristiques textuelles.	Toujours dans la phrase « Arrête de boire, Pierre! », une inférence logique pourrait être de dire que « Pierre boit ».
○ Inférence logique (Bianco et Coda, 2002; Dupin de St-André, 2011)	Déductions, inférences, qui donnent lieu à un résultat certain	

- Inférence évaluative (Bowyer-Crane et Snowling, 2005)	Les inférences évaluatives se rapportent à l'issue émotionnelle d'un événement. Le lecteur doit se baser sur ses connaissances antérieures pour bien interpréter le texte, mais ce type d'inférence est uniquement lié aux réactions émotionnelles.	

ANNEXE 4

Courriel de recrutement adressé aux directions (phase 1)

Objet : Projet de doctorat en lien avec la résolution de problèmes mathématiques

Bonjour _______________,

Dans le cadre de mes études doctorales réalisées à l'Université du Québec à Rimouski (campus de Lévis), je m'intéresse à l'enseignement de la résolution de problèmes écrits de mathématiques dans les classes du primaire. La première phase du projet de recherche a pour objectif de décrire les pratiques relatives à l'enseignement de démarches de résolution de problèmes écrits de mathématiques des enseignants du 2^{e} et du 3^{e} cycle du primaire. Pour ce faire, je sollicite votre collaboration afin de transmettre un court questionnaire aux enseignants de 3^{e}, 4^{e}, 5^{e} et 6^{e} année de votre école. Il s'agit d'un questionnaire qui se remplit par voie électronique en cliquant sur le lien ci-dessous.

https://fr.surveymonkey.com/r/RYBHWTS

Pour que vos enseignants aient accès au questionnaire, il suffit de leur transférer intégralement ce courriel. Leurs réponses me seront ensuite automatiquement transmises.

Compléter ce court questionnaire devrait prendre quelques minutes seulement. Il s'agit principalement de questions présentées sous la forme de choix multiples ou d'échelles exprimant un ordre.

Il est aussi important de mentionner que les enseignants n'ont pas à s'identifier. Les données sont recueillies de façon anonyme et elles seront aussi traitées de façon globale et anonyme. Le questionnaire a été transmis à toutes les directions des écoles primaires des quatre commissions scolaires de la région Chaudière-Appalaches.

Je vous remercie de bien vouloir aviser vos enseignants que la date limite pour répondre au questionnaire a été fixée au **dimanche 24 avril 2016**, leur laissant ainsi deux semaines pour le compléter.

Un rapport global présentant les principaux résultats de l'analyse des questionnaires vous sera fourni pour vous remercier de votre participation. Vous trouverez dans ce rapport un portrait des pratiques relatives à l'enseignement de démarches de résolution de problèmes écrits de mathématiques des enseignants du 2e et 3e cycle du primaire des quatre commissions scolaires participantes.

Merci à l'avance de votre précieuse collaboration qui fera certainement une différence quant au succès de ce projet doctoral.

Marie-Pier Goulet **Dominic Voyer** **Lieven Verschaffel**
Étudiante au doctorat Directeur de recherche Co-directeur de recherche
Département des sciences de l'éducation
marie-pier.goulet@uqar.ca

(Deuxième courriel envoyé)

Objet : Rappel - Projet de doctorat en lien avec la résolution de problèmes mathématiques

Bonjour _______________,

Nous vous contactons à nouveau pour vous informer que le temps alloué aux enseignants pour compléter notre questionnaire en ligne a été prolongé d'une semaine. Une nouvelle date limite a donc été fixée au **1er mai 2016**.

Nous vous remercions de bien vouloir transmettre cette information aux enseignants du 2e et 3e cycle de votre (vos) école(s) qui pourront compléter le questionnaire en cliquant sur le lien ci-dessous :

https://fr.surveymonkey.com/r/RYBHWTS

Encore une fois, nous vous remercions pour votre précieuse collaboration.

