La littérature jeunesse pour enseigner les mathématiques : résultats d'une expérimentation en première année

Dominic Voyer
Université du Québec à Rimouski

Natalie Lavoie
Université du Québec à Rimouski

Marie-Pier Goulet
Université du Québec à Rimouski

Marie-Pier Forest
Université du Québec à Rimouski

Canadian Journal of Education / Revue canadienne de l'éducation 41:3 (2018)

www.cje-rce.ca

Résumé

L'étude a pour but d'élaborer et d'évaluer une approche d'enseignement de la numération positionnelle en recourant à la littérature jeunesse. Une série de contes pour enfants a été écrite dans laquelle les personnages rencontrent des problèmes où les mathématiques seront utiles pour les résoudre. Un devis quasi expérimental avec groupes témoin et expérimental a été utilisé pour évaluer l'approche auprès d'élèves de première année provenant de milieux défavorisés. Les analyses montrent que les élèves du groupe expérimental avaient une meilleure compréhension conceptuelle de la numération positionnelle à la suite de l'intervention que les élèves du groupe témoin.

Mots-clés : mathématiques, primaire, numération positionnelle, littérature jeunesse, milieux défavorisés

Abstract

The aim of the study is to develop and evaluate a base-ten system teaching approach through youth literature. A series of children's short stories have been written, in which the characters encounter problems that can be solved using mathematics. A quasi-experimental design with control and experimental groups was used to assess the approach with first-grade students from disadvantaged areas. Analyses show that students in the experimental group had a better conceptual understanding of the base-ten system following the implementation of the approach compared to the control group.

Keywords: numeracy, mathematics, primary education, number concepts, place value, youth literature, low-income

Introduction

La réussite scolaire des élèves issus de milieux défavorisés a fait l'objet de plusieurs études au cours des dernières années, rapportant un écart important entre ces élèves et leurs pairs plus avantagés économiquement (Bradley & Corwyn, 2002; Davis-Kean, 2005; Duncan, Brooks□Gunn, & Klebanov, 1994; Jordan, Kaplan, Ramineni, & Locuniak, 2009; OCDE, 2012). Les élèves provenant de ces milieux accuseraient notamment un retard au regard de leurs compétences en mathématiques, et ce, dès la petite enfance (Jordan et al., 2009 ; Starkey, Klein, & Wakeley, 2004). Un regard sur les études qui se sont intéressées plus largement à une intervention précoce en mathématiques auprès des élèves en difficulté nous a conduits à développer et à mettre à l'épreuve une intervention utilisant la littérature jeunesse pour enseigner un concept de base clé en mathématiques, la numération positionnelle, à des élèves de milieux défavorisés.

Problématique

Les enseignants, les gestionnaires de milieux éducatifs et les chercheurs sont nombreux à dire qu'il est important d'intervenir, et de le faire tôt, pour favoriser la réussite scolaire des élèves, et particulièrement de ceux issus de milieux défavorisés. Le décalage, que ces élèves pourraient avoir par rapport aux autres élèves, leur apporte non seulement des difficultés additionnelles au moment de l'entrée à l'école, mais aussi tout au long de leur parcours scolaire. Une étude longitudinale menée par Jordan et ses collègues (2009), au cours de laquelle ils ont suivi 196 élèves de la maternelle à la troisième année, montre qu'un écart existe dès le début du parcours scolaire et, en outre, que cet écart persiste avec les années. Dans cette étude, les élèves ont été évalués sur leurs compétences numériques et leur rendement en mathématiques sur une période de quatre ans. Les tâches évaluant les compétences numériques demandaient aux élèves de compter, de reconnaitre et de comparer des nombres, d'effectuer des calculs et de résoudre des problèmes écrits. À toutes ces tâches, les élèves provenant de milieux défavorisés ont obtenu des résultats significativement inférieurs à leurs pairs provenant de milieux plus avantagés économiquement. À la fin de la troisième année, ils sont demeurés plus faibles que leurs pairs au regard de leur rendement en mathématiques (Jordan et al., 2009).

Ces constats sont d'autant plus inquiétants qu'une méta-analyse menée par Duncan et al. (2007) à partir des résultats de six études longitudinales conclut que les connaissances mathématiques que possèdent les élèves à leur entrée à l'école seraient le prédicteur le plus fort pour juger de leur rendement scolaire futur, suivi de l'habileté en lecture et de l'attention. En contexte québécois, une étude longitudinale portant sur le développement des enfants du Québec a révélé que les compétences de base en mathématiques des élèves de la maternelle sont fortement associées au rendement scolaire global en quatrième année (Pagani, Fitzpatrick, Belleau, & Janosz, 2011).

L'inégalité scolaire liée à une inégalité sociale est depuis longtemps source de préoccupations au Québec (Deniger, 2012). Il y a quelques années, le ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport (MELS) a publié son rapport intitulé *Agir autrement en mathématiques pour la réussite des élèves de milieu défavorisé* (MELS, 2012a), dans lequel il ciblait le besoin particulier d'intervenir au regard des compétences mathématiques des élèves issus de milieux défavorisés. Le Ministère reconnait que les compétences mathématiques des élèves jouent un rôle décisif au regard de leur réussite éducative. D'autres commissions nationales telles que le National Council of Teachers of Mathematics (NCTM, 2014), le National Mathematics Advisory Panel (NMAP, 2008) et le National Research Council (NRC, 2001), soulèvent que les élèves provenant de milieux défavorisés sont surreprésentés parmi les élèves en difficulté. Leurs recommandations vont dans le même sens que celles du MELS (2012a) : intervenir tôt et en mathématiques.

Par conséquent, certains auteurs ont voulu vérifier s'il était possible de prévenir des difficultés en mathématiques en intervenant tôt. Dyson, Jordan et Glutting (2013) ont vérifié l'effet d'une intervention précoce visant le développement des connaissances sur le nombre auprès de 121 élèves de la maternelle de milieux défavorisés. Les résultats montrent que les élèves du groupe expérimental ont obtenu un meilleur rendement en mathématiques que leurs pairs du groupe témoin à la suite de l'intervention. Ces différences se sont maintenues six semaines plus tard. Cette étude et d'autres similaires (Bryant et al., 2011 ; Jung, Hartman, Smith, & Wallace, 2013 ; Toll & Van Luit, 2014) montrent qu'il est possible de prévenir des difficultés ultérieures en mathématiques en intervenant sur les habiletés de base des élèves, dès leur entrée à l'école.

En somme, sachant (1) qu'à leur entrée à l'école, les compétences mathématiques des élèves provenant de milieux défavorisés sont inférieures à celles des élèves de milieux favorisés ; (2) que l'écart existant entre ces deux groupes d'élèves persiste en cours de scolarité ; (3) que les compétences mathématiques des élèves constituent un élément déterminant de leur réussite éducative ; et (4) qu'il est possible de prévenir des difficultés ultérieures en intervenant tôt, il apparait pertinent et nécessaire de bâtir et d'évaluer des interventions qui visent le développement des compétences mathématiques des élèves dès le début de leur parcours scolaire.

