

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC

ESSAI PRÉSENTÉ À
L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC EN OUTAOUAIS

COMME EXIGENCE PARTIELLE
DE LA MAÎTRISE EN ÉDUCATION

PAR
FATME DIAB

STRATÉGIES D'APPRENTISSAGE À ENSEIGNER AUX ÉLÈVES AYANT UN
« TDAH » POUR FAVORISER LEURS APPRENTISSAGES DANS UN CONTEXTE DE
RÉSOLUTION DE PROBLÈMES MATHÉMATIQUES

OCTOBRE 2020

Sommaire

Ce rapport de lecture expose les résultats exploratoires de la littérature sur les stratégies d'enseignement et d'apprentissage convenables aux élèves atteints d'un TDAH dans un contexte de résolution de problèmes mathématiques. Les caractéristiques que possèdent les élèves TDAH leur causent des difficultés d'apprentissage de mathématique et de résolution de problème. Ils possèdent cependant des forces et des capacités qui devraient être considérées lors de l'apprentissage. Nous cherchions également à trouver les meilleures stratégies qui s'allient avec leurs difficultés et leurs capacités. Nous avons procédé à une analyse thématique des documents retenus à partir des bases de données, afin de les catégoriser selon trois thèmes : la résolution de problème mathématique, l'enseignement efficace des élèves ayant un TDAH et les stratégies d'apprentissage. Les résultats sont divisés en deux sections. D'une part, les stratégies que les enseignants pourraient adopter auprès des élèves avec un TDAH pour un meilleur apprentissage. D'autre part, les stratégies que les élèves ayant un TDAH devraient apprendre à l'utiliser pendant une tâche de résolution de problème mathématique pour un résultat prometteur.

Remerciements

Je tiens à remercier ici toutes les personnes qui ont contribué directement ou indirectement à la rédaction de cet essai.

Je remercie ma tutrice, Julie Bergeron, sans qui ce projet n'aurait pas eu lieu. Elle m'a fourni les outils nécessaires à la réalisation de mon projet en m'accordant du temps, du soutien et de précieux commentaires et conseils tout au long de la rédaction. Madame Bergeron a fait preuve de rigueur, d'empathie, de générosité et de flexibilité pour m'amener à réaliser un travail de qualité.

Je remercie les professeurs de l'Université du Québec en Outaouais qui ont contribué à l'avancement de ce projet par les cours dispensés ou la correction de ce travail. Vos commentaires m'ont permis d'avancer dans la rédaction de mon projet de maîtrise. Je remercie particulièrement Monsieur Marco Barroca-Paccard et Madame Elena Polotskaia qui ont accepté de lire et d'évaluer mon essai.

Je remercie également mes parents et ma famille qui ont contribué à l'accomplissement de ma maîtrise en portant un intérêt à mon projet de recherche, en étant fiers de moi et en encourageant mon choix de poursuivre mes études. Ils ont toujours été là pour m'épauler et m'écouter. Un merci chaleureux à mon fiancé, Ali, qui m'a soutenue psychologiquement, partageant mes réussites, mes questionnements et mes moments de découragement.

Merci à vous tous !

Table des matières

Sommaire.....	ii
Remerciements	iii
Table des matières	iv
INTRODUCTION	1
PROBLÉMATIQUE.....	4
OBJECTIFS	8
CADRE CONCEPTUEL	10
Les stratégies d’enseignement et d’apprentissage.....	11
Le trouble de déficit d’attention avec hyperactivité (TDAH).....	12
La résolution de problèmes mathématiques chez les élèves ayant un TDAH	20
QUESTION DE PROJET.....	25
MÉTHODOLOGIE	27
SYNTHÈSE CRITIQUE	33
Les stratégies d’enseignement de résolution de problèmes mathématiques favorables auprès des élèves ayant un TDAH.....	34
Les stratégies d’apprentissage à acquérir par les élèves ayant un TDAH pour affiner leurs compétences à résoudre un problème mathématique	42
BILAN DES APPRENTISSAGES.....	50
L’atteinte de mes objectifs d’apprentissage et de développement professionnels	51
Apprentissages réalisés	52
CONCLUSION.....	55
RÉFÉRENCES	58

ANNEXES	65
Annexe A : Les cinq sous-étapes de la 4ème étape de la démarche méthodologique : l'étude et l'analyse de documents	66
Annexe B : Tableau récapitulatif des stratégies d'enseignement aux élèves avec un TDAH	68

INTRODUCTION

Ce projet est né de mon désir d'approfondir mes connaissances sur les méthodes d'apprentissage des élèves ayant un trouble de déficit de l'attention avec hyperactivité (TDAH). J'ai voulu comprendre les effets de ce trouble sur le cheminement scolaire et la réussite des élèves et comment un enseignant qualifié et compétent peut assurer la réussite des élèves vivant avec ce trouble.

Comme je n'ai aucune expérience ou formation en éducation spécialisée, j'ai d'abord suivi plusieurs formations en lien avec des élèves atteints de TDAH afin d'avoir les idées claires et précises et un bagage de connaissances suffisant sur ce sujet. J'ai réalisé qu'un élève ayant un TDAH n'est pas moins intelligent, mais il a une façon différente de percevoir les informations (Dulude, 2014). Par conséquent, il a des difficultés à s'adapter au milieu scolaire classique. Pour assurer sa réussite, il faut donc adapter les pratiques d'enseignement aux caractéristiques spécifiques de cet élève.

Un individu ayant un trouble de déficit de l'attention avec hyperactivité a du mal à réaliser ses apprentissages, ce qui peut être la cause de son échec dans certaines matières. Selon Barkley (2006), 90 % des élèves ayant un TDAH éprouvent des difficultés académiques et 25 à 50 % d'entre eux ont des troubles spécifiques d'apprentissage (en écriture, en mathématique, en orthographe et en lecture). On dit qu'un élève a des difficultés d'apprentissage lorsque ses habiletés en mathématique, en lecture ou en écriture sont significativement inférieures aux habiletés d'élèves du même âge, avec le même niveau scolaire et intellectuel (Lippé et Vanasse, 2008). Cependant, un élève avec un TDAH peut avoir des aptitudes et des forces sur lesquelles le personnel enseignant ou les orthopédagogues peuvent travailler avec lui pour réaliser son plein potentiel pour sa réussite scolaire (Climie et Mastoras, 2015). Ainsi Dulude (2014) propose de considérer le TDAH comme une force à rééquilibrer et non un manque à combler (Dulude, 2014), et c'est la perspective que j'adopte dans ce projet.

Dans ce rapport de lecture, je compte approfondir mes connaissances sur les difficultés et les aptitudes des élèves avec un TDAH, et les effets de ces difficultés et aptitudes dans leur

apprentissage des mathématiques plus spécifiquement. C'est l'une des matières où les élèves éprouvent souvent le plus de difficultés.

Le présent travail s'articule autour d'une problématique née de ma curiosité et de mes intérêts professionnels. Cette problématique, décrite dans la première section du travail, a été enrichie et encadrée par une revue de la littérature portant sur les caractéristiques et l'apprentissage des élèves ayant un TDAH. La deuxième section présente le cadre conceptuel. Il offre de définition de concepts liés à mes objectifs. La troisième section présente ma démarche méthodologique utilisée en lien avec mes objectifs et mon cadre conceptuel. La quatrième section porte sur l'analyse et la synthèse de résultats. La dernière section se penche sur mon bilan d'apprentissage, en retournant sur l'atteinte de mes objectifs d'apprentissage et la tenue d'un journal de bord. Cet essai se termine par une conclusion qui résumera les principaux éléments de cet essai.

PROBLÉMATIQUE

Cette section met en exergue mon questionnement et les objectifs de ce projet.

Le trouble de déficit de l'attention avec ou sans hyperactivité a attiré mon attention pour la première fois lorsque j'ai travaillé avec un enfant aux prises avec ce trouble. J'avais remarqué que cet élève, bien qu'il soit très actif, perdait facilement son attention lorsque venait le temps d'apprendre. Cependant, il comptait sur moi pour attirer son attention sur les éléments à apprendre et lui rappeler qu'il fallait se concentrer sur ce que j'étais en train de dire et ce que nous étions en train de faire. J'avais alors conclu que cet élève était capable d'apprendre si on utilisait des méthodes adaptées à ses capacités et en tenant compte de ses déficits. C'est de là que j'ai pensé à étudier des méthodes d'enseignement ou des stratégies d'apprentissage afin d'aider cet élève et tous les élèves ayant un TDAH dans leurs apprentissages.