Marie-Pier Goulet **Dominic Voyer** **Lieven Verschaffel**
Étudiante au doctorat Directeur de recherche Co-directeur de recherche
marie-pier.goulet@uqar.ca

Annexe 5

Questionnaire électronique (phase 1)

UQAR
Campus de Lévis

Les pratiques d'enseignement de la résolution de problèmes mathématiques au primaire

Informations générales

1. Quel est votre sexe?

- ◯ Homme
- ◯ Femme

2. Depuis combien d'années enseignez-vous au niveau primaire et/ou préscolaire?

- ◯ C'est ma première année
- ◯ 2 à 5 ans
- ◯ 6 à 10 ans
- ◯ 11 à 15 ans
- ◯ 16 à 20 ans
- ◯ plus de 20 ans
- ◯ Autre (précisez s'il-vous-plait)

3. À quel niveau enseignez-vous actuellement?
(Si vous enseignez dans une classe à degrés multiples, veuillez cocher les différents niveaux de vos élèves)

- ☐ 3e année
- ☐ 4e année
- ☐ 5e année
- ☐ 6e année
- ☐ Autre (précisez s'il-vous-plait)

4. Dans quelle commission scolaire (CS) travaillez-vous actuellement?

- CS de la Beauce-Etchemin
- CS de la Côte-du-Sud
- CS des Appalaches
- CS des Navigateurs

5. Pour l'année scolaire 2015-2016, utilisez-vous un manuel ou un cahier d'exercices pour enseigner les mathématiques ?

- Oui
- Non

UQAR
Campus de Lévis

Les pratiques d'enseignement de la résolution de problèmes mathématiques au primaire

6. Quel est le nom de la collection (du manuel et/ou du cahier d'exercices) que vous utilisez?

7. S'agit-il d'un matériel imposé par votre école?
(C'est-à-dire un matériel obligatoire que votre direction vous demande d'utiliser.)

- Oui
- Non
- Je ne sais pas
- Autre (précisez s'il-vous-plaît)

8. S'agit-il d'un matériel imposé par votre commission scolaire?
(C'est-à-dire un matériel obligatoire que votre commission scolaire vous demande d'utiliser.)

- Oui
- Non
- Je ne sais pas
- Autre (précisez s'il-vous-plait)

9. Concernant plus précisément la résolution de problèmes écrits de mathématiques (*Raisonner et Résoudre*), d'où proviennent les énoncés de problèmes que vous proposez à vos élèves? Veuillez choisir les deux sources les plus utilisées (en ordre).

- Du manuel et/ou du cahier d'exercices utilisé(s) en classe.
- De sites Internet.
- De mes collègues(actuels ou anciens)
- De mon imagination (J'invente les énoncés de problème).
- Du portail de ma commission scolaire.
- De différents livres auxquels j'ai accès (ex.: des anciens manuels, des cahiers d'activités, les éditions à reproduire, des livres didactiques, des notes de cours universitaires, etc.)
- Des anciens examens de ma commission scolaire ou du ministère

UQAR
Campus de Lévis

Les pratiques d'enseignement de la résolution de problèmes mathématiques au primaire

Vos opinions par rapport à la résolution de problèmes mathématiques en contexte scolaire

Plusieurs enquêtes se sont intéressées aux opinions exprimées par des enseignants de différents niveaux scolaires et de divers pays face à l'enseignement des mathématiques. Les opinions de deux enseignants (fictifs), Pascale et François, sont présentées ci-dessous.

Pascale : L'activité de résolution de problèmes mathématiques à l'école primaire doit servir à développer chez les élèves des stratégies et des procédures de résolution de problèmes qui leur permettront de résoudre les énoncés de problèmes efficacement.

François : L'activité de résolution de problèmes mathématiques à l'école primaire doit servir à développer de nouvelles connaissances mathématiques chez les élèves, c'est-à-dire à introduire de nouveaux concepts mathématiques.