Numération positionnelle : un facteur de protection et un facteur de difficulté

Une numération est un « système » — référant ici à un ensemble de règles et de conventions — permettant de dire et d'écrire les nombres (Baruk, 1995). Bednarz et Janvier (1982) définissent la numération comme étant un processus par lequel on passe d'un nombre (représenté par une quantité d'objets) à sa représentation, cette représentation pouvant être chiffrée ou en mots. À l'école, la numération positionnelle est un concept clé qui renvoie à la compréhension de notre système de numération en base 10, fondé sur les principes de groupement, de position et d'échange. Parmi les concepts mathématiques à développer au primaire, celui de la numération positionnelle est reconnu comme étant l'un des plus déterminants dans l'apprentissage des mathématiques (Papadopoulos, 2013), spécialement en début de parcours scolaire (Moeller, Pixner, Zuber, Kaufmann, & Nuerk, 2011). L'importance attribuée au développement et à la compréhension de la numération positionnelle chez les élèves s'explique par le fait qu'une compréhension approfondie de ce concept constitue une base solide sur laquelle s'appuieront plusieurs autres apprentissages mathématiques en cours de scolarité (Moeller et al., 2011 ; NMAP, 2008 ; Sharma, 1993). Par exemple, l'élève qui possède une compréhension de la valeur de position des chiffres dans le nombre sera plus enclin à comprendre le «comment» et le «pourquoi» des différents algorithmes de calcul (addition, soustraction, multiplication et division) (Sharma, 1993), plutôt que d'appliquer une méthode apprise par cœur qui est totalement dépourvue de sens. Malheureusement, plusieurs études soulignent les difficultés rencontrées par les élèves au regard de l'acquisition de ce concept (Ball, Lubienski, & Mewborn, 2001 ; Camos, 2008 ; Dionne & Deblois, 1995 ; Gervasoni & Sullivan, 2007 ; Zuber, Pixner, Moeller, & Nuerk, 2009).

Pour certains, ces difficultés se manifestent par une compréhension incomplète de notre système de numération (Bicknell & Young-Loveridge, 2015 ; Dionne & Deblois, 1995).

Un modèle de compréhension de la numération positionnelle. La compréhension d'un concept peut être désignée non pas comme un état, mais plutôt comme un processus de construction dans lequel différents niveaux, correspondant à différents moments de cette construction, interviennent (Naghibi-Beidokhti, 2008). Un modèle développé par Herscovics et Bergeron (1982) permet de considérer l'apprentissage des concepts mathématiques comme un processus de construction à différents niveaux. Ce modèle comporte quatre niveaux : la compréhension intuitive, la compréhension procédurale, la compréhension abstraite et la compréhension formelle.

L'apprentissage d'un concept se fonde d'abord sur une compréhension intuitive, c'est-à-dire sur des connaissances informelles acquises parfois même avant le début de la scolarité (Herscovics & Bergeron, 1982). Savoir que, dans l'écriture d'un nombre entier, plus la quantité de chiffres est grande, plus le nombre est grand est un exemple d'intuition liée au concept de numération positionnelle. La compréhension procédurale réfère à l'apprentissage de procédures. À ce niveau, au regard de la numération positionnelle, l'enfant apprend notamment des méthodes pour comparer des nombres en s'appuyant sur la position des chiffres et leur valeur correspondante. Au niveau de la compréhension abstraite, l'enfant crée des invariants et fait des généralisations par rapport au système de nombres. Par exemple, il comprend qu'un même nombre peut être représenté de différentes façons, par exemple, le nombre «23», qui inclut 2 dizaines et 3 autres unités, peut aussi être représenté par «1 dizaine et 13 unités». Il généralise aussi le fonctionnement du système qu'il maitrise avec les unités et les dizaines aux unités d'ordre supérieur. Ainsi, s'il sait qu'une dizaine est formée de 10 unités, il pourra éventuellement généraliser que chaque position représente un paquet de 10 unités d'ordre inférieur. Finalement, la compréhension formelle réfère à l'apprentissage des codes conventionnels : utiliser correctement les termes «unité, dizaine, centaine» est un exemple d'apprentissage formel (Dionne & Deblois, 1995). Ces quatre éléments du modèle, appelés les «niveaux» par les auteurs, ne s'acquièrent pas d'une façon linéaire par les élèves. Un élève peut savoir appliquer des procédures, voire connaitre des règles formelles, sans nécessairement comprendre le concept sous-jacent à cette procédure ou à cette formalisation.

Un facteur de protection des apprentissages futurs : la compréhension conceptuelle. Le NCTM (2014) recommande de miser sur une compréhension conceptuelle, ou intégrée, des notions mathématiques allant au-delà de la seule compréhension procédurale. Non seulement l'élève devrait-il connaitre les procédures liées au concept et être en mesure de les appliquer, mais il devrait aussi comprendre les principes sous-jacents au concept et connaitre les contextes dans lesquels ils peuvent être utilisés. Le NRC (2001) va aussi dans cette direction en spécifiant qu'une compréhension conceptuelle inclut la capacité d'avoir différentes représentations du concept. En référence au modèle de Herscovics et Bergeron (1982), une façon de reconnaitre une compréhension conceptuelle chez l'élève serait de s'assurer d'observer des manifestations justes d'une compréhension intuitive et abstraite relative au concept. La manifestation d'une compréhension procédurale ou formelle ne reflète pas nécessairement une compréhension conceptuelle. Or, certains auteurs ont affirmé que lorsque les élèves ont des difficultés en mathématiques en début de scolarité, l'enseignant se tourne davantage vers l'atteinte d'une compréhension procédurale (Crosnoe et al., 2010). Cela n'est pas sans conséquence sur la suite du parcours scolaire de ces élèves, particulièrement lorsqu'il s'agit de la numération positionnelle. Le NMAP (2008) soutient que les difficultés dues à une compréhension incomplète du concept de numération positionnelle peuvent occasionner des difficultés dans l'apprentissage des fractions qui, de leur côté, engendreront par la suite des difficultés en algèbre, et ainsi de suite. Une compréhension conceptuelle de la numération positionnelle devient donc un facteur de protection des apprentissages futurs liés au domaine des mathématiques. Ainsi, intervenir au regard du concept de numération positionnelle, et ce, en misant sur l'atteinte d'une compréhension conceptuelle, semble être un choix judicieux pour agir de façon signifiante sur le développement des compétences mathématiques des élèves de milieux défavorisés en début de scolarité.

Programmes d'intervention en mathématiques en milieux défavorisés : le recours à la littérature jeunesse

Le besoin d'intervenir en mathématiques auprès des élèves de milieux défavorisés étant reconnu depuis maintenant plusieurs années, différents projets de recherche ont été menés afin d'évaluer l'efficacité des programmes d'intervention. Ces programmes visent à améliorer les habiletés en mathématiques des élèves issus de milieux défavorisés et, conséquemment, à réduire l'écart observé entre les différents milieux socioéconomiques. *Number World* (Griffin, 2004), *Project Good Start* (Doig, McCrae, & Rowe, 2003), *Pre-K Mathematics* (Klein, Starkey, & Ramirez, 2002), *Bridging the Numeracy Gap Project* (Gervasoni et al., 2010) et *Round the Rug Math: Adventures in Problem Solving* (Casey, Kersh, & Young, 2004) sont des exemples de programmes d'intervention ayant été élaborés dans ce sens.

Parmi ces programmes, celui de *Round the Rug Math : Adventures in Problem Solving* (Casey et al., 2004) a mis à profit la littérature jeunesse pour l'enseignement des mathématiques. Destiné aux enfants de la prématernelle à la deuxième année, ce programme combine la réalisation d'activités mathématiques de manipulation à la lecture orale de six histoires traitant chacune d'un contenu spécifique lié à la géométrie. Les auteurs définissent leurs histoires comme des sagas, qui sont en fait de longues aventures qui s'étendent sur une durée de six à huit leçons. Chaque leçon est présentée sous la forme d'un nouveau problème vécu par le personnage que l'élève doit aider afin de faire progresser l'histoire. Les personnages de l'histoire vivent différentes aventures qui sont toujours basées sur les précédentes, autant en matière d'intrigue que de concepts mathématiques. Les auteurs affirment que ce type d'histoire permet aux élèves de s'engager activement dans l'action, de s'investir dans la résolution des problèmes vécus par les personnages et de mobiliser leurs habiletés cognitives dans l'acquisition de nouvelles connaissances.