Le TDAH est très répandu. Ce qui m'amène à penser que dans les années à venir je ferai face à un bon nombre d'élèves vivant avec ce trouble. Il est rapporté comme étant le trouble neuropsychologique le plus fréquent (Dellatolas, Watier, Giannopulu et Chevrier-Muller, 2007) et le plus souvent diagnostiqué (Faraone, Sergent, Gilbert et Biederman, 2003), avec un taux de prévalence de près de 5 % des enfants de la population générale (Nadeau, Normandeau et Massé, 2015). Au Québec, le TDAH est fréquemment diagnostiqué chez les enfants d'âge primaire (Barry, Lyman et Klinger, 2002) et il est présent chez près de 75 % des enfants qui reçoivent des services éducatifs pour des difficultés comportementales (Nadeau *et al.*, 2015). D'ailleurs, ce trouble peut contribuer à une déficience fonctionnelle dans les situations scolaires, professionnelles et sociales (White et Shah, 2011).

Dans les écoles québécoises, les élèves ayant un TDAH sont soumis aux mêmes programmes d'études que les autres, soit le Programme de formation de l'école québécoise (ministère de l'Éducation du Québec (MEQ), 2001). Ils doivent ainsi développer les mêmes compétences que les autres élèves. Cependant, l'apprentissage ne se fait pas aussi aisément chez eux, et leur enseigner pose des défis particuliers étant donné leurs déficits (Nadeau *et al.*, 2015). Par conséquent, les élèves avec un TDAH peuvent avoir de la difficulté à suivre le rythme

d'apprentissage ou de productivité de la classe qui demande un niveau élevé d'attention et de concentration (Nadeau et al., 2015). Ces élèves sont aussi les plus à risque d'échecs et de décrochage scolaire (Barry *et al.*, 2002). Selon le *Manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux* (DSM-IV-TR), les élèves ayant un TDAH réussissent dans moins de matières scolaires (Perreault, 2010) et obtiennent des niveaux plus faibles en lecture, en orthographe, en expression et en mathématique (Nadeau *et al.*, 2015).

Dans le cadre de notre travail, l'apprentissage des mathématiques pose un défi particulier pour les individus aux prises avec un TDAH (Re, Loveroa, Cornoldia et Passolunghi, 2016). Selon Barkley (2006), ces personnes ont des difficultés perceptibles qui relèvent du domaine des mathématiques (Rajotte, Voyer et Giroux, 2015). Ainsi, certains chercheurs lient les symptômes de TDAH aux difficultés d'apprentissage des mathématiques puisque la prévalence des élèves ayant ce trouble et des difficultés d'apprentissage en mathématiques se situerait entre 11 % et 31 % (Rajotte *et al.*, 2015). De plus, Perreault (2010) constate que parmi les élèves qui manifestent des difficultés dans l'apprentissage des mathématiques, 25 % sont identifiés avec un TDAH.

Les mathématiques font partie des cinq domaines d'apprentissage essentiels proposés par le Programme de formation de l'école québécoise. Il est donc important pour nous de nous y intéresser puisque c'est aussi le domaine dans lequel les élèves atteints de TDAH ont le plus de difficultés. En outre, l'apprentissage des mathématiques est considéré comme un moyen de formation (Perreault, 2010) qui développe les capacités intellectuelles des élèves, consolide leur autonomie et facilite la poursuite de leur formation postsecondaire (MEQ, 2001).

Contrairement aux difficultés de lecture chez les élèves touchés par le TDAH qui sont largement étudiées et décrites dans la littérature, les difficultés en mathématiques sont moins étudiées (Greven *et al.*, 2014). De ce fait, il existe moins de stratégies et de méthodes éducatives élaborées pour favoriser l'apprentissage des mathématiques chez les élèves souffrant d'un TDAH.

Les milieux scolaires sont un facteur aggravant des difficultés scolaires des enfants atteints de TDAH, car ils ne répondent pas aux caractéristiques et besoins particuliers de ces élèves. En même temps, les enfants ayant un TDAH peuvent avoir des forces cachées derrière

une terminologie trompeuse et des exigences restrictives (Sherman *et al.*, 2017). Il est alors important de mettre en valeur leurs forces, en particulier dans le contexte scolaire, pour favoriser leur apprentissage. Ainsi, la découverte de ces forces par le personnel enseignant peut avoir une incidence positive sur la façon dont ces élèves assimilent les enseignements. De plus, cette découverte peut aider les enseignants et le personnel de soutien à réexaminer plusieurs de leurs approches d'éducation déjà établies (Sherman *et al.*, 2017). Cela pourrait être bénéfique tant sur les plans scolaire, social que comportemental chez les personnes aux prises avec le TDAH. Mais la négligence de ces forces et la vision négative de leurs caractéristiques influencent négativement leur apprentissage (Sherman *et al.*, 2017).

Ce projet est né de mon constat de l'inadéquation des milieux scolaires pour les enfants avec un TDAH et des questions que je me pose sur l'amélioration des stratégies d'enseignement des mathématiques auprès d'élèves vivant avec le TDAH pour favoriser leurs apprentissages. Finalement, ce projet provient de mon intérêt à tirer profit des forces des élèves avec un TDAH plutôt que de focaliser sur leurs difficultés. Le but de ce projet est de combler mes futurs défis professionnels afin d'intervenir avec efficacité auprès des jeunes touchés par le trouble déficitaire de l'attention tout en gardant une vision et une perception positives. Cela me permettra de devenir une orthopédagogue qui adopte une perspective positive et qui cherche à dégager les forces cachées des jeunes tout en ajustant mes pratiques selon les spécificités de chacun afin de favoriser leurs réussites en mathématiques.

OBJECTIFS

Le but de ce projet de développement professionnel est de recenser les stratégies visant à soutenir l'apprentissage de la mathématique chez les élèves atteints du trouble de déficit de l'attention avec hyperactivité, en me basant sur les caractéristiques et les forces de ces élèves. Les objectifs spécifiques sont :

- Colliger, décrire et analyser les stratégies d'apprentissage à enseigner aux élèves avec un TDAH afin de faciliter l'apprentissage des mathématiques, spécifiquement la résolution de problèmes mathématiques, en misant sur leurs capacités et leurs forces ;
- Élaborer des stratégies d'enseignement à adopter auprès d'élèves ayant un TDAH dans le cadre de ma pratique professionnelle.

CADRE CONCEPTUEL

Le présent chapitre définit les concepts clés qui découlent de ma problématique : les élèves ayant un TDAH, les stratégies d'enseignement et d'apprentissage.

Les stratégies d'enseignement et d'apprentissage

Les enseignants ou les éducateurs adoptent des stratégies d'enseignement qui visent à enseigner des stratégies d'apprentissage aux élèves afin qu'ils acquièrent les connaissances et les compétences nécessaires (Proulx, 1993). Dans ce travail, je cherche à identifier des stratégies d'enseignement à adopter auprès d'un élève ayant un TDAH pour favoriser son apprentissage des mathématiques. De plus, des stratégies d'apprentissage à enseigner aux élèves touchés par ce trouble seront aussi dégagées afin qu'ils puissent les utiliser au cours de leur apprentissage des mathématiques, plus spécifiquement dans la résolution de problèmes écrits en mathématique.

Tout d'abord, il faut définir ce que veut dire stratégie. Selon Nisbet et Shucksmith (2018), une stratégie est essentiellement une méthode pour aborder une tâche, ou plus généralement pour atteindre un objectif. Chaque stratégie ferait appel à divers processus au cours de son exploitation.

Les stratégies d'enseignement

Comme Proulx (1993) le mentionne, l'enseignant doit adopter des stratégies d'enseignement et les modifier pour les adapter à la matière, aux objectifs, aux étudiants et à ses forces personnelles.

La stratégie d'enseignement peut se définir comme un ensemble ordonné d'événements d'enseignement capable de favoriser l'atteinte d'une ou de plusieurs capacités (Brien, 1983). Elle fait référence à un large éventail de processus, allant de l'organisation des salles de classe

et des ressources aux activités ponctuelles auxquelles participent les enseignants et les élèves pour faciliter l'apprentissage (Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE), 2010).