10. Quelle(s) différence(s) voyez-vous entre les affirmations de Pascale et de François?

11. Où vous situez-vous par rapport à ces deux affirmations? Partagez-vous les deux opinions exprimées par Pascale et François ou si vous vous reconnaissez davantage dans l'une ou l'autre de ces opinions? Expliquez votre réponse.

UQAR
Campus de Lévis

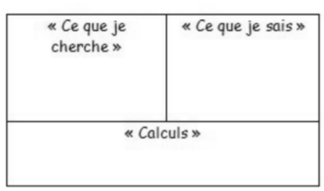
Les pratiques d'enseignement de la résolution de problèmes mathématiques au primaire

L'enseignement d'une **démarche** de résolution de problèmes écrits de mathématiques.

Le mot démarche renvoie ici à une méthode générale, une technique, des étapes (applicables à tous les types de problèmes), enseignées aux élèves pour résoudre les énoncés de problèmes écrits mathématiques proposés en classe.

12. Utilisez-vous dans votre classe une démarche de résolution de problèmes mathématiques qui s'apparente à l'un ou l'autre des exemples illustrés ci-dessous?

- ◯ Oui
- ◯ Non
- ◯ Autre



13. Si vous avez répondu "OUI" à la question précédente, veuillez passer directement à la question suivante.

Si vous avez répondu "NON" ou "Autre", à la question précédente, veuillez décrire brièvement la démarche que vous utilisez dans votre classe. Passez ensuite à la question suivante.

Si vous n'utilisez pas de démarche précise dans votre classe, veuillez expliquer pourquoi. Passez ensuite à la question 18.

14. Quelles sont les raisons qui expliquent le choix de la démarche que vous utilisez dans votre classe? Autrement dit, vous avez choisi d'utiliser cette démarche parce que...

Veuillez choisir les deux réponses qui expliquent le mieux vos raisons (en ordre).

- Je pense sincèrement que cette démarche aide les élèves (que ce soit pour mieux comprendre ou pour atteindre la solution).
- J'en ai besoin pour structurer mon enseignement de la résolution de problèmes.
- Je n'en connais pas d'autre.
- C'est la démarche proposée dans le manuel ou le cahier d'exercices mathématiques que j'utilise.
- C'est la démarche imposée par ma direction ou ma commission scolaire.
- C'est la démarche qui est utilisée lors des évaluations officielles.

15. À votre avis, quels sont les avantages de la démarche que vous utilisez dans votre classe? Veuillez choisir les deux réponses qui décrivent le mieux les avantages que vous y voyez (en ordre).

- Offrir une structure aux élèves pour les aider à organiser leur travail étape par étape.
- Amener les élèves à mieux comprendre **l'histoire** dans laquelle s'inscrit le problème à résoudre.
- Amener les élèves à mieux comprendre le **problème** mathématique.
- Amener les élèves à ne pas sauter trop rapidement aux calculs.
- Faciliter la correction (basée sur la réalisation de chaque étape de la démarche).

16. À votre avis, y-a-t-il des inconvénients rattachés à la démarche que vous utilisez dans votre classe? Veuillez choisir les <u>deux réponses</u> qui décrivent le mieux votre point du vue (en ordre).

- Oui, ça peut occasionner un deuxième problème chez l'élève, celui de savoir comment appliquer la démarche (ex.: quelles étapes il doit appliquer et dans quel ordre).
- Oui, c'est long à faire.
- Oui, ça peut être inutile pour certains élèves.
- Oui, ça peut décourager certains élèves (ex.: baisse de motivation, perte d'intérêt).
- Non, je n'y vois pas d'inconvénient.

17. Quelles sont vos exigences par rapport à l'utilisation et à l'application de la démarche que vous privilégiez dans votre classe? Cochez le choix qui décrit le mieux vos exigences.