Au cours des dernières années, plusieurs chercheurs ont aussi choisi d'exploiter la littérature (contes, histoires, albums jeunesse, etc.) pour enseigner les mathématiques (Haack, 2011 ; Hong, 1996 ; Keat & Wilburne, 2009 ; Raymond, 1995). Certaines études se sont intéressées aux effets de l'utilisation de la littérature jeunesse sur l'intérêt et/ou l'engagement des élèves dans leurs apprentissages mathématiques (Haack, 2011 ; Hong, 1996 ; Raymond, 1995) alors que d'autres ont plutôt étudié les effets au regard du rendement général des élèves en mathématiques (Keat & Wilburne, 2009).

La littérature jeunesse pour l'enseignement des mathématiques : avantages et pièges à éviter. Des chercheurs ont évoqué différentes raisons pour justifier l'apport de la littérature jeunesse dans l'enseignement des mathématiques. Plusieurs soulignent le caractère motivationnel pouvant être associé à la lecture d'histoires auprès des enfants.

Selon Clarke (2002), les livres peuvent être utilisés en tant que catalyseur : l'histoire amène un contexte permettant aux élèves d'être plus engagés dans les différentes tâches mathématiques qui leur sont ensuite proposées. D'autres chercheurs soutiennent que les livres jeunesse peuvent aider les élèves à faire des liens entre les mathématiques «scolaires» et les mathématiques «de la vie courante» (Hong, 1996). Ils sont d'avis que les élèves associent souvent les mathématiques à des activités où ils doivent uniquement compter, faire des calculs et mémoriser une série de règles ou d'algorithmes. Or, lorsque les mathématiques sont travaillées par l'entremise de la littérature jeunesse, les élèves sont en mesure de comprendre davantage comment et pourquoi elles sont utiles dans la vie courante, ce qui favorise le transfert des connaissances dans leur quotidien. Dans la même lignée, certains affirment qu'au-delà de l'aspect académique, l'utilisation des livres pour enfants peut aussi contribuer à diminuer l'anxiété et les attitudes négatives souvent rattachées aux mathématiques (Tucker, Boggan, & Harper, 2010). Finalement, la littérature jeunesse peut aussi être utilisée dans le but d'amener les élèves à raisonner mathématiquement et à s'engager dans une démarche de résolution de problèmes, comme c'était le cas dans l'étude de Casey et ses collègues (2004) citée précédemment. Ces quelques exemples permettent de constater des avantages positifs à l'utilisation de la littérature jeunesse pour enseigner les mathématiques et que les raisons justifiant son utilisation sont multiples et variées. Dans le cadre de notre étude, nous avons donc choisi de recourir à ce média pour intervenir en mathématiques auprès des élèves issus de milieux défavorisés.

Puisque l'accent a été mis principalement sur les raisons pour lesquelles la littérature jeunesse est reconnue en tant que ressource pertinente pour enseigner les mathématiques, il importe maintenant de se questionner au sujet du choix des livres pouvant être exploités pour travailler les mathématiques de façon signifiante. Différentes options se trouvent à la disposition des enseignants quant aux choix des ressources pouvant servir à travailler les mathématiques par l'entremise de la littérature jeunesse. Après avoir analysé 122 livres jeunesse, Marston (2010) conclut qu'il existe trois principales catégories de livres pouvant être utilisés. Il peut s'agir (1) de livres dans lesquels les idées et les concepts mathématiques sont inclus intentionnellement et visent explicitement le développement de connaissances mathématiques, (2) de livres ayant été écrits d'abord pour divertir, mais dans lesquels des idées ou des concepts mathématiques ont été intégrés intentionnellement et (3) de livres ayant été écrits d'abord pour divertir, mais dans lesquels il est possible de dégager des contenus mathématiques accessoires ou non intentionnels. Cependant, il précise que la présence de concepts mathématiques dans un livre pour enfants ne suffit pas à conclure que le livre est nécessairement utile et pertinent à l'apprentissage des mathématiques. De leur côté, Griffiths et Clyne (1991) ont souligné que l'utilisation de la littérature jeunesse dans une visée d'enseignement des mathématiques consiste parfois à «éventrer une histoire dans l'intérêt des mathématiques» (Griffiths & Clyne, 1991, p. 44, traduction libre). Cette critique met en évidence le fait que certaines leçons mathématiques peuvent s'avérer inappropriées lorsque celles-ci sont rattachées à une histoire de façon impertinente ou triviale. Nous retenons des propos de Marston (2010) et de Griffiths et Clyne (1991) qu'il faut éviter que le livre ou l'histoire devienne un «prétexte» pour faire des mathématiques. Au contraire, la littérature jeunesse doit agir en tant que contexte signifiant afin de promouvoir et de développer les connaissances mathématiques des élèves. Le recours à des histoires dont le contenu narratif est riche offre un contexte permettant de supporter le raisonnement de l'élève : l'élève fait des allers-retours entre le contexte de l'histoire et ses connaissances mathématiques pour résoudre le problème (Moulin & Deloustal-Jorrand, 2015). Cependant, à la suite d'une recension des écrits effectuée dans le but de trouver des livres jeunesse permettant de travailler les mathématiques sans tomber dans le piège du prétexte, nous avons constaté la rareté de tels livres.

En somme, étant suffisamment convaincus de la pertinence de la littérature jeunesse pour enseigner les mathématiques, mais conscients des critiques adressées à l'égard de son utilisation parfois triviale, nous avons décidé de composer une série de quatre contes destinés aux élèves de première année, et écrits spécifiquement dans le but de travailler un concept de base en mathématiques, soit la numération positionnelle.

Nous avons ainsi choisi d'exploiter la littérature jeunesse, mais d'une façon différente de ce qui est généralement proposé dans les écrits scientifiques pour établir des liens entre les mathématiques et la littératie.

Objectifs de recherche

Les objectifs de l'étude étaient : 1) d'élaborer une intervention basée sur l'animation de contes écrits spécifiquement pour développer la compréhension conceptuelle de la numération positionnelle chez les élèves de première année du primaire de milieux défavorisés ; et 2) d'évaluer l'effet de l'intervention sur le développement de cette habileté spécifique en mathématiques.

Méthodologie

Devis de recherche

Un devis quasi expérimental de type prétest/posttest avec groupe témoin a été utilisé pour évaluer l'effet de notre intervention sur le niveau de compréhension de la numération positionnelle des élèves de première année. Ce type de devis comprend deux groupes de participants répartis d'une façon qui n'est pas purement aléatoire, où l'un participe à une intervention (le groupe expérimental) et l'autre n'y participe pas (le groupe témoin). Des prises de mesures sont effectuées auprès des deux groupes, soit avant (prétest) et après (posttest) l'expérimentation (Fortin, 2010). Le devis choisi implique donc trois variables : le niveau de compréhension de la numération positionnelle des élèves avant l'intervention (covariable), celui après l'intervention (variable dépendante), ainsi que la variable groupe (témoin ou expérimental ; variable indépendante).

Participants

Notre échantillon se compose de 157 élèves de première année du primaire (6-7 ans) provenant de neuf écoles de la province de Québec, plus précisément des régions du Bas-Saint-Laurent et de Chaudière-Appalaches. Les élèves constituant notre échantillon sont ceux dont les enseignants titulaires ont accepté de participer à notre expérimentation et dont le consentement des parents a été obtenu. Au total, dix classes de première année ont été impliquées dans le projet. Parmi ces dix classes, cinq formaient le groupe expérimental et cinq le groupe témoin. Étant donné que la population à l'étude était les élèves provenant de milieux défavorisés, les classes ont été choisies à partir des indices de défavorisation par école publiés par le MELS (2014). Toutes les écoles ayant pris part au projet se situaient entre les rangs déciles 8 et 10, le 10e rang représentant le niveau de défavorisation le plus élevé (MELS, 2014). Le groupe témoin était équivalent au groupe expérimental au regard du niveau socioéconomique. Pour les deux groupes, les enseignants avaient des formations et expériences similaires.

Intervention

Afin de soutenir le travail en classe lors de l'enseignement de la numération positionnelle, une intervention que l'on nomme *Des contes pour apprendre à compter* a été créée. Cette intervention s'appuie sur des contes présentant un contexte mathématique signifiant. Afin d'éviter que les contes soient uniquement des prétextes pour faire des mathématiques, ils ont été créés en suivant différents principes. Le premier principe a été de s'assurer que l'histoire en soi existe au-delà des problèmes mathématiques rencontrés par les personnages. Notre objectif était donc de créer des histoires qui pouvaient aussi être racontées (et demeurer intéressantes) sans que les activités mathématiques y étant associées soient vécues. Le deuxième principe visait à accorder une importance accrue aux personnages. Cinq personnages, présentant chacun des traits de caractère spécifiques, ont été créés et sont devenus les personnages principaux d'une série de contes. Le but était de leur donner vie en leur attribuant une personnalité distincte qui guiderait leurs gestes et paroles. Ainsi, les élèves allaient pouvoir découvrir leur personnalité en suivant leurs aventures d'un conte à l'autre. Ce principe est à l'image des séries télévisées pour enfants où les personnages principaux reviennent d'un épisode à l'autre. Finalement, le dernier principe a été d'élaborer les histoires en fonction des objectifs des activités mathématiques. Nous voulions aider les élèves à développer une compréhension conceptuelle de la numération positionnelle. Ainsi, nous nous sommes assurés de créer des activités mathématiques allant au-delà de l'enseignement de procédures ou de connaissances formelles, en proposant aussi des activités de l'ordre de l'intuition et de l'abstraction, comme proposé par Herscovics et Bergeron (1982).

Les quatre contes comportent dix activités à effectuer en cours de lecture. Ces activités permettent de travailler avec les élèves la numération positionnelle. Lors de leur réalisation, les élèves ont régulièrement recours à la manipulation, certaines études ayant fait ressortir que l'utilisation d'un matériel de manipulation facilitait, par exemple, la compréhension des concepts (Burns & Hamm, 2011 ; Hoover, 2012), précisément la compréhension de la numération positionnelle (Paris & Grinyer, 2013), et avait un effet positif sur la réussite des élèves en mathématiques (Ojose & Sexton, 2009).

Afin d'assurer la qualité des contes élaborés, une rencontre de concertation auprès de quatre enseignantes de première année a été réalisée. Cette rencontre avait pour objectif d'obtenir le point de vue des enseignantes au regard de la pertinence des histoires créées et du niveau de difficulté des textes. Nous avons donc bénéficié du savoir d'expérience de ces enseignantes, d'une part pour vérifier si, selon elles, les histoires créées sauraient susciter l'intérêt des élèves de première année et, d'autre part, si le niveau de difficulté des textes était adapté pour les élèves de leur classe. Les textes ont aussi été ajustés en tenant compte des critères de nivelage en lecture proposés par Fountas et Pinnell (2011) par rapport à la présentation du texte (mise en page, police, paragraphes), à la longueur du texte (nombre de mots par phrase, nombre de lignes par page et nombre de pages total), au vocabulaire (familiarité et simplicité des mots) et à la syntaxe (types de phrases, structure des phrases et temps des verbes).

Au terme de ces modifications, une préexpérimentation des deux premiers contes ainsi que l'animation de l'ensemble des dix activités mathématiques proposées dans notre intervention a été réalisée dans deux classes de première année. Ces préexpérimentations ont, elles aussi, occasionné certains changements qui nous ont permis d'obtenir une version définitive des quatre contes et des dix activités mathématiques y étant associées.

Formation et accompagnement des enseignantes. Considérant le caractère écologique de cette étude, les enseignantes des classes expérimentales ont elles-mêmes pris en charge l'intervention qui consistait à lire les contes et à animer les activités mathématiques. Ces enseignantes ont suivi deux journées de formation donnée par l'équipe de recherche concernant les principes à la base de l'intervention et de l'animation des contes. Pour expliquer les fondements de l'approche, le modèle de compréhension à quatre niveaux (Herscovics & Bergeron, 1982), adapté au concept de numération positionnelle par Dionne et Deblois (1995), a été présenté lors de la formation des enseignantes. Un guide d'accompagnement, présentant plus en détail la démarche d'animation des contes ainsi que les canevas des différentes activités, leur a été remis afin de mettre en place uniformément l'intervention dans les classes expérimentales. Le matériel à utiliser pour chaque activité leur a aussi été distribué. Les enseignantes ont utilisé le guide et le matériel avec tous leurs élèves sur une période de cinq semaines, à raison de deux activités par semaine. De plus, dans le but d'assurer la validité interne de la recherche, les chercheurs ont assuré un suivi hebdomadaire (échanges téléphoniques et par courriel) auprès des enseignantes. Les enseignantes des classes témoins ont, pour leur part, poursuivi leurs activités habituelles.

Déroulement. Les élèves des dix classes participantes ont été rencontrés à deux reprises, avant et après l'intervention, afin de réaliser deux évaluations, un prétest et un posttest, qui ont servi à mesurer leur rendement par rapport à la compréhension conceptuelle de la numération positionnelle. Ces tests ne portaient pas sur les activités vécues dans le cadre de l'approche par les contes. Les rencontres en groupe pour la passation des questionnaires, d'une durée de soixante minutes, ont eu lieu dans les classes respectives des élèves. Les tests ont été présentés à l'écrit, mais les consignes ont été lues par l'expérimentateur.

À la suite de la passation du prétest, les élèves des cinq classes témoins ont poursuivi leurs activités mathématiques selon les pratiques habituelles de la classe, alors que les élèves des cinq classes expérimentales ont vécu les activités proposées dans le cadre de notre intervention. Lors des activités en grand groupe, en sous-groupes ou individuelles, les élèves étaient appelés à aider les personnages à résoudre les différents problèmes rencontrés dans les contes. Puis, au terme des cinq semaines d'expérimentation, les élèves ont à nouveau été rencontrés pour la passation du posttest.

Instrument de mesure et analyse des données. Les instruments mesurant la compréhension conceptuelle de la numération positionnelle ont été préexpérimentés afin de vérifier la durée, le déroulement ainsi que la compréhension des élèves. Le prétest et le posttest, sous forme de questionnaires, évaluaient la compréhension conceptuelle de la numération positionnelle. Ces questionnaires ont été élaborés en s'inspirant de ce qui se retrouve normalement dans les manuels scolaires pour travailler la numération positionnelle, tout en portant une attention particulière à ce que les niveaux de compréhension de l'ordre de l'intuition et de l'abstraction (du tableau de compréhension de Herscovics et Bergeron [1982]) soient évalués. Puisque la compréhension conceptuelle inclut la compréhension procédurale, mais qu'une compréhension procédurale ne témoigne pas nécessairement d'une compréhension conceptuelle, il convenait de vérifier la compréhension conceptuelle des élèves en évaluant si leur compréhension se fondait sur des intuitions et sur la maitrise de certains invariants (abstraction). Un exemple de question du prétest évaluant la compréhension abstraite est présenté dans l'annexe I.

Chaque question était notée sur deux points en prenant en considération la réponse, la stratégie et la démarche. Le score maximum était de huit points. La moyenne et l'écart-type ont été calculés à partir des résultats obtenus à chacun des tests. Des analyses statistiques ont ensuite été réalisées à partir du logiciel SPSS (version 22). Des analyses de covariance (ANCOVA) ont été menées. Elles permettent de comparer les moyennes obtenues au posttest une fois qu'elles ont été ajustées selon le prétest.

Résultats

Dans le but de vérifier l'effet de notre intervention sur le rendement des élèves au regard de leur compréhension conceptuelle de la numération positionnelle, nous avons eu recours à un devis quasi expérimental à groupes non équivalents. La non-équivalence des groupes signifie que la sélection des participants n'a pas été randomisée. Nous avons mené des analyses de covariance (ANCOVA) afin de comparer les résultats des élèves des classes expérimentales à ceux des élèves des classes témoins lors du posttest, tout en contrôlant la différence de rendement initial des deux groupes avec les résultats obtenus lors du prétest.

Le tableau 1 présente les résultats descriptifs relatifs au rendement au prétest et au posttest. Globalement, nous constatons que les résultats au posttest sont inférieurs à ceux du prétest pour les deux groupes, suggérant que le posttest était d'un niveau de difficulté supérieur à celui du prétest. Nous pouvons aussi y observer que, dans notre échantillon, les élèves du groupe expérimental ont obtenu une moyenne supérieure aux élèves du groupe témoin au posttest. La différence entre les deux groupes passe de .195 point à l'avantage du groupe témoin au prétest à 1.303 point à l'avantage du groupe expérimental au posttest. Ces résultats descriptifs suggèrent que le groupe témoin se démarquait avantageusement du groupe expérimental avant l'expérimentation. L'analyse de covariance permet de rendre les deux groupes équivalents en ajustant les résultats obtenus au posttest en fonction de ceux obtenus au prétest. Une fois ajustées selon le prétest, les moyennes au posttest présentent une différence de 1.391 point à l'avantage du groupe expérimental. Les résultats de l'analyse de covariance ($F[1, 140] = 15.196$, $p < .001$) montrent que la différence entre les deux groupes est statistiquement significative. Afin de vérifier à quel point la différence peut être attribuable à l'intervention, nous pouvons interpréter la valeur de l'êta-carré partiel (η^2). Cet indice nous permet de connaitre la taille de l'effet de l'intervention. Un êta-carré partiel se situant autour de .06 nous indique que l'effet de l'intervention est modéré alors qu'un êta-carré partiel égal ou supérieur à .14 suggère un effet de grande force (Cohen, 1988). Dans le cas qui nous concerne, l'êta-carré partiel est de .10, ce qui suggère un effet modéré-fort de l'intervention. La figure 1 illustre bien la différence entre les deux groupes dans un intervalle de confiance à 95 %, différence qui est à l'avantage du groupe expérimental.

Tableau 1. Rendement des élèves selon le groupe avant et après l'intervention

Groupe	Prétest		Posttest		Moyenne au posttest ajustée selon le prétest	N
	Moyenne	Écart-type	Moyenne	Écart-type		
Expérimental	4.444	2.000	3.975	2.360	4.014	79
Témoin	4.639	1.861	2.672	2.344	2.623	64

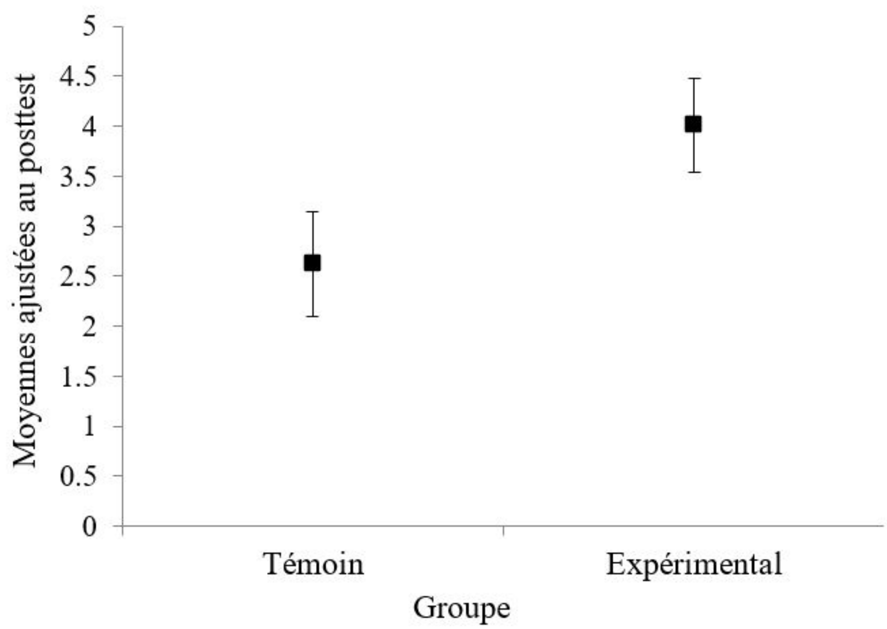

Figure 1. Graphique de la moyenne obtenue au posttest selon le groupe

Une préoccupation de cette étude était d'intervenir tôt auprès d'élèves de milieux défavorisés puisqu'ils sont reconnus plus à risque d'éprouver des difficultés en mathématiques que les élèves provenant de milieux plus favorisés. On observe que l'intervention expérimentée a eu des effets positifs. Pour aller plus loin avec cette préoccupation d'aider les élèves les plus en difficulté, il apparaissait pertinent de vérifier si l'intervention avait aussi été profitable aux élèves de l'échantillon se situant sous la moyenne au prétest. Pour ce faire, nous avons mené une seconde analyse de covariance en ne ciblant que les élèves ayant obtenu un résultat inférieur à la moyenne au prétest ($\bar{\chi} = 4.53$). Le tableau 2 présente les résultats descriptifs de ces élèves.

Tableau 2. Rendement des élèves se situant sous la moyenne (au prétest) à la suite de l'intervention

	Groupe	Prétest		Posttest		Moyenne au posttest ajustée selon le prétest	N
		Moyenne	Écart-type	Moyenne	Écart-type		
Élèves se situant sous la moyenne au prétest	Expérimental	3.231	1.262	3.330	2.276	3.336	50
	Témoin	3.316	1.068	1.865	1.964	1.856	37

Les résultats descriptifs montrent que, dans l'échantillon, la différence entre les deux groupes passe de .085 point à l'avantage du groupe témoin au prétest à 1.465 point à l'avantage du groupe expérimental au posttest. Cette différence est de 1.480 en faveur du groupe expérimental lorsque les moyennes au posttest sont ajustées selon les résultats obtenus au prétest. Les résultats de l'analyse de covariance (F [1, 84] = 10.184, p = .002) montrent que les élèves sous la moyenne (au prétest) du groupe expérimental se démarquent significativement de ceux du groupe témoin au regard de leur rendement au posttest. L'êta-carré partiel ($\eta^2 = .108$) nous indique encore un effet modéré-fort de l'intervention. Le graphique ci-dessous (voir figure 2) permet de bien voir la différence entre les deux groupes.

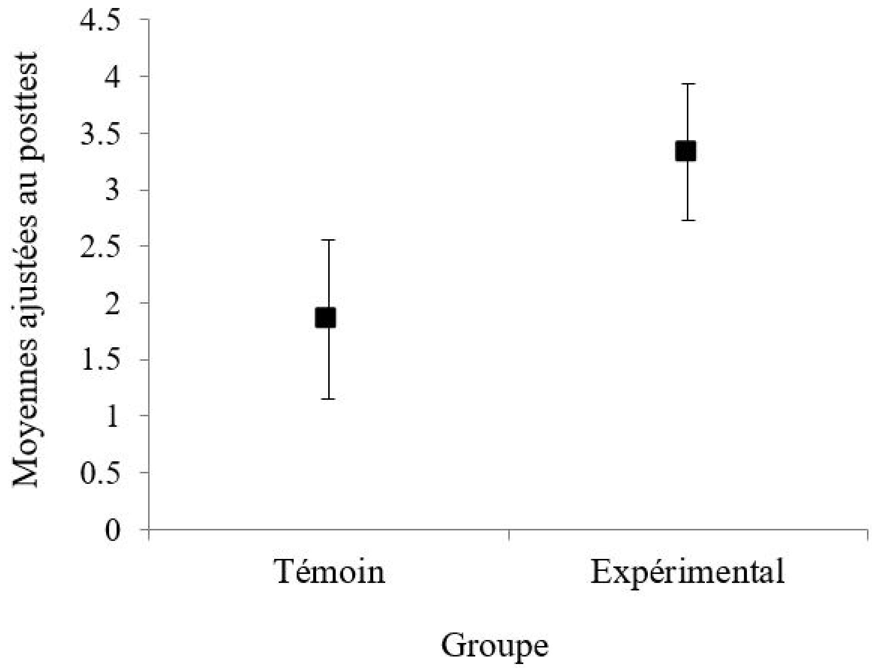

Figure 2. Graphique des résultats obtenus au posttest selon le groupe par les élèves ayant obtenu un résultat inférieur à la moyenne au prétest

En somme, les résultats obtenus montrent une augmentation du niveau de compréhension conceptuelle de la numération positionnelle chez les élèves des classes expérimentales. Une analyse supplémentaire nous a permis de constater que cette amélioration significative est également présente lorsque seuls les élèves de l'échantillon se situant sous la moyenne au prétest sont considérés.

Discussion

Les résultats obtenus dans le cadre de la présente étude font ressortir qu'il est possible d'accroitre de façon significative la réussite des premiers apprentissages en mathématiques d'élèves provenant de milieux défavorisés, et ce, par une intervention originale, basée sur des contes écrits spécifiquement pour développer la compréhension conceptuelle de la numération positionnelle. Dans ce qui suit, nous présentons en quoi nos résultats constituent un ajout original aux connaissances. Nous donnons également certaines pistes pour les expliquer.

Le premier objectif de la recherche était d'élaborer une intervention basée sur l'animation de contes écrits spécifiquement pour développer la compréhension conceptuelle de la numération positionnelle chez les élèves de première année du primaire de milieux défavorisés. À notre connaissance, aucune autre étude n'a vérifié l'effet d'une intervention recourant à la littérature jeunesse en tant que contexte (et non comme prétexte) pour l'enseignement des mathématiques auprès d'élèves du primaire. Les contes que nous avons élaborés sont des contextes au cours desquels les élèves recourent aux mathématiques pour aider les personnages de l'histoire à résoudre leurs problèmes. Pour venir en aide aux personnages, les élèves ne pouvaient pas simplement appliquer une connaissance apprise précédemment : ils devaient trouver quelles connaissances utiliser dans le contexte précis de l'histoire et savoir comment les articuler pour arriver à une solution (voir annexe II). Le fait que les histoires n'étaient pas de simples prétextes ou de longs problèmes écrits, mais bien des contextes réels, rendait les problèmes signifiants pour les élèves. D'ailleurs, des auteurs ont montré que le fait de pouvoir faire des allers-retours entre l'histoire et ses connaissances mathématiques est un contexte riche pour l'élève, contexte qui supporte son raisonnement mathématique (Moulin & Deloustal-Jorrand, 2015). Nous émettons l'hypothèse que puisque les histoires présentées aux élèves constituaient des contextes riches, ceux-ci ont stimulé leur raisonnement mathématique, permettant ainsi d'améliorer leur compréhension conceptuelle de la numération positionnelle.

Le deuxième objectif visait à évaluer l'effet de l'intervention. Nos résultats rejoignent entre autres ceux obtenus par Dyson, Jordan et Glutting (2013) qui montrent un meilleur rendement en mathématiques d'élèves de maternelle issus de milieux défavorisés à la suite d'une intervention précoce. Ils vont aussi dans le sens de ceux observés par Casey et ses collègues (2004) qui ont évalué l'effet de l'utilisation d'un de leurs livres pour enseigner les mathématiques. Les élèves ayant vécu l'approche se sont démarqués de leurs pairs qui ont suivi le curriculum régulier au regard de leurs habiletés mathématiques. Leur approche diffère toutefois de ce que nous avons proposé : la série de livres créée par ces auteurs avait pour contenu la géométrie et ne visait pas une compréhension conceptuelle.

Une autre hypothèse pour expliquer que l'approche ait favorisé une amélioration de la compréhension de la numération pourrait être liée à l'engagement des élèves. Bien que non mesuré, l'engagement des élèves a été relaté par les cinq enseignantes du groupe expérimental. Nous entendons par engagement ce qu'Archambault et Vandenbossche-Makombo (2014) définissent comme l'engagement comportemental. Pour ces auteurs, un tel engagement se traduit par une écoute active en classe et par l'investissement d'efforts lors des activités. Au cours de l'expérimentation de l'approche dans les classes, les enseignantes ont noté l'écoute des enfants pendant la lecture des histoires. Lorsque venait le temps de faire les activités mathématiques, les élèves s'investissaient davantage que pendant les activités habituelles, guidés par leur volonté de venir en aide aux personnages. Selon Archambault et Vandenbossche-Makombo (2014), un engagement comportemental favoriserait un meilleur rendement scolaire global. L'engagement comportemental relaté par les enseignantes dans le cadre de notre étude vient, selon nous, ajouter aux explications de l'effet de l'approche sur la compréhension des élèves.

Par ailleurs, nos résultats suggèrent que l'approche a non seulement été bénéfique à tous les élèves du groupe expérimental, mais qu'elle a aussi profité aux élèves ayant le rendement le plus faible de l'échantillon. Si les élèves, de façon générale, ont tendance à avoir de meilleures connaissances procédurales que conceptuelles (Kilpatrick, Swafford, & Findell, 2001), les élèves ayant un rendement plus faible en mathématiques auraient particulièrement de la difficulté à développer une compréhension conceptuelle des notions liées au nombre (Gersten et al., 2009). Conséquemment, le fait que même les élèves ayant un rendement plus faible en mathématiques aient bénéficié de l'approche en développant eux aussi une compréhension conceptuelle de la numération positionnelle est très prometteur. Un tel résultat peut, à notre avis, être expliqué par le fait que notre approche ne présentait «aucun risque pour les élèves», en ce sens où ce ne sont pas eux qui rencontraient les problèmes : ils venaient simplement en aide aux personnages (Casey et al., 2004). C'était ainsi moins risqué de faire face à l'échec. Un tel contexte peut expliquer que même les élèves ayant un rendement plus faible en mathématiques se soient engagés dans les activités mathématiques. L'intervention auprès de ces élèves consiste souvent en un morcèlement des tâches qui leur sont proposées (René de Cotret & Giroux, 2003) et à un contenu limité (Piquée, 2010). Cela les amènerait à se désengager des activités mathématiques (Cherel, 2005). L'approche par les contes proposée dans notre étude est à même de non seulement promouvoir l'engagement des élèves dans la tâche, mais aussi d'améliorer leur compréhension conceptuelle de la numération positionnelle. Il s'avère également pertinent de souligner que cette étude a montré l'impact potentiel d'une intervention intensive, menée sur une courte période (cinq semaines). Si l'intervention était plus longue, on peut présumer que les résultats pourraient être encore plus positifs.

Conclusion

L'expérience menée dans les classes de première année est selon nous concluante. Elle répond d'abord à un besoin d'avoir de nouvelles méthodes éprouvées pour faciliter l'apprentissage de la numération positionnelle, mais au-delà des résultats statistiques, il y a des élèves et des enseignantes qui ont véritablement fait des mathématiques à travers des contes. Les élèves et leur enseignante ont vécu une expérience différente d'enseignement de la numération positionnelle, une expérience qu'ils ne voulaient pas voir se terminer. Le contexte créé par les contes et les problèmes rencontrés par les personnages, auxquels les élèves se sont identifiés, a permis aux élèves de s'engager profondément dans la tâche mathématique. Même si cet aspect n'a pas été mesuré, il inspire de nouvelles réflexions, notamment au regard des suites à donner à ce projet. Si, au départ, nous voulions étudier les effets d'une intervention auprès d'enfants provenant de milieux économiquement défavorisés, les résultats et les constats nous amènent maintenant à penser à une utilisation plus large de l'approche et du matériel développés.

Références

Archambault, I. & Vandenbossche-Makombo, J. (2014). Validation de l'échelle des dimensions de l'engagement scolaire (ÉDES) chez les élèves du primaire [Validation of the Scale of the Dimensions of School Engagement among primary school students]. *Canadian Journal of Behavioural Science / Revue canadienne des sciences du comportement*, *46*(2), 275–288. https://doi.org/10.1037/a0031951

Ball, D. L., Lubienski, S., & Mewborn, D. (2001). Research on teaching mathematics: The unsolved problems of teachers' mathematics knowledge. Dans V. Richardson (dir.), *Handbook of Research on Teaching* (4e éd., p. 433–453). New York, NY: Macmillan.

Baruk, S. (1995). *Dictionnaire de mathématiques élémentaires : Pédagogie, langue, méthode, exemples, étymologie, histoire, curiosités* (Nouvelle éd.). Paris, France : Seuil.

Bednarz, N. & Janvier, B. (1982). The understanding of numeration in primary school. *Educational studies in mathematics*, *13*(1), 33–57. https://doi.org/10.1007/BF00305497

Bicknell, B. & Young-Loveridge, J. (2015). Young children's number line placements and place-value understanding. Dans M. Marshman, V. Geiger, & A. Bennison (dir.), *Mathematics education in the margins: Proceedings of the 38th Annual Conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia* (p. 101–108). Sunshine Coast, Australie : MERGA.

Bradley, R. H. & Corwyn, R. F. (2002). Socioeconomic status and child development. *Annual review of psychology*, *53*(1), 371–399. https://doi.org/10.1146/annurev.psych.53.100901.135233

Bryant, D. P., Bryant, B. R., Roberts, G., Vaughn, S., Pfannenstiel, K. H., Porterfield, J., & Gersten, R. (2011). Early numeracy intervention program for first-grade students with mathematics difficulties. *Exceptional Children*, *78*(1), 7–23. https://doi.org/10.1177/001440291107800101

Burns, B. A. & Hamm, E. M. (2011). A comparison of concrete and virtual manipulative use in third-and fourth-grade mathematics. *School, sciences and Mathematics*, *111*(6), 256–261. https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2011.00086.x

Camos, V. (2008). Low working memory capacity impedes both efficiency and learning of number transcoding in children. *Journal of Experimental Child Psychology*, *99*(1), 37–57. https://doi.org/10.1016/j.jecp.2007.06.006

Casey, B., Kersh, J. E., & Young, J. M. (2004). Storytelling sagas: An effective medium for teaching early childhood mathematics. *Early Childhood Research Quarterly*, *19*(1), 167–172. https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2004.01.011

Cherel, C. (2005). *Deux élèves en difficulté s'intègrent à une classe ordinaire le temps... des mathématiques*. Montréal, QC : Bande didactique.

Clarke, D. (2002). Making measurement come alive with a children's storybook: The story of Alexander. *Australian Primary Mathematics Classroom*, *7*(3), 9–13. Repéré à https://search.informit.com.au/documentSummary;dn=403118054194188;res=IELHSS

Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2e éd.). New York, NY: Lawrence Erlbaum Associates.

Crosnoe, R., Morrison, F., Burchinal, M., Pianta, R., Keating, D., Friedman, S. L., . . . The Eunice Kennedy Shriver National Institute of Child Health and Human Development (NICHD) Early Child Care Research Network. (2010). Instruction, teacher–student relations, and math achievement trajectories in elementary school. *Journal of Educational Psychology*, *102*(2), 407–417. http://dx.doi.org/10.1037/a0017762

Davis-Kean, P. E. (2005). The influence of parent education and family income on child achievement: the indirect role of parental expectations and the home environment. *Journal of family psychology*, *19*(2), 294–304. http://dx.doi.org/10.1037/0893-3200.19.2.294

Deniger, M.-A. (2012). Les politiques québécoises d'intervention en milieux scolaires défavorisés : regard historique et bilan critique. *Revue française de pédagogie*, (178), 67–84. Repéré à http://www.cairn.info/revue-francaise-de-pedagogie-2012-1-page-67.htm

Dionne, J. & Deblois, L. (1995). Modèle utilisé pour définir la compréhension des concepts mathématiques. Dans L. Saint-Laurent, J. Giasson, C. Simard, J. Dionne, É. Royer, & collaborateurs (dir.), *Programme d'intervention auprès des élèves à risque, une nouvelle option éducative* (p. 199–213). Montréal, Québec : Gaëtan Morin.

Doig, B., McCrae, B., & Rowe, K. (2003). *A good start to numeracy: Effective numeracy strategies from research and practice in early childhood*. Melbourne, Australie : Australian Council for Educational Research.

Duncan, G. J., Brooks‐Gunn, J., & Klebanov, P. K. (1994). Economic deprivation and early childhood development. *Child Development*, *65*(2), 296–318. http://dx.doi.org/10.1111/j.1467-8624.1994.tb00752.x

Duncan, G. J., Dowsett, C. J., Claessens, A., Magnuson, K., Huston, A., Klebanow, P., & Japel, C. (2007). School Readiness and later achievement. *Developmental Psychology*, *43*(6), 1428–1446. http://dx.doi.org/10.1037/0012-1649.43.6.1428

Dyson, N. I., Jordan, N. C., & Glutting, J. (2013). A number sense intervention for low-income kindergartners at risk for mathematics difficulties. *Journal of Learning Disabilities*, *46*(2), 166–181. https://doi.org/10.1177/0022219411410233

Fortin, M.-F. (2010). *Fondements et étapes du processus de recherche : méthodes quantitatives et qualitatives* (2e éd.). Montréal, QC : Chenelière éducation.

Fountas, I. C. & Pinnell, G. S. (2011). *Fountas and Pinnell benchmark assessment systems 1 and 2* (2e éd.). Portsmouth, NH : Heinemann.

Gersten, R., Chard, D. J., Jayanthi, M., Baker, S. K., Morphy, P., & Flojo, J. (2009). Mathematics instruction for students with learning disabilities: A meta-analysis of instructional components. *Review of Educational Research*, *79*(3), 1202–1242. https://doi.org/10.3102/0034654309334431

Gervasoni, A. & Sullivan, P. (2007). Assessing and teaching children who have difficulty learning arithmetic. *Educational & Child Psychology*, *24*(1), 40–53.

Gervasoni, A., Parish, L., Upton, C., Hadden, T., Turkenburg, K., Bevan, K., . . . Southwell, J. (2010). Bridging the Numeracy Gap for Students in Low SES Communities: The Power of a Whole School Approach. Dans L. Sparrow, B. Kissane, & C. Hurst (dir.), *Shaping the Future of Mathematics Education:*

Proceedings of the 33rd Annual Conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia (p. 202–209). Fremantle, Australie : MERGA. Repéré à https://www.researchgate.net/publication/257527947_Bridging_the_Numeracy_Gap_for_Students_in_Low_SES_Communities_The_Power_of_a_Whole_School_Approach

Griffin, S. (2004). Building number sense with number worlds: A mathematics program for young children. *Early Childhood Research Quarterly*, *19*(1), 173–180. https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2004.01.012

Griffiths, R. & Clyne, M. (1991). The power of story: Its role in learning mathematics. *Mathematics Teaching*, *135*(1), 42–45.

Haack, C. (2011). *Improving students mathematical enjoyment through math-related literature.* (Thèse de doctorat). Vancouver Island University, Colombie-Britannique.

Herscovics, N. & Bergeron, J. C. (1982). Des modèles de la compréhension. *Revue des sciences de l'éducation*, *8*(3), 576–596. http://dx.doi.org/10.7202/900392ar

Hong, H. (1996). Effects of mathematics learning through children's literature on math achievement and dispositional outcomes. *Early Childhood Research Quarterly*, *11*(4), 477–494. https://doi.org/10.1016/S0885-2006(96)90018-6

Hoover, S. (2012). Developing real-world mathematics through literacy. *Ohio Journal of school mathematics*, (65), 24–29. Repéré à https://kb.osu.edu/dspace/handle/1811/78211

Jordan, N. C., Kaplan, D., Ramineni, C., & Locuniak, M. N. (2009). Early math matters: kindergarten number competence and later mathematics outcomes. *Developmental psychology*, *45*(3), 850–867. http://dx.doi.org/10.1037/a0014939

Jung, M., Hartman, P., Smith, T., & Wallace, S. (2013). The effectiveness of teaching number relationships in preschool. *International Journal of Instruction*, *6*(1), 165–178. Repéré à https://eric.ed.gov/?id=ED539908

Keat, J. B. & Wilburne, J. M. (2009). The impact of storybooks on kindergarten children's mathematical achievement and approaches to learning. *US-China Education Review*, *6*(7), 61–67. Repéré à https://eric.ed.gov/?id=ED506319

Kilpatrick, J., Swafford, J., & Findell, B. (2001). *Adding it up: helping children learn mathematics*. Washington, DC: National Academy Press.

Klein, A., Starkey, P., & Ramirez, A. (2002). *Pre-K Mathematics Curriculum*. Glendale, IL: Scott Foresman.

Marston, J. (2010). Developing a framework for the selection of picture books to promote early mathematical development. Dans L. Sparrow, B. Kissane, & C. Hurst (dir.), *Shaping the Future of Mathematics Education: Proceedings of the 33rd Annual Conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia* (p. 383–390). Fremantle, Australie : MERGA. Repéré à https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED520914.pdf

Ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport (MELS). (2012). *Agir autrement en mathématiques pour la réussite des élèves en milieu défavorisé*. Québec, QC : Gouvernement du Québec. Repéré à http://www.education.gouv.qc.ca/fileadmin/site_web/documents/education/adaptation-scolaire-services-comp/SIAA_Math_reference_FR.pdf

Ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport (MELS). (2014). *Indices de défavorisation 2014-2015*. Québec, QC : Gouvernement du Québec. Repéré à http://www.education.gouv.qc.ca/fileadmin/site_web/documents/PSG/statistiques_info_decisionnelle/Indices_defavorisation_ecoles_2014_2015.pdf

Moeller, K., Pixner, S., Zuber, L., Kaufmann, L., & Nuerk, H.-C. (2011). Early place-value understanding as a precursor for late arithmetic performance – A longitudinal study on numerical development. *Research in Developmental Disabilities*, *32*(1), 1837–1851. https://doi.org/10.1016/j.ridd.2011.03.012

Moulin, M. & Deloustal-Jorrand, V. (2015). Building stories in order to reason and prove in mathematics class in primary school. Dans K. Krainer & M. Loka (dir.), *CERME9 : proceedings of the Ninth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education* (p. 156–163). Prague, République Tchèque : Charles University. Repéré à https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01281046/document

Naghibi-Beidokhti, M. (2008). *Un portrait de la compréhension du concept de la fraction : une étude exploratoire en Iran* (Thèse de doctorat). Université Laval, Québec.

National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2014). *Principles to actions: Ensuring mathematical success for all*. Reston, VA: Auteur.

National Mathematics Advisory Panel (NMAP). (2008). *Foundations for success: The final report of the National Mathematics Advisory Panel*. Washington, DC: U.S. Department of Education. Repéré à http://online.wsj.com/public/resources/documents/report3132008.pdf

National Research Council (NRC). (2001). *Adding it up: Helping children learn mathematics*. Washington, DC: National Academic Press.

Ojose, B. & Sexton, L. (2009). The effect of manipulative materials on mathematics achievement of first-grade students. *The mathematics educator*, *111*(6), 3–14. Repéré à https://pdfs.semanticscholar.org/969a/60abc0c32ec01c99f3a0c2ca0828e684dd01.pdf

Organisation de Coopération et de Développement Économiques (OCDE). (2012). *PISA : Les élèves en difficulté : pourquoi décrochent-ils et comment les aider à réussir ? Principaux résultats*. Repéré à http://www.oecd.org/pisa/keyfindings/PISA-2012-Les-eleves-en-difficulte.pdf

Pagani, L. S., Fitzpatrick, C., Belleau, L., & Janosz, M. (2011). Prédire la réussite scolaire des enfants en quatrième année à partir de leurs habiletés cognitives, comportementales et motrices à la maternelle. Dans *Étude longitudinale du développement des enfants du Québec (ÉLDEQ 1998-2010)* (Vol. 6, fascicule 1). Québec, QC : Institut de la statistique du Québec. Repéré à http://www.jesuisjeserai.stat.gouv.qc.ca/publications/fascicule_reussite_scol_fr.pdf

Papadopoulos, I. (2013). Using calculators for assessing pupils' conceptualization on place-value. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, *44*(4), 523–544. http://dx.doi.org/10.1080/0020739X.2012.756549

Paris, L. & Grinyer, V. (2013). Using arrow cards and base 10 equipment to improve pupils' understanding of place value. *Primary mathematics*, *17*(3) 6–10.

Piquée, C. (2010). Pratiques enseignantes envers les élèves en difficulté dans des classes à efficacité contrastée. *Revue française de pédagogie*, (1), 43–60. Repéré à http://www.cairn.info/article_p.php?ID_ARTICLE=RFPED_170_0043

Raymond, A. M. (1995). Engaging young children in mathematical problem solving: Providing a context with children's literature. *Contemporary Education*, *66*(3), 172–173. Repéré à https://eric.ed.gov/?id=EJ512830

René de Cotret, S. & Giroux, J. (2003). Le temps didactique dans trois classes de secondaire 1 (doubleurs, ordinaires, forts). *Éducation et francophonie*, *31*(2), 155–175. Repéré à http://www.acelf.ca/c/revue/pdf/XXXI_2_155.pdf

Sharma, M. C. (1993). Place value concept: how children learn it and how to teach it. *Math Notebook*, *10*(1–2), 2–26. Repéré à http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED380270.pdf

Starkey, P., Klein, A., & Wakeley, A. (2004). Enhancing young children's mathematical knowledge through a pre-kindergarten mathematics intervention. *Early Childhood Research Quarterly*, *19*(1), 99–120. https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2004.01.002

Toll, S. W. & Van Luit, J. E. (2014). Effects of remedial numeracy instruction throughout kindergarten starting at different ages: Evidence from a large-scale longitudinal study. *Learning and Instruction*, *33*, 39–49. https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2014.03.003

Tucker, C., Boggan, M., & Harper, S. (2010). Using children's literature to teach measurement. *Reading Improvement*, *47*(3), 154–161.

Zuber, J., Pixner, S., Moeller, K., & Nuerk, H.-C. (2009). On the language specificity of basic number processing: Transcoding in a language with inversion and its relation to working memory capacity. *Journal of Experimental Child Psychology*, *102*(1), 60–77. https://doi.org/10.1016/j.jecp.2008.04.003