



# Rapport de recherche

PROGRAMME ACTIONS CONCERTÉES

## La réussite en mathématiques au secondaire commence à la maternelle: Synthèse des connaissances sur les pratiques d'enseignement des mathématiques efficaces à la maternelle et au primaire pour réussir l'algèbre du secondaire?

### Chercheure principale

Elena Arkhipova, Université du Québec en Outaouais

### Cochercheurs

Annie Savard, Université McGill

Nathalie Silvia Anwandter Cuellar, Université du Québec en Outaouais

### Collaborateurs

Claudine Gervais, Commission scolaire des Grandes-Seigneuries

Marie-Sophie Gélinas, Commission scolaire de la Vallée-des-Tisserands

Valériane Passaro, Université de Montréal

Ildiko Pelczer, Université Concordia

Vanessa St-Jacques, étudiante à la maîtrise, UQO

Marie-Christine Gauthier, étudiante à la maîtrise, UQO

Alexandre Cavalcante, étudiant au doctorat, McGill

Azadeh Javaherpour, étudiante au doctorat, McGill

Ali Motlagh, étudiant au doctorat, McGill

Amélie Poulin, étudiante au baccalauréat, McGill

Steve Tremblay, étudiant au doctorat, UQAM

### Établissement gestionnaire de la subvention

Université du Québec en Outaouais

### Numéro du projet de recherche (synthèse des connaissances)

2019-OPZS-264486

### Titre de l'Action concertée

Programme de recherche sur la persévérance et la réussite scolaires

### Partenaires de l'Action concertée

Le Ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur (MEES)

et le Fonds de recherche du Québec – Société et culture (FRQSC)

## Titre

Remédier à la rupture arithmétique-algèbre

## Principale question de la recherche

Quelles sont, au Québec et ailleurs dans le monde, les pratiques reconnues comme efficaces de l'enseignement des mathématiques à la maternelle et au primaire pouvant prévenir les difficultés en mathématiques (algèbre) au secondaire?

## Principaux résultats et principales pistes de solution

Le développement de la pensée algébrique chez les élèves du primaire et du préscolaire a un grand potentiel dans l'élimination ou la diminution significative des difficultés en apprentissage de l'algèbre au niveau secondaire. Le problème de transfert entre l'arithmétique enseignée au primaire et l'algèbre enseignée au secondaire est bien connu partout dans le monde (ex. Kieran, 1989; Bednarz et Janvier, 1993). Depuis nombreuses années, les chercheurs dans différents pays expérimentent des approches de l'enseignement des mathématiques pour éliminer la rupture arithmétique-algèbre (Blanton et al., 2015; Mason, 2018; Carraher et Schliemann, 2018; Malara et Navarra, 2018; Schmittau, 2005). Influencés par ces recherches, certaines provinces canadiennes ont intégré des éléments de l'enseignement de la pensée algébrique dans leurs programmes de formation (ex. Ontario, Nouveau Brunswick). Au Québec, le *Programme de formation de l'école québécoise* (volet primaire et préscolaire en mathématique) n'explicite pas de notions algébriques. Toutefois, ce document propose plusieurs idées associées avec la pensée algébrique.

Le domaine de la didactique des mathématiques a accumulé une quantité importante d'information quant à la théorisation sur le sujet de la pensée algébrique au primaire. Des approches et des pratiques d'enseignement ont été expérimentées. Notre projet avait

## Programme Actions concertées

l'objectif d'analyser les données scientifiques disponibles et les synthétiser sous forme de recommandations concrètes sur des approches et des pratiques efficaces.

Nous avons consulté plus de cent vingt-six articles rigoureusement sélectionnés dans plus que trente revues et livres scientifiques ainsi que dans des rapports de recherches présentés lors de certains colloques scientifiques. La liste complète de références est fournie en annexe (Annexe II).

Nous avons identifié trois approches globales au problème de la rupture arithmétique-algèbre.

- *Algèbre comme arithmétique généralisée* est une approche qui stipule que la pensée algébrique doit s'appuyer sur une connaissance arithmétique et l'expérience numérique de l'élève. Donc, il faut que l'élève d'abord forme une connaissance numérique et arithmétique et ensuite la généralise pour former des notions algébriques.
- *Ligne d'algèbre dans le curriculum du primaire* est une approche stipulant que certaines notions et contextes importants à l'algèbre ne sont pas traités en arithmétique. Donc, il faut ajouter des activités spécifiques au curriculum du primaire (cette approche a été adaptée en Ontario et au Nouveau-Brunswick).
- *Pensée algébrique est à la base de l'arithmétique et de l'algèbre* est une approche qui stipule que les idées mathématiques les plus générales et fondamentales sont à la base de l'apprentissage de l'arithmétique et de l'algèbre. Donc, il faut viser premièrement le développement de ces idées fondamentales au primaire et au préscolaire.

Tout en nous appuyant sur les écrits scientifiques consultés, nous avons formulé neuf recommandations visant les changements désirables dans l'enseignement des

## Programme Actions concertées

mathématiques au primaire et au préscolaire pour remédier à la rupture arithmétique-algèbre et ainsi aux nombreuses difficultés des élèves du secondaire. Ces recommandations concernent l'enseignement des mathématiques au préscolaire et au primaire :

1. Mettre en place une solide formation spécifique pour les futurs enseignants du primaire et du préscolaire et les enseignants en poste.
2. Prioriser l'enseignement des mathématiques au préscolaire et au primaire d'un regard relationnel sur l'arithmétique, pour assurer l'accès des élèves aux idées et les principes mathématiques fondamentaux.
3. Introduire les lettres comme représentant des quantités dès le début de l'apprentissage, pour permettre une meilleure communication, et ainsi la généralisation et l'acquisition, des idées et des principes fondamentaux en mathématiques.
4. Promouvoir l'étude des problèmes mathématiques complexes, pour assurer le développement du raisonnement mathématique profond et flexible.
5. Exposer les élèves à des situations dans lesquelles des quantités co-varient pour préparer le développement des notions de fonction et de variable requises à l'algèbre.
6. Travailler davantage et de façon plus explicite la composante modélisation de la compétence à résoudre des problèmes pour renforcer l'élément généralisation dans chaque activité mathématique.
7. Favoriser l'apprentissage de méthodes de représentation permettant la modélisation, et ainsi la généralisation, pour armer les élèves avec des outils critiques de pensée mathématique.
8. Favoriser la discussion mathématique et la culture mathématique en classe, pour contribuer au développement de l'enfant dans le plan cognitive et social.
9. Varier l'enseignement selon la nature du contenu enseigné.

## Programme Actions concertées

Ces recommandations sont davantage expliquées dans l'Annexe I fournie avec le rapport.

Nous avons documenté et exemplifié les pratiques efficaces en formation de la pensée algébrique chez les jeunes élèves. Les résumés de ces pratiques sont fournis avec le rapport (Annexe III). Le Guide explicatif (Annexe IV) permettra aux professionnelles du domaine de s'informer plus en détail au sujet des pratiques d'enseignement suggérées.

Nos données suggèrent que les jeunes élèves ont un potentiel important dans le développement de la pensée algébrique et que ce potentiel est non exploité par l'enseignement régulier. Les très jeunes élèves ainsi que les élèves identifiés comme « ayant de difficultés en mathématique » peuvent profiter pleinement de l'enseignement orienté vers le développement de la pensée algébrique (ex., Lee, 2006; Luken, 2018; Warren, 2016). Les recherches consultées ne rapportent pas sur la différence (possible) entre les filles et les garçons quant au développement de la pensée algébrique. Nos recommandations sont, en général, alignées avec le programme de formation de l'école québécoise. Toutefois, les changements des pratiques enseignantes nécessitent une formation solide des professionnels du domaine de l'éducation.