- Je modélise une séquence à suivre et j'exige que **toutes** les étapes soient appliquées et ce, dans **le même ordre** qu'elles ont été modélisées.
- Je modélise une séquence à suivre et j'exige uniquement que **certaines** étapes soient appliquées, et ce, **peu importe l'ordre**.
- Je modélise une séquence à suivre, mais je ne l'exige pas. Je **recommande** seulement aux élèves de l'appliquer.
- Je n'enseigne **pas** de séquence à suivre.

18. Quelle importance accordez vous aux éléments du contexte (l'histoire) n'étant pas essentiels à la résolution du problème?

- J'y accorde **une grande importance** parce que le contexte aide **souvent** à mieux comprendre le problème mathématique.
- J'y accorde **un peu d'importance** parce que le contexte aide **parfois** à mieux comprendre le problème mathématique.
- Je n'y accorde **pas d'importance** parce que le but est de cibler les **données essentielles** à la résolution du problème.

ANNEXE 6

Exemple de production d'élève analysée (phase 2)

4. Sophie est une grande athlète. Bientôt, elle participera à une importante compétition. Évidemment, elle souhaite remporter la médaille d'or. Afin de bien se préparer, elle s'entraîne sur une piste cyclable qui est située tout près de chez elle. Sophie fait 4 tours de piste par jour, tous les jours sauf le samedi. Elle nage aussi 1 km tous les jeudis. Elle espère que s'entraîner sur cette piste de 2 km la fera gagner. Combien de kilomètres Sophie court-elle par semaine?

TRACES DE LA DÉMARCHE :

- 4 Tours de 2 Km chaque ~~jour~~ sauf le samedi
- 1Km de nage chaque jeudi

Combien parcour-t- elle de Km chaque semaine

$4 \times 2 = ?$ $8 + 1 = ?$

$$\begin{array}{r} 4 \\ \times\ 2 \\ \hline 8 \end{array} \qquad \begin{array}{r} 8 \\ +\ 1 \\ \hline 9 \end{array}$$

elle parcour 9 Km chaque semaine

Résultat : Sophie court __1__ kilomètres par semaine.

ANNEXE 7

Courriel de recrutement adressé aux directions (phase 3)

Objet : Projet de doctorat en lien avec la résolution de problèmes mathématiques

Bonjour ______________,

Je m'appelle Marie-Pier Goulet et je suis étudiante au doctorat en didactique des mathématiques à l'Université du Québec à Rimouski (UQAR, Campus de Lévis). Mon projet doctoral, qui est financé par le Conseil de recherches en sciences humaines du Canada (CRSH), vise à favoriser la réussite des élèves de quatrième année en résolution de problèmes écrits de mathématiques. Je travaille sous la direction des professeurs Dominic Voyer de l'UQAR et Lieven Verschaffel de l'Université Catholique de Louvain en Belgique (Katholieke Universiteit Leuven).

Je débute actuellement la troisième phase de l'étude qui a pour objectif d'explorer les effets possibles de l'utilisation d'une démarche de résolution de problèmes mathématiques de type « *ce que je cherche, ce que je sais, ce que je fais »*, telle que proposée dans plusieurs collections de manuels mathématiques. Pour les besoin de l'étude, je suis à la recherche de dix classes de quatrième année. Les classes participantes devront être des classes dans lesquelles les enseignants utilisent cette démarche.

Au total, deux périodes sont prévues afin d'administrer les questionnaires aux élèves, à raison d'une période par semaine durant deux semaines consécutives. Les enseignant(e)s qui manifesteront leur intérêt à participer au projet seront contacté(e)s personnellement afin de déterminer les dates des rencontres. Le début de l'étude est prévu dans la semaine du 2 novembre 2015.

Je vous contacte aujourd'hui afin de connaître votre intérêt et celui des enseignant(e)s de quatrième année de votre école à participer à cette étude. Je prendrai en charge l'animation des rencontres. Ainsi, aucune préparation ne sera requise de la part des enseignant(e)s durant ces périodes. Ils pourront décider de rester ou de quitter leur classe ; ce choix est laissé à leur discrétion.

Une réponse de votre part (par courriel ou par téléphone) serait grandement appréciée, que celle-ci soit positive ou non. N'hésitez pas à me contacter pour toute question. Il me fera plaisir de vous répondre et de vous fournir de plus amples détails au sujet du projet.

Merci à l'avance de votre précieuse collaboration.

Au plaisir de vous rencontrer et de travailler avec vous !

Marie-Pier Goulet
Étudiante au doctorat
Didactique des mathématiques
Université du Québec à Rimouski, Campus de Lévis
marie-pier.goulet@uqar.ca
(418) 833-8800 poste 3362

ANNEXE 8

Tâche A : version 1

UQAR

Campus de Lévis

Novembre 2015

Résolution de problèmes

Nom : ____

École : ______________________ *Groupe :* ________________

DIRECTIVES

- Lis chacune des questions et réponds au meilleur de ta connaissance.
- Réponds directement sur le questionnaire.
- **Assure-toi de remplir les 4 cases de la démarche.**
- La calculatrice est interdite.
- Quand tu as terminé, lève ta main.

QUESTION 1

Sandrine et ses sœurs jumelles se rendent au magasin pour acheter un cadeau à leur mère pour souligner la fête des mères. Elles veulent lui offrir une envolée en montgolfière. Si le prix de l'envolée est de 45$ par personne, et qu'elles souhaitent accompagner leur mère, combien devront-elles payer pour vivre cette expérience?

CE QUE JE CHERCHE	CE QUE JE SAIS
CE QUE JE FAIS (CALCULS, DEMARCHE)	RÉPONSE

QUESTION 2

Sophie est une grande athlète de course à pieds. Bientôt, elle participera à une importante compétition où elle souhaite repartir avec la médaille d'or! Afin de bien se préparer, elle s'entraîne sur une piste extérieure qui est située tout près de chez elle. La piste mesure 2 km de distance. Sophie fait 4 tours de piste par jour, tous les jours de la semaine sauf le samedi. Elle nage aussi 1 km tous les jeudis. Combien de kilomètres Sophie court-elle sur cette piste par semaine?

CE QUE JE CHERCHE	CE QUE JE SAIS
CE QUE JE FAIS (CALCULS, DEMARCHE)	RÉPONSE

QUESTION 3

Par une belle journée de juillet, Alexandre et son père décident de faire une course à pieds pour savoir lequel est le plus rapide. Alexandre propose de courir la distance entre l'entrée de leur maison et le coin de leur rue. Le père d'Alexandre est convaincu qu'il gagnera la course parce qu'il est beaucoup plus grand que son fils. Hélène attend son fils et son mari au coin de la rue pour calculer les temps. Les résultats sont les suivants : Alexandre a couru la distance en 17 secondes, ce qui représente 8 secondes de moins que son père. Quel est le temps du père d'Alexandre?

CE QUE JE CHERCHE	CE QUE JE SAIS
CE QUE JE FAIS (CALCULS, DEMARCHE)	RÉPONSE

QUESTION 4

À 10 heures du matin, la boulangère remplit à nouveau son comptoir en y déposant 80 petits pains. À 16 heures, elle calcule qu'elle a vendu 65 petits pains. La moitié des pains vendus sont des pains au blé. Au moment de la fermeture, elle remarque qu'il reste 20 petits pains dans son comptoir. Combien de petits pains se trouvaient dans son comptoir avant qu'elle en ajoute à 10h?

CE QUE JE CHERCHE	CE QUE JE SAIS
CE QUE JE FAIS (CALCULS, DEMARCHE)	RÉPONSE

ANNEXE 9

Tâche A : version 2

UQAR

Campus de Lévis

Novembre 2015

Résolution de problèmes

Nom : ____________________

École : ____________________ *Groupe :* ____________________

DIRECTIVES

- Lis chacune des questions et réponds au meilleur de ta connaissance.
- Réponds directement sur le questionnaire.
- La calculatrice est interdite.
- Quand tu as terminé, lève ta main.

QUESTION 1

Sandrine et ses sœurs jumelles se rendent au magasin pour acheter un cadeau à leur mère pour souligner la fête des mères. Elles veulent lui offrir une envolée en montgolfière. Si le prix de l'envolée est de 45$ par personne, et qu'elles souhaitent accompagner leur mère, combien devront-elles payer pour vivre cette expérience?

TRACES DE LA DÉMARCHE

QUESTION 2

Sophie est une grande athlète de course à pieds. Bientôt, elle participera à une importante compétition où elle souhaite repartir avec la médaille d'or! Afin de bien se préparer, elle s'entraîne sur une piste extérieure qui est située tout près de chez elle. La piste mesure 2 km de distance. Sophie fait 4 tours de piste par jour, tous les jours de la semaine sauf le samedi. Elle nage aussi 1 km tous les jeudis. Combien de kilomètres Sophie court-elle sur cette piste par semaine?

TRACES DE LA DÉMARCHE

QUESTION 3

Par une belle journée de juillet, Alexandre et son père décident de faire une course à pieds pour savoir lequel est le plus rapide. Alexandre propose de courir la distance entre l'entrée de leur maison et le coin de leur rue. Le père d'Alexandre est convaincu qu'il gagnera la course parce qu'il est beaucoup plus grand que son fils. Hélène attend son fils et son mari au coin de la rue pour calculer les temps. Les résultats sont les suivants : Alexandre a couru la distance en 17 secondes, ce qui représente 8 secondes de moins que son père. Quel est le temps du père d'Alexandre?

TRACES DE LA DÉMARCHE

QUESTION 4

À 10 heures du matin, la boulangère remplit à nouveau son comptoir en y déposant 80 petits pains. À 16 heures, elle calcule qu'elle a vendu 65 petits pains. La moitié des pains vendus sont des pains au blé. Au moment de la fermeture, elle remarque qu'il reste 20 petits pains dans son comptoir. Combien de petits pains se trouvaient dans son comptoir avant qu'elle en ajoute à 10h?

TRACES DE LA DÉMARCHE

ANNEXE 10

Modifications apportées suite à la pré-expérimentation des tâches A, B et C

➢ TÂCHE A

Problème 2

(Avant)

Sophie est une grande athlète. Bientôt, elle participera à une importante compétition. Évidemment, elle souhaite remporter la médaille d'or. Afin de bien se préparer, elle s'entraîne sur une piste cyclable extérieure qui est située tout près de chez elle. Sophie fait 4 tours de piste par jour, tous les jours sauf le samedi. Elle nage aussi 1 km tous les jeudis. Elle espère que s'entraîner sur cette piste de 2 km la fera gagner. Combien de kilomètres Sophie court-elle par semaine?

(Après)

Sophie est une grande athlète de course à pieds. Bientôt, elle participera à une importante compétition où elle souhaite repartir avec la médaille d'or! Afin de bien se préparer, elle s'entraîne sur une piste extérieure qui est située tout près de chez elle. La piste mesure 2 km de distance. Sophie fait 4 tours de piste par jour, tous les jours de la semaine sauf le samedi. Elle nage aussi 1 km tous les jeudis. Combien de kilomètres Sophie court-elle sur cette piste par semaine?

Problème 3

(Avant)

Par une fraiche journée de juillet, Alexandre et Jérôme décident de faire une course à pieds pour savoir lequel est le plus rapide. Alexandre propose de courir la distance entre l'entrée de leur maison et le coin de leur rue. Jérôme est convaincu qu'il gagnera le concours parce qu'il est plus vieux qu'Alexandre. Alain attend ses fils au coin de la rue pour calculer les temps. Les résultats sont les suivants : Alexandre a couru la distance en 17 secondes, ce qui représente 8 secondes de moins que Jérôme. Quel est le temps de Jérôme?

(Après)

Par une belle journée de juillet, Alexandre et son père décident de faire une course à pieds pour savoir lequel est le plus rapide. Alexandre propose de courir la distance entre l'entrée de leur maison et le coin de leur rue. Le père d'Alexandre est convaincu qu'il gagnera la course parce qu'il est beaucoup plus grand que son fils. Hélène attend son fils et son mari au coin de la rue pour calculer les temps. Les résultats sont les suivants : Alexandre a couru la distance en 17 secondes, ce qui représente 8 secondes de moins que son père. Quel est le temps du père d'Alexandre?

- **TÂCHE B**

Problème 2

(Avant)

Sophie est une ______ (artiste, athlète, chanteuse) qui participera bientôt à ______ (un spectacle, une exposition, une compétition). Elle vise la ______ (première, deuxième, troisième) place sur le podium. Pour atteindre son rêve, Sophie s'entraîne sur une piste cyclable qui est située ______ (dans le gymnase de son école, dans son quartier, à l'autre bout de la ville). Sophie se rend sur la piste cyclable ______ (tous les jours de la semaine, cinq jours par semaine, six jours par semaine). Sophie est avant tout une grande coureuse, mais elle pratique aussi ______ (la natation, la bicyclette, la danse).

Dans ce problème, on voulait savoir le nombre de kilomètres que Sophie ______ (nage, court pédale) par semaine.

(Après)

Sophie est une ______ (artiste, athlète, chanteuse) qui participera bientôt à ______ (un spectacle, une exposition, une compétition). Son but est de ______ (courir sans arrêter, battre son propre record, gagner la première place). Pour atteindre son but, Sophie s'entraîne sur une piste qui est située ______ (dans le gymnase de son école, dans son quartier, à l'autre bout de la ville). Elle se rend sur la piste ______ (tous les jours de la semaine, cinq jours par semaine, six jours par semaine). Sophie est avant tout une grande coureuse, mais elle pratique aussi ______ (la natation, la bicyclette, la danse).

Dans ce problème, on voulait savoir le nombre de kilomètres que Sophie ______ (nage, court, pédale) par semaine.

Problème 3

(Avant)

Par une fraiche journée ______ (de printemps, d'automne, d'été), Alexandre et son ______ (ami, cousin, frère) Jérôme décident de faire une course ______ (à pieds, à vélo, à patins) pour savoir lequel est le plus rapide. Ils décident de courir la distance entre l'entrée ______ (de leur école, de leur maison, de l'épicerie) et le coin de leur rue. Jérôme pense qu'il gagnera la course parce qu'il est le plus ______ (grand, vieux, sportif). Selon les résultats obtenus, Alexandre a couru la distance en 17 secondes tandis que Jérôme a couru la distance en 8 secondes ______ (de plus, de moins).

Dans ce problème, on voulait savoir ______ (le temps de Jérôme, le temps d'Alexandre, le temps du gagnant).

(Après)

Par une belle journée ______ (de printemps, d'automne, d'été), Alexandre et son père décident de faire une course ______ (à pieds, à vélo, à patins) pour savoir lequel est le plus rapide. Ils décident de courir la distance entre l'entrée ______ (de leur école, de leur maison, de l'épicerie) et le coin de leur rue. Le père d'Alexandre pense qu'il gagnera la course parce qu'il est plus ______ (vieux, sportif, grand). Les temps ont été calculés par ______ (la sœur, la mère, la tante) d'Alexandre. Selon les résultats obtenus, Alexandre a couru la distance en 17 secondes tandis que son père a couru la distance en 8 secondes ______ (de plus, de moins).

Dans ce problème, on voulait savoir ______ (le temps du père, le temps d'Alexandre, le temps du gagnant).

- **TÂCHE C**

Affirmation 6

(Avant)

Pour résoudre correctement un problème écrit de mathématique, je dois suivre chaque étape que m’a montrée mon enseignant(e) dans le bon ordre.

(Après)

Résoudre un problème écrit de mathématiques, c'est suivre des étapes dans un ordre bien précis.