Les enseignants doivent tenir compte du domaine affectif qui est important dans l'apprentissage et des variables qui y sont associées (Bégin, 2008). De plus, ils doivent tenir compte de la gestion des ressources temporelles, environnementales et matérielles nécessaires pour effectuer convenablement les tâches (Bégin, 2008).

Les stratégies d'apprentissages

Les stratégies d'apprentissage sont considérées comme faisant partie des ressources que l'apprenant doit mobiliser pour accomplir une tâche d'apprentissage (Bégin, 2008). Selon Bégin (2008), une stratégie d'apprentissage est définie, dans le contexte scolaire, comme « une catégorie d'actions métacognitives ou cognitives utilisées dans une situation d'apprentissage, orientées dans un but de réalisation d'une tâche ou d'une activité scolaire et servant à effectuer des opérations sur les connaissances en fonction d'objectifs précis » (p. 53).

Une stratégie est une activité qui demande un certain niveau de conscience (Bosson *et al.*, 2009) et qui est déployé vers un but et choisi en fonction des objectifs (Bégin, 2008), c'est-à-dire que l'objectif détermine la stratégie, et les actions ou procédures possibles rattachées à cette stratégie deviennent des moyens différents pour atteindre ce dernier. C'est justement ce caractère conscient et réfléchi de la stratégie d'apprentissage qui la distingue de l'habileté (Bosson *et al.*, 2009).

Selon la taxonomie des stratégies d'apprentissage mené par Bégin (2008), on distingue deux types de stratégies d'apprentissage, les stratégies métacognitives et les stratégies cognitives.

Les stratégies métacognitives se rapportent sur la connaissance que quelqu'un a de ses propres processus cognitifs et de tout ce qui leur est relié. Autrement dit, ils se rapportent à la connaissance de soi comme apprenant et la conscience du fonctionnement de sa pensée et le fait

d'utiliser cette conscience pour contrôler ses propres processus mentaux (Bégin, 2008 ; Montague, 1992).

Les stratégies métacognitives servent à planifier, gérer, et évaluer l'apprentissage. On les désigne souvent comme des stratégies autorégulatrices en ce sens qu'elles aident les élèves à devenir plus conscients de l'apprentissage en tant que processus et des actions qui facilitent ce processus (Sousa, 2006).

Les stratégies métacognitives comprennent les stratégies de planification, les stratégies de contrôle, et les stratégies de régulation (Bégin, 2008). Dans une situation de résolution de problème mathématique, la stratégie de planification réfère à l'élaboration d'un plan d'action (Focant et Grégoire, 2005). Durant la mise en œuvre du plan d'action, la stratégie de contrôle permet à l'élève de surveiller et d'évaluer ses actions et ses résultats (Focant et Grégoire, 2005). Selon Focant et Grégoire (2005), la stratégie de contrôle concerne le jugement de l'adéquation des intentions (ex. l'intention de « distribuer le nombre de pommes entre tous les enfants » est-elle la correcte intention pour parvenir au but désiré ?), de la traduction de l'intention en une opération arithmétique (la procédure a-t-elle été menée avec raison : pour distribuer les pommes, j'applique la division), et l'application de procédure de calcul (le calcul est-il mené correctement ?). La stratégie de régulation utilise les informations obtenues par les stratégies de contrôle pour adapter et réajuster ses actions : supprimer ou remplacer des étapes de résolution et corriger des erreurs de calcul (Bégin, 2008 ; Focant et Grégoire, 2005).

Quant aux stratégies cognitives, elles sont définies comme des techniques que l'individu utilise pour favoriser l'exécution de processus d'apprentissage et ainsi assurer l'acquisition de connaissances ou le développement d'une habileté (Bégin, 2008). Les stratégies cognitives aident une personne à traiter et à faciliter l'encodage de l'information, à former des liens entre les nouvelles connaissances et les anciennes ou entre les nouvelles connaissances elles-mêmes. Elles servent aussi à retrouver les informations déjà acquises (Sousa, 2006).

Les stratégies cognitives comprennent des stratégies de répétition (ex. recopier, prendre des notes), de sélection (ex. souligner, encadrer), de comparaison (ex. utilisation des analogies), d'élaboration (ex. utiliser des moyens mnémoniques, inventer un exemple, etc.), de décomposition et d'organisation (ex. regrouper, énumérer, faire de schémas, etc.) (Bégin, 2008).

Les stratégies cognitives sont toujours spécifiques au type de tâche (Focant et Grégoire, 2005). Par exemple, la stratégie cognitive spécifique à la résolution de problème, la décomposition en sous-but, permet de traiter séparément différents aspects de problème (Focant et Grégoire, 2005). Ainsi, cette stratégie est très utile pour les élèves ayant un TDAH, étant donné que leurs mémoires de travail sont très limitées. La stratégie cognitive de représentation des informations sous forme de schémas, de tableaux, de diagrammes ou de graphiques aide les élèves à fixer les éléments principaux de problèmes et leurs liens (Focant et Grégoire, 2005). La stratégie cognitive d'utilisation des analogies consiste à rechercher des problèmes similaires résolus antérieurement et à adapter sa résolution au problème actuel (Focant et Grégoire, 2005).

Selon Montague (2006), durant une situation de résolution de problème mathématique, la plupart de gens utilise certaines ou toutes les stratégies cognitives et métacognitives suivantes : relecture de problème ou de parties de problème, identification d'informations importantes, se poser des questions, mettre le problème dans leurs propres mots, visualiser ou dessiner une image de problème, faire un plan, estimation de résultats, et vérifier si le processus et le produit sont corrects. Tandis que les élèves ayant de trouble d'apprentissage sont généralement de mauvais résolveurs de problème mathématique en raison de déficits de stratégies d'apprentissage ou d'usage inappropriés et inefficace de celles-ci (Bosson *et al.*, 2009 ; Montague, 2008). Par conséquent, l'enseignement de stratégies aux élèves ayant des difficultés d'apprentissage est très prometteur (Sousa, 2006). Les recherches démontrent qu'en aidant les élèves à utiliser des stratégies d'apprentissage et à généraliser leurs connaissances stratégiques, les enseignants favorisent l'autonomie des élèves dans le processus d'apprentissage (Sousa, 2006).

Une étude menée auprès de 90 enfants de l'enseignement primaire pour évaluer l'impact de connaissance arithmétique dans la performance en résolution de problèmes mathématiques a montré que les connaissances arithmétiques ne sont pas suffisantes à la réussite de ces tâches, et l'élève doit disposer d'autre type de connaissances, soit les connaissances stratégiques (Focant et Grégoire, 2005).

D'ailleurs, De Corte (2012) a proposé une modification du contenu d'enseignement centrée sur l'acquisition par l'élève d'une stratégie métacognitive globale comprenant cinq étapes en vue de la résolution de problème mathématique : construire un modèle de la situation, décider comment résoudre le problème, effectuer les calculs nécessaires, formuler une réponse, et évaluer la solution (De Corte, 2012). La maîtrise de cette stratégie amène l'élève à être conscient des différentes phases du processus de résolution des problèmes et à être capable de superviser et d'évaluer ses propres actions au cours des différentes phases du processus de résolution (De Corte, 2012).

D'après une autre étude menée par Montague (1992), l'utilisation coordonnée de stratégies cognitives et métacognitives sous-tend une résolution efficace de problèmes mathématiques. Le modèle de Montague (1992) comprend sept stratégies essentielles pour résoudre un problème mathématique : lire le problème pour comprendre, paraphraser en mettant le problème dans ses propres mots, visualiser en dessinant une représentation schématique, établir un plan, estimer ou prédire la réponse, calculer, et vérifier que le plan et la réponse sont corrects. Cette étude démontre également l'efficacité de l'enseignement de stratégies cognitives et métacognitives pour améliorer la résolution de problèmes mathématiques chez les élèves souffrant de troubles d'apprentissage (Montague, 2006 ; Montague, 1992).

Ces études soutiennent ma démarche de rechercher des stratégies d'apprentissage à enseigner aux élèves aux prises avec le « TDAH » et ont des difficultés avec la résolution de problèmes mathématiques. Parce que comme ces études montrent, la maîtrise de stratégies cognitives et métacognitives amène à un progrès dans telles situations d'apprentissage.

Dans cette démarche, il faut bien comprendre l'ampleur de ce trouble et les caractéristiques observées chez les enfants atteints.

Le trouble de déficit d'attention avec hyperactivité (TDAH)

Pour favoriser le succès du plus grand nombre d'élèves possible et contrer le décrochage scolaire chez ceux ayant un TDAH, il semble pertinent de mieux comprendre ce qui caractérise ces élèves.

Définition du trouble de déficit de l'attention avec hyperactivité

Le *Manuel diagnostic et statistique des troubles mentaux* (Diagnostic and statistical manual of mental disorders (DSM-IV-TR)) définit le TDAH comme un trouble neurobiologique caractérisé par des manifestations continues et persistantes d'inattention, d'hyperactivité et d'impulsivité présente avant l'âge de 12 ans (Nadeau *et al.*, 2015). Ce trouble présente plusieurs sous-types : celui de l'inattentif, de l'hyperactif-impulsif ou le mixte.

Les caractéristiques cognitives des élèves ayant un TDAH

Ce trouble neurobiologique affecte certaines capacités au niveau cognitif telles que l'attention et les fonctions attentionnelles, la mémoire de travail et les fonctions exécutives (Lippé et Vanasse, 2008) qu'on explique plus bas.

Les fonctions attentionnelles sont définies comme des fonctions cognitives dont le but est de sélectionner, parmi différentes stimulations sensorielles, celles qui sont utiles et pertinentes pour réaliser une activité motrice ou mentale (Habib, 1998 ; cité par Lippé et Vanasse, 2008).

La mémoire de travail est un système dynamique qui permet, à court terme, de retenir de nouveaux renseignements, de les transformer et de les manipuler mentalement pour les besoins d'une tâche (Ashcraft et Jeremy, 2007). C'est un système à composantes multiples qui permet le stockage temporaire d'informations pendant de courtes périodes de temps et qui peut être utilisé pour soutenir des activités cognitives en cours. La capacité limitée de la mémoire de travail varie considérablement d'un individu à l'autre et est étroitement associée aux capacités d'apprentissage durant l'enfance (Alloway, Gathercole, Kirkwood et Elliott, 2009).

Les fonctions exécutives sont à la base du traitement complexe de l'information et elles font appel à un éventail de capacités cognitives pour nous permettre de structurer nos actions dans la perspective de l'atteinte de nos buts (Caron, 2016). Cela inclut la capacité de planification ou d'organisation, l'inhibition, la flexibilité mentale ainsi que l'autorégulation des affects, des motivations et des éveils (Lippé et Vanasse, 2008). Cette dernière impliquerait

également la maîtrise émotionnelle et l'autorégulation de l'éveil pour accomplir l'action désirée (Lippé et Vanasse, 2008).

Le TDAH est lié à un déficit des différentes formes de l'attention, notamment l'attention sélective, qui sert à choisir ou filtrer les informations parmi divers stimuli pour en faciliter le traitement ; l'attention partagée ou divisée, qui sert à porter une attention à plusieurs éléments et renseignements à la fois ; l'attention soutenue qui fait référence à la capacité à maintenir l'attention pendant une longue période de temps (Nadeau *et al.*, 2015) ; l'alerte, qui est la capacité à maintenir un état de vigilance et de sensibilité à l'apparition de nouveaux renseignements ; et enfin, le comportement d'orientation ou l'attention dirigée, qui consiste à aligner les ressources attentionnelles avec l'information interne et externe (Lippé et Vanasse, 2008).

Le TDAH est aussi lié à un déficit de mémoire de travail ainsi qu'à un déficit de fonctions exécutives, conduisant à une difficulté de planification, d'organisation, de gestion du temps, une incapacité d'inhibition, un déficit d'autorégulation et une inflexibilité mentale. Ce qui rend l'enfant incapable d'adopter une nouvelle façon de traiter l'information et d'y réagir (Lippé et Vanasse, 2008).

De nombreux travaux attestent que l'attention et les fonctions exécutives ont un rôle central et une importance capitale, car elles interviennent dans la quasi-totalité des conduites et des actions des élèves au quotidien, y compris dans leurs apprentissages académiques (Lippé et Vanasse, 2008). Plusieurs études ont ainsi montré que le niveau d'efficacité est positivement corrélé à la qualité ultérieure des fonctionnements académiques et socioémotionnels chez des individus ayant un TDAH (Bélangier, 2008). D'ailleurs, les chercheurs soutiennent que la plus grande difficulté des enfants ayant ce trouble est le manque de persistance dans l'effort ou leur incapacité à maintenir leur attention quand ils effectuent une tâche (Bélangier, 2008).

Des observations ont été menées auprès d'enfants ayant une faible mémoire de travail dans le cadre de leurs activités régulières en classe. Ces enfants avaient des difficultés dans les activités d'apprentissage qui nécessitaient une grande mémoire de travail (Alloway *et al.*, 2009). Les échecs les plus couramment observés incluaient l'oubli d'instructions longues, des erreurs de placement telles que l'omission de lettres ou de mots dans les phrases, et l'échec à répondre

aux demandes simultanées de traitement et de stockage imposées dans les activités d'apprentissage structurées (Swanson et Beebe-Frankenberger, 2004).

Les caractéristiques comportementales d'élèves ayant un TDAH

L'affection des fonctions cognitives entraîne des manifestations comportementales qui varient selon le sous-type de TDAH.

Les élèves aux prises avec un TDAH de sous-type inattentif ont de la difficulté à soutenir leur concentration comme les enfants de leur âge et sont facilement distraits par le moindre élément les entourant (Bélanger, 2008). Ils ont également de la difficulté à trier et hiérarchiser toute l'information qui atteint leur cerveau, rendant ainsi plus difficile l'accomplissement des tâches qui leur sont assignées (Nadeau *et al.*, 2015). De plus, les chercheurs affirment que ces élèves préfèrent les activités qui offrent un résultat immédiat plutôt qu'à long terme, les menant ainsi vers une tendance à changer d'activité pour aller vers ce qui offre une récompense immédiate et qui exige moins de travail (Bélanger, 2008). En outre, selon la dernière édition du *Manuel diagnostic et statistique des troubles mentaux* (DSM-V), les élèves touchés par le TDAH évitent les tâches qui nécessitent un effort mental soutenu et ont tendance à oublier fréquemment, ce qui peut leur causer des difficultés scolaires en lecture, en orthographe, en expression et en mathématique (Nadeau *et al.*, 2015).

Les personnes ayant un TDAH de sous-type hyperactif-impulsif sont agitées, instables, nerveuses, caractérielles, et elles semblent impatientes et empressées (Nadeau *et al.*, 2015). Elles sont aussi incapables de s'empêcher de bouger et ont souvent des difficultés à contrôler et à maîtriser leur parole, leurs émotions et leurs gestes (Bélanger, Deblois et Freiman, 2014). Ainsi, elles peuvent avoir des difficultés à réguler leur niveau d'activité verbale ou motrice selon les stimulations internes et externes de la situation (Nadeau *et al.*, 2015). Ces comportements sociaux négatifs peuvent perturber le climat en salle de cours et nuire à l'apprentissage de tous les autres élèves. Ce qui peut aussi avoir des répercussions sur les enseignants, qui se sentent stressés et démunis face à ces situations (Nadeau *et al.*, 2015).

En fait, l'inclusion scolaire des élèves présentant un TDAH représente un défi de taille pour de nombreux enseignants (Gaudreau, 2011). Une majorité de ceux qui enseignent dans les

classes ordinaires estime qu'il s'agit des cas les plus difficiles par rapport aux autres types de troubles de l'adaptation scolaire (Clough et Lindsay, 1991 ; cité par Gaudreau, 2011). D'ailleurs, la gestion des problèmes de comportement en classe constitue une source importante de stress pour les enseignants ayant des élèves avec le TDAH dans leur classe (Gaudreau, 2011).

Quant aux élèves ayant un TDAH de type mixte, ils peuvent présenter tous ces comportements mentionnés plus haut (Bélangier, 2008 ; Nadeau *et al.*, 2015).

Les forces des élèves ayant un TDAH

Les élèves ayant un TDAH peuvent avoir des caractéristiques positives et des forces au niveau cognitif. Des recherches ont examiné les points forts chez ces enfants et ont identifié certains domaines dans lesquels ils ne sont pas différents de leurs pairs qui n'ont pas ce trouble ou se démarquent favorablement d'eux. Selon ces recherches, les sujets ont démontré leurs forces cognitives dans les domaines de la pensée logique et du raisonnement (Climie et Mastoras, 2015) ainsi que dans le domaine de la créativité (Fugate, Zentall et Gentry, 2013 ; Climie et Mastoras, 2015). Les personnes ayant un TDAH semblent avoir des frontières interpersonnelles très souples, c'est-à-dire qu'elles peuvent envisager rapidement différentes perspectives pour une information. Cette capacité à percevoir différentes perspectives peut constituer une force réelle si elle est bien régulée (Dulude, 2014). Cette grande perméabilité des frontières interpersonnelles favorise la pensée hors cadre qui constitue une force certaine en ce qui a trait à la pensée créative (Dulude, 2014). Ainsi, il existe des preuves qui montrent que ces élèves ont un plus grand potentiel de créativité et de réalisation créative que la population non TDAH (Fugate *et al.*, 2013). Dans le même ordre d'idées, une étude menée par White et Shah (2011) a démontré que les personnes ayant un TDAH rapportent une plus grande réussite créative ainsi que des différences dans le style créatif que les personnes qui n'ont pas un TDAH. Ces mêmes auteurs affirment que les personnes ayant un TDAH peuvent être en mesure d'utiliser des avantages créatifs pour compenser stratégiquement les difficultés causées par les symptômes du TDAH dans la vie quotidienne (White et Shah, 2011).

D'ailleurs, Boot, Nevicka et Baas (2017) définissent la créativité comme la génération d'idées originales et utiles, et ils affirment que c'est un processus cognitif complexe. En fait,

cultiver une meilleure capacité de réflexion créative chez les étudiants est devenue une tendance importante dans la révolution de l'éducation (Hwang, Chen, Dung et Yang, 2007). De plus, la créativité a une importance dans l'éducation (Fugate *et al.*, 2013) puisqu'elle est considérée comme un prédicteur des performances futures et du succès dans le milieu de travail ainsi qu'un facteur de développement émotionnel sain, des relations interpersonnelles et du progrès des carrières en sciences, technologies, ingénierie, art et mathématiques (Fugate *et al.*, 2013). D'ailleurs, on peut observer que les programmes d'études introduits au courant des récentes réformes de l'enseignement des mathématiques, comme celle menée au Québec, présentent la créativité comme une composante essentielle de la pensée mathématique (Bélanger, Deblois et Freiman, 2014). À cela, on peut ajouter que la créativité est une compétence cognitive utile pour proposer une solution à un problème, ce qui signifie que la créativité est une compétence qui peut être cultivée à travers le processus de résolution de problèmes (Hwang *et al.*, 2007).

Concernant les forces des enfants ayant un TDAH, Dulude (2014) affirme que ces enfants ont une grande acuité sensorielle. Les sens permettent d'avoir une perspective très complète de différentes situations. De plus, ils possèdent un mode de pensée non verbal, c'est-à-dire qu'ils abordent le monde à travers la pensée par image (Dulude, 2014). On entend par là que les images sensorielles envoyées au cerveau peuvent être des résonances visuelles ou auditives, mais aussi des résonances tactiles ou kinesthésiques (Dulude, 2014). La pensée par image est cinq à sept fois plus rapide que la pensée linéaire verbale chez eux (Dulude, 2014).

La résolution de problèmes mathématiques chez les élèves ayant un TDAH

La présence de forces chez les enfants avec un TDAH pose un défi majeur aux éducateurs de trouver un point d'appui chez l'élève sur lequel ils peuvent travailler pour favoriser son avancement dans l'apprentissage. Il faut prendre en compte les caractéristiques uniques de chaque enfant pour lui enseigner selon une programmation appropriée à ses capacités et qui souligne ses forces. Ainsi, avec un programme éducatif spécifique à chaque enfant, les élèves ayant un TDAH peuvent réussir académiquement (Sherman *et al.*, 2017).

Pour développer des interventions pédagogiques propices à favoriser le succès des élèves ayant un TDAH, particulièrement en mathématiques, il semble nécessaire de mieux comprendre la relation entre les caractéristiques de ces élèves dans l'apprentissage de cette matière et les difficultés auxquelles ils sont confrontés.

Comme mentionné précédemment, les enfants touchés par le TDAH éprouvent souvent des difficultés scolaires en mathématiques (Perreault, 2010). Certains chercheurs expliquent cette difficulté par l'affection des capacités cognitives nécessaires pour apprendre les mathématiques, comme la capacité attentionnelle et la mémoire de travail (Perreault, 2010). Ces caractéristiques sont capitales dans l'apprentissage des mathématiques, et spécifiquement dans la résolution de problèmes mathématiques. La capacité à résoudre des problèmes est au centre du programme de formation de l'école québécoise en mathématiques (MEQ, 2001), tant au primaire qu'au secondaire (Theis *et al.*, 2014), et elle est à la fois un objet d'apprentissage et un moyen pédagogique pour apprendre les mathématiques (Theis *et al.*, 2014).

La résolution de problèmes mathématiques

Les problèmes ou les situations-problèmes sont rattachés à la première compétence disciplinaire en mathématique à savoir résoudre une situation-problème. Cette compétence regroupe différentes composantes comme : décoder les éléments qui se prêtent à un traitement mathématique, représenter la situation-problème par un modèle mathématique, élaborer une solution mathématique, partager l'information relative à la solution et valider la solution (Antoun, 2012). Les situations-problèmes font aussi appel à la créativité de l'élève (Antoun, 2012). Selon le MELS (2003, p.237), la résolution de situations problèmes permet à l'élève : « d'explorer, d'inventer, de construire, d'élargir, d'approfondir, d'appliquer et d'intégrer des concepts et des processus mathématiques ; d'acquérir des habiletés intellectuelles nécessaires au développement de la pensée et de la démarche mathématiques ; de prendre conscience de ses capacités et d'adopter une attitude de respect à l'égard du point de vue des autres ; de faire l'apprentissage de stratégies efficaces. » (Mouboli, 2012).

Ainsi, l'enseignant est encouragé à privilégier des situations significatives, qui touchent l'élève dans ses préoccupations, piquent sa curiosité et l'invitent à la réflexion (Lajoie et Bednarz, 2012).

On distingue deux grands types de problèmes, les problèmes donnant lieu à un réinvestissement de connaissances déjà acquises et les problèmes donnant lieu à la création de connaissances nouvelles (MEQ, 2001). Les problèmes donnant lieu à un réinvestissement des connaissances déjà acquises comprennent les problèmes dont la résolution nécessite le choix par l'élève d'une combinaison adéquate de connaissances déjà étudiées ou d'habiletés déjà développées.

Les problèmes donnant lieu à la création de connaissances nouvelles (MEQ, 2001) comprennent quant à eux, des problèmes dont la résolution nécessite la création d'une combinaison originale de connaissances et d'habiletés, beaucoup d'indépendance d'esprit ainsi que l'utilisation de raisonnements plausibles (Lajoie et Bednarz, 2012).

Un bon nombre d'enseignants suivent la démarche de résolution de problèmes proposée dans des matériels pédagogiques et documents produits par de nombreuses commissions scolaires du Québec (Gervais *et al.*, 2013), qui comprend les quatre principes suivants, identifiés par Polya (1945) : comprendre le problème, concevoir un plan, exécuter le plan et revenir sur la solution (Boublil-Ekimova, 2012).

La première étape dans la démarche de résolution de problème fait référence à la réception des informations mentionnées dans le problème (Re *et al.*, 2016), et à la compréhension de ces informations (Montague, 2008). Pour résoudre les problèmes de mots mathématiques, la compréhension du texte de problème est nécessaire afin de construire une interprétation cohérente et significative de ce dernier (Swanson et Beebe-Frankenberger, 2004).

Après la compréhension, une sélection correcte des informations aura lieu (Re *et al.*, 2016 ; Montague, 2008), qui veut dire la reconnaissance par l'élève des informations importantes, soit des nombres ou des relations, pour résoudre le problème (Montague, 2008).

La deuxième étape est la planification de calcul ainsi que le choix des opérations arithmétiques appropriées pour résoudre le problème (Re *et al.*, 2016). La troisième étape cible l'exécution de l'algorithme, ou l'exécution correcte des calculs (Re *et al.*, 2016). Finalement, la dernière étape vise la vérification de réponse (Montague, 2008).

Cependant, l'enseignement d'une démarche de résolution de problème et le soutien dans son application ne suffit pas pour développer un raisonnement mathématique chez les élèves (Gervais *et al.*, 2013).

D'après De Corte (2012), à la fin de l'école élémentaire, beaucoup d'élèves ont construit un ensemble de croyances au sujet des problèmes mathématiques. Pour certains, cette activité est réduite à la sélection et l'exécution d'une ou de plusieurs des quatre opérations arithmétiques avec les nombres donnés dans le problème, sans prise en considération sérieuse de la réalité liée au contexte du problème (De Corte, 2012 ; Gervais *et al.*, 2013). Ce phénomène est appelé la mise entre parenthèses du sens (ou *suspension of sense-making*), c'est-à-dire la tendance des élèves à ignorer la réalité contextuelle et à exclure leurs connaissances du monde réel en fonction de la simple application des opérations arithmétiques (De Corte, 2012). D'ailleurs, des études suggèrent que ce n'est pas un déficit cognitif qui entraîne la mise entre parenthèses du sens chez élèves lorsqu'ils résolvent des problèmes arithmétiques verbaux dans un contexte scolaire traditionnel. Ce sont plutôt leurs croyances à propos des problèmes mathématiques verbaux, les tactiques superficielles de résolution, la nature des problèmes rencontrés quotidiennement dans les cours de mathématiques et à la façon dont les enseignants conçoivent et traitent ces problèmes qui amènent les élèves à la mise entre parenthèses du sens (De Corte, 2012).

La résolution de situations-problèmes par les élèves en difficulté d'apprentissage en mathématiques soulève aussi des questions didactiques fondamentales (en lien avec l'emprise du contexte, la mobilisation de multiples concepts, la compréhension de l'énoncé, l'influence possible du type de situations, etc.) (Mouboli, 2012).

Fuchs et ses collaborateurs (2005) ont affirmé que l'attention est le prédicteur le plus robuste et le mécanisme le plus déterminant dans le développement des compétences en mathématiques dans les premières années scolaires de l'enfant. De plus, Kintsch et Greeno (1985) ont identifié l'attention comme représentant un processus cognitif nécessaire à la résolution de problèmes mathématiques (cité dans : Fuchs *et al.*, 2005 ; Perreault, 2010).

Des preuves sont apparues au cours des 10 à 15 dernières années concernant le rôle vital que joue la mémoire de travail dans la cognition mathématique (Ashcraft et Krause, 2007). LeBlanc et Weber-Russell (1996), Passolunghi et Siegel (2001) ainsi que Swanson et Sachse-Lee (2001) ont démontré l'importance de la mémoire de travail dans la résolution de problèmes mathématiques (cité dans : Fuchs *et al.*, 2005 ; Perreault, 2010). En outre, la littérature soutient une généralisation concernant la relation positive entre la complexité des problèmes arithmétiques ou mathématiques et la demande de la mémoire de travail pour la résolution de problèmes (Ashcraft et Krause, 2007).

Les processus liés à la composante exécutive centrale de la mémoire de travail, qui sont l'inhibition et la mise à jour des informations, semblent être importants pour la résolution réussie de problèmes mathématiques de mots (Re *et al.*, 2016). L'inhibition implique la capacité de supprimer ou d'arrêter les réponses dominantes, prépondérantes et automatiques (Lippé et Vanasse, 2008) ainsi que la capacité de changer de stratégie lorsqu'on assiste à plusieurs tâches ou plusieurs processus mentaux (Re *et al.*, 2016). La mise à jour des informations nécessite de la flexibilité mentale puisqu'elle implique la capacité de remplacer des informations obsolètes et non pertinentes par de nouvelles informations pertinentes (Re *et al.*, 2016). La flexibilité mentale est l'habileté à inhiber un processus de traitement de l'information et d'en adopter un nouveau (Lippé et Vanasse, 2008).

Les enfants ayant un TDAH ont des difficultés à résoudre des problèmes de mots mathématiques qui comprennent des informations non pertinentes devant être inhibées pour une solution réussie, et celles qui comprennent des informations qui nécessitent la mise à jour, c'est-à-dire lorsque les anciennes informations conservées dans la mémoire de travail doivent non seulement être exclues, mais également remplacées par des nouvelles (Re *et al.*, 2016).

Alors, puisqu'une faible capacité de la mémoire de travail est associée au trouble de déficit de l'attention avec hyperactivité, il n'est pas surprenant que les personnes ayant un TDAH aient souvent des troubles mathématiques concomitants (Swanson et Beebe-Frankenberger, 2004).

QUESTION DE PROJET

La question de développement professionnel posée dans ce travail est la suivante : comment peut-on profiter des forces des élèves ayant un TDAH dans leur apprentissage de résolution de problèmes mathématiques, et ce, malgré leurs difficultés explicitées précédemment ? De cette question, nous pouvons nous poser la question suivante : quelles stratégies d'apprentissage (cognitives et métacognitives) peut-on enseigner à ces élèves ? Et quelles stratégies d'enseignement peut-on adopter auprès d'eux ?

MÉTHODOLOGIE

L'option rapport de lecture sous forme d'essai m'a semblé être la voie idéale à entreprendre pour m'aider à atteindre mes objectifs. Ce choix méthodologique intègre la lecture d'un grand nombre d'ouvrages et d'articles pour approfondir mes connaissances sur le sujet. Ainsi, dans le but de pouvoir identifier des stratégies et des méthodes pertinentes pour enseigner et faciliter l'apprentissage des mathématiques auprès d'élèves aux prises avec le TDAH, une revue compréhensive de la littérature a été réalisée dans les bases de données afin de trouver des informations pertinentes.

La démarche méthodologique choisie est inspirée de l'approche des devis méthodologiques de Paillé (2007). Les travaux de cet auteur ont été approuvés dans la plupart des rapports de lectures que j'ai consultés jusqu'à maintenant. De plus, Paillé (2007) affirme qu'il est possible de répondre aux questions spécifiques d'une recherche en étudiant des documents, et c'est exactement la démarche adoptée dans mon travail.

Le premier devis méthodologique de Paillé, portant sur l'étude de documents, consiste à étudier systématiquement, en sept étapes, des documents résultant d'activités éducatives (comme les productions des élèves) afin de repérer des éléments particuliers. Selon ce devis, il faut poser les questions de recherche aux documents pour être en mesure de trouver des réponses. Ensuite, il faut déterminer l'ampleur et la nature de l'ensemble des documents pour ensuite entamer la collecte de documents suivie par une analyse soit de contenu soit thématique en vue de synthétiser les réponses aux questions posées. Il faut ensuite procéder à une analyse critique des résultats pour finalement mettre les résultats en forme claire et instructive.

Ma démarche méthodologique consiste à suivre une démarche semblable à celle de Paillé à la seule différence que les documents que j'ai collectés dans mon travail sont des articles et des ouvrages, et non des documents résultants d'activités éducatives comme suggérés par Paillé (2007).

Les sept étapes comme suggérées par Paillé (2007) sont les suivantes :

Étape 1 : opérationnalisation des questions. Les questions de développement professionnelles sont formées à partir de mes objectifs. Ces questions seront posées aux documents collectés, ce sont les documents qui permettent de répondre aux questions posées (Paillé, 2007).

Étapes 2 et 3 : choix du corpus et collecte de documents. Il était question de trouver des documents faisant référence à des interventions qui permettent d'optimiser l'apprentissage de résolution de problèmes mathématiques chez les élèves aux prises avec le TDAH et chez ceux qui ont des difficultés en mathématiques sans toutefois être atteints de ce trouble.

Pour ce faire, j'ai consulté plusieurs bases de données reconnues pour leur crédibilité telles que : Érudit, ERIC et Cairn. J'ai également consulté le catalogue de la bibliothèque de l'Université du Québec en Outaouais ; des sites web tels que Google Scholar, le site du ministère de l'Éducation pour la province du Québec. Les documents retenus ont comme mots ou expressions clés : TDAH (trouble de déficit de l'attention avec hyperactivité), difficulté d'apprentissage, résolution de problèmes mathématiques, stratégies d'apprentissage, stratégies cognitives, stratégies métacognitives, stratégies d'enseignement, forces, capacités, mémoire de travail, créativité. Ces mots-clés ont été utilisés en français et en anglais afin de m'assurer d'avoir le maximum de documents rédigés sur le sujet dans les deux langues officielles. Le choix des mots-clés est déterminant afin que le corpus soit le plus complet et le plus précis possible.

La recherche par mots-clés a été réalisée avec les opérateurs booléens « OR » et « AND ». L'opérateur « AND » a été utilisé pour que plusieurs termes de notre recherche soient contenus dans les résultats de ce dernier, comme « stratégies d'apprentissage », « résolution de problèmes mathématiques » et « difficulté d'apprentissage », ou bien « TDAH » et « résolution de problèmes mathématiques ». L'opérateur « OR » a été utilisé pour que l'un ou l'autre de terme soit contenu dans les résultats, comme « stratégies d'apprentissage », « stratégies cognitives », ou « stratégies métacognitives ».

Après la recherche par mots-clés, qui a donné un résultat de dizaines de documents, la technique *boule de neige* a été utilisée. Cette technique consiste à consulter les références des documents trouvés par la première recherche (recherche par mots-clés) afin d'en trouver

d'autres susceptibles de fournir des informations supplémentaires. Ainsi, cette recherche a permis de collecter et de recenser le maximum de textes connexes jusqu'à saturation. La saturation, selon Van der Maren (1995), c'est quand le chercheur peut dire qu'il n'apprend plus rien de neuf, même lorsqu'il ajoute à son échantillon un matériel provenant d'une source qui varie des autres. L'ampleur du corpus initial est assez grande, ce qui m'a permis ainsi de l'affiner au fur et à mesure que mon travail avance. Tous les documents collectés sont de nature textuelle (des articles, des chapitres d'ouvrages, des programmes d'études, etc.).

Par la suite, le processus de sélection des documents est fait en lisant le résumé de chacun. Pour ce faire, j'ai utilisé des critères d'inclusion et d'exclusion afin de circonscrire le champ d'action pour la collecte de données. Comme critères d'inclusion, les articles choisis devaient correspondre aux critères suivants : faire mention d'interventions — soit une stratégie d'enseignement ou une stratégie d'apprentissage à enseigner qui vise l'amélioration des apprentissages des élèves ayant un TDAH — soit en mathématiques ou en éducation en générale ; faire mention du rôle d'une des forces d'élèves ayant un TDAH dans la réalisation des apprentissages et avoir été rédigé à l'intérieur des 20 dernières années tout en étant applicable à des élèves du primaire — soit les enfants ayant reçu un diagnostic de TDAH ou bien des élèves ayant des difficultés en mathématiques similaires à ceux avec un TDAH. Tous les sujets visés dans ce travail sont en âge de fréquenter l'école primaire, car la transmission de stratégies d'apprentissages aux élèves en difficultés dès le début de leurs études scolaires leur permettra de s'adapter aux problèmes auxquels ils feront face tout au long de leurs années d'études.

En ce qui concerne les critères d'exclusion, les articles faisant référence au traitement pharmacologique ont été systématiquement rejetés, parce que nous cherchons à améliorer les situations d'apprentissage des élèves ayant un TDAH sans se tourner sur le côté médical. De plus, certains articles ont dû être mis de côté le temps de décider s'ils seront retenus ou non. Ceux-ci faisaient mention d'interventions dans le domaine de la lecture et de la compréhension de lecture seulement ; étant donné que lors d'un exercice de résolution de problèmes en mathématiques, l'élève doit tout de même lire et comprendre le texte de problème.

Après l'affinage des documents par les critères d'inclusion et d'exclusion, j'ai retenu pour finir une trentaine de documents textuels. Ce nombre semble suffisant pour faire une revue de la littérature pertinente à propos de mon sujet. La nature de ces documents varie selon qu'ils soient des articles, des ouvrages, des chapitres d'ouvrages, des mémoires, des thèses ou des programmes d'études.

Étape 4 : étude et analyse de documents. Une analyse de documents sert à les interpréter pour les classer, réduire et structurer (Van der Maren, 1996). J'ai choisi la méthode d'analyse thématique pour étudier et analyser les documents que j'ai collectés. En effet, selon Paillé (2008), si on désire travailler sur un thème on doit choisir ce type d'analyse. L'analyse thématique permet d'identifier de quoi parle un document par le repérage, le comptage et la comparaison des thèmes, des idées directrices et des termes pivots (Van der Maren, 1996). Ce type d'analyse thématique représente un outil précieux dans de nombreux cas, comme celui de la première expérience de recherche ou celui où l'intention de projet est descriptive plutôt qu'interprétative ou explicative (Paillé et Muchielli, 2012), ce qui est le cas dans ce travail-ci. L'étape 4 est constituée de cinq sous-étapes (Voire Annexe A).

L'analyse thématique possède une fonction de repérage qui consiste à relever tous les thèmes pertinents en lien avec les objectifs du projet contenus à l'intérieur des documents à l'étude (Paillé et Muchielli, 2012). Tous les thèmes et les sous-thèmes abordés dans chaque document doivent donc être relevés.

Étapes 5 et 6 : synthèse des réponses aux questions et analyses critiques. Selon Paillé et Muchielli (2012), le chercheur doit mener un travail systématique de synthèse. Pour cette étape, il faut rédiger une synthèse des réponses argumentées à la question choisie et aux objectifs du travail de recherche. En d'autres termes, allier mes objectifs avec les informations et les connaissances retenues de chaque document et ainsi faire un lien entre l'analyse des documents et mes besoins dans le développement professionnel. D'ailleurs, dans ces étapes, il s'agit d'avoir une vision à la fois synthétique et critique des documents. Une analyse critique est recommandée par Paillé (2008) puisque l'esprit humain a tendance à filtrer les informations en retenant surtout ce qui confirme ses hypothèses et en écartant les contre-exemples. L'analyse critique a pour but d'évaluer un ensemble d'énoncés théoriques afin de mettre en évidence ses lacunes, ses

contradictions, ses paradoxes, ses conditions, ses présupposés, ses implications et ses conséquences (Van der Maren, 1996). L'analyse critique dans ce travail tourne sur les forces, les faiblesses et l'utilité des stratégies et des méthodes éducatives recueillies et décrites auprès des élèves ayant un TDAH.

Étape 7 : le rapport final de la recension qu'il s'agit de ce même rapport. Selon Paillé (2008), lorsque toutes les étapes précédentes sont complétées, il faut rédiger un rapport final de la recension qui consiste à mettre en forme claire et instructive les résultats de l'analyse.

Plus d'une version est nécessaire avant d'arriver à l'écriture du texte définitif. La première version a servi pour émerger mes idées de façon spontanée et sans ordre. Ensuite, en rédigeant la deuxième version, j'ai concentré sur la cohérence et la clarté de l'expression, j'ai établi des liens logiques entre les idées et j'ai écrit des paragraphes bien enchaînés. Enfin, j'ai rédigé la version finale en attardant une dernière fois au style et aux révisions de la surface, celles qui touchent l'orthographe et la syntaxe.

SYNTHÈSE CRITIQUE

La synthèse présentée dans ce chapitre découlent des informations recueillies lors de la lecture des documents retenus.

Les documents étaient divisés en trois catégories selon le thème principal abordé. Le premier thème est la résolution de problème mathématique qui englobe tous les documents portant sur la résolution de problèmes mathématiques au primaire, les stratégies d'une résolution réussie, les stratégies aidant les élèves en difficultés à résoudre un problème mathématique, etc. Le deuxième thème est l'enseignement efficace aux élèves ayant un TDAH qui englobe tous les documents qui traitent des effets des caractéristiques des élèves avec un TDAH sur leur apprentissage, et les documents qui suggèrent des programmes efficaces et des stratégies d'enseignement pour qu'ils surmontent leurs difficultés et augmentent leurs réussites scolaires. Le troisième thème est les stratégies d'apprentissage qui englobe les documents qui parlent des stratégies d'apprentissage efficaces à enseigner aux élèves généralement et aux élèves ayant des difficultés d'apprentissage avec ou sans TDAH.

Afin de situer les résultats, il est utile de rappeler que l'objectif de ma recherche est de décrire des stratégies d'apprentissage à enseigner aux élèves avec un TDAH afin de faciliter la résolution de problèmes mathématiques tout en misant sur leurs capacités. Je souhaite également élaborer des stratégies d'enseignement à adopter auprès des élèves ayant un TDAH durant une tâche de résolution de problème mathématique. En tenant compte des objectifs, je présenterai les résultats en deux sections : une première section qui concerne les stratégies d'enseignement et une deuxième section qui concerne les stratégies d'apprentissage.

Les stratégies d'enseignement de résolution de problèmes mathématiques favorables auprès des élèves ayant un TDAH

L'enseignement pour la résolution de problèmes a pour objet de faire explorer et développer des stratégies et des processus de résolution de problèmes. Chaque stratégie adoptée

par l'enseignant lors de ces enseignements est considérée comme une partie indispensable et joue un rôle crucial durant cet enseignement.

L'intérêt et la réussite chez les enfants atteints de TDAH peuvent être améliorés grâce à un enseignement enthousiaste avec une participation active, en augmentant la nouveauté et la variété des tâches (Climie et Mastoras, 2015). Ces traits d'enseignement devraient donc être pris en considération.

Enseignement explicite de stratégies d'apprentissages

Comme nous l'avons déjà mentionné, dans le cadre conceptuel, l'enseignement de stratégies d'apprentissage, cognitives et métacognitives, est très prometteur pour les élèves ayant des difficultés d'apprentissage incluant les élèves ayant un TDAH. Alors, le rôle de l'enseignant est d'amener l'élève ayant un TDAH à développer les stratégies cognitives et métacognitives pour les utiliser dans une situation d'apprentissage de résolution de problème mathématique pour assurer la réalisation adéquate de cette tâche (Montague et Dietz, 2009 ; Montague, 2008). Ces stratégies peuvent être enseignées par un enseignement explicite qui se caractérise par des leçons très structurées et organisées, une modélisation cognitive, une pratique guidée, une interaction entre l'enseignant et l'élève, et une rétroaction immédiate et corrective (Montague et Dietz, 2009).

Selon Gauthier, Bissonnette et Richard (2013), l'enseignement explicite repose sur un principe simple qui indique qu'il faut enseigner concrètement et explicitement à l'élève ce que nous voulons qu'il apprenne. C'est l'enseignement « du quoi, du pourquoi, du comment et du quand » d'une stratégie à partir de modelage, de pratique guidée, et de pratique autonome.

Chaque stratégie, soit cognitive ou métacognitive, devrait être clairement définie et présentée. Par exemple, les concepts « organiser, élaborer, planifier et évaluer » peuvent être introduits de manière générique, pour ensuite appliquer chaque stratégie en relation avec la tâche spécifique (Montague et Dietz, 2009). L'enseignant doit modeler la stratégie, c'est rendre transparentes, concrètes, explicites et observables toutes les stratégies qu'il utilise pour résoudre un problème mathématique (Bissonnette et Richard, 2001). Il consiste simplement à penser à

voix haute tout en démontrant une activité cognitive (Gauthier, Bissonnette et Richard, 2013). De cette manière, l'enseignant montre comment « les résolveurs de problèmes réussis » pensent et se comportent lorsqu'ils s'engagent dans des tâches de résolution de problème mathématique, et comment ils analysent le problème et élaborent un plan pour terminer la tâche tout en évaluant les résultats (Montague et Dietz, 2009 ; Montague, 2008).

Puis, l'enseignant doit pratiquer la stratégie avec l'élève. Une pratique initiale guidée est importante pour vérifier la compréhension et les premières applications de stratégies (Bissonnette et Richard, 2001) durant une tâche de la résolution de problème mathématique. Plus l'enseignant collabore avec l'élève pour utiliser la stratégie, plus l'élève a des chances de l'intégrer à son répertoire (Sousa, 2006).

La dernière étape de l'enseignement explicite est la pratique autonome. Cette étape permet à l'élève d'accomplir seul la tâche afin de maîtriser la ou les stratégies (Sousa, 2006 ; Bissonnette et Richard, 2001). Pour des niveaux de performance élevés, les élèves doivent avoir des occasions nombreuses et variées pour s'exercer les stratégies de la résolution de problèmes mathématiques (Montague, 2006). De plus, l'enseignant doit leur fournir des conseils et une rétroaction immédiate, corrective et positive lorsqu'ils perfectionnent et intériorisent l'utilisation de chaque stratégie (Montague, 2006 ; Sousa, 2006 ; Bissonnette et Richard, 2001).

En résumé, cet enseignement permet aux élèves de prendre conscience que plusieurs stratégies peuvent lui venir en aide afin de réaliser une tâche, de la manière dont les stratégies fonctionnent, des raisons de leurs utilisations, des situations où elles sont efficaces et où il est souhaitable d'y faire appel (Sousa, 2006).

Construire un contrôle cognitif conscient

Afin de tirer le maximum du cerveau de l'apprenant, il faut lui aider à construire un contrôle cognitif conscient. Ce contrôle cognitif conscient est considéré comme l'élément central de l'apprentissage et de l'attention et le meilleur prédicteur de réussite que le QI (Caron 2016). Ce contrôle repose sur une prise de conscience chez l'apprenant d'outils cognitifs dont il dispose par une activité métacognitive toujours renouvelée et poursuivie dans le temps (Gagné

et al., 2001). Alors, l'élève doit développer un niveau de conscientisation cognitive qui lui permet d'analyser et d'évaluer lui-même la qualité et la pertinence des stratégies qu'il met en œuvre pour résoudre un problème.

La tâche de résolution de problèmes requiert un contrôle cognitif conscient pour planifier les actions, faire les bons choix, entretenir la concentration, retenir l'information pertinente active, maintenir la motivation vers la cible et se corriger, etc.

Selon Caron (2016), le contrôle cognitif est constitué de trois volets. Le premier volet est les processus automatisés qui correspondent aux apprentissages qui sont déjà acquis et aux nouveaux comportements qui sont pratiqués consciemment pour être intégrés jusqu'à devenir un automatisme. Ce processus d'automatisation permettra une économie de l'énergie cognitive disponible pour aborder une autre tâche. Le deuxième volet est la prise de conscience, c'est l'aptitude d'inhibition des automatismes pour prendre connaissance d'une situation. Le troisième volet est les fonctions exécutives, ce sont les fonctions supérieures du cerveau qui sont à la base du traitement complexe de l'information et elles nous permettent de structurer nos actions dans la perspective de l'atteinte de nos buts.

L'utilisation de l'inhibition va aider à contrôler les pensées qui inhibent les automatismes et interfèrent avec la tâche en cours (Caron 2016). De nombreuses études ont rapporté l'importance du contrôle inhibiteur dans l'acquisition de connaissances dans différents domaines tels que le nombre et le raisonnement (Lubin *et al.*, 2012). Ce qui justifie son rôle dans la résolution de problèmes mathématiques. D'autres études menées par Rossi et ses collègues (2012) montrent que la capacité de changer de stratégie en inhibant les automatismes est possible très tôt chez l'enfant d'âge scolaire. Ainsi que cette capacité est importante durant une tâche de résolution de problème qui requiert de choisir une stratégie ou de la remplacer par un autre selon la situation. Alors, pour un résultat prometteur, il faut enseigner aux élèves avec un TDAH à utiliser leurs inhibitions, puisqu'ils ont des difficultés à le faire tel que nous avons expliqué dans le cadre conceptuel de ce travail (section «la résolution de problème mathématique et les élèves ayant un TDAH »).

Caron (2016) propose d'enseigner explicitement le contrôle cognitif pour faire découvrir aux élèves le fonctionnement de leur cerveau. Cette pédagogie exécutive explicite consiste à montrer à l'élève comment penser consciemment. Nous devons aider l'élève à prendre conscience de l'éventail d'outils exécutifs dont il dispose pour développer une métacognition efficace. Maintenir l'activité consciente du cerveau passera donc par une utilisation consciente de ses propres processus exécutifs (Caron 2016).

Le programme « Attentix » est un moyen concret pour enseigner explicitement les fonctions exécutives aux élèves et leur apprendre à les utiliser consciemment dans des situations pertinentes (Caron 2016). Il propose une série d'activités servant à stimuler le développement de capacités attentionnelles telles que l'attention maintenue, l'attention sélective, la vigilance, la concentration, l'autocontrôle, la résistance aux distractions, la mémoire auditive à court terme ainsi que la mémoire de travail. Le programme est aussi constitué d'une dizaine d'outils supplémentaires présents sous forme de jeux (Gagné *et al.*, 2001). Donc, ce programme est conçu pour développer les ressources attentionnelles de base, ce qui est bénéfique pour les élèves TDAH qui ont des difficultés sur le plan de l'attention et des capacités de fonctions exécutives.

Par ailleurs, Lubin et ses collègues (2012) proposent de mettre en œuvre une pédagogie de contrôle cognitif et d'inhibition qui consiste à faire prendre conscience à l'élève des pièges qu'il peut rencontrer durant la tâche et lui donner les outils pour les surmonter afin d'améliorer ses performances. Cette pédagogie n'est donc pas une méthode portant essentiellement sur l'entraînement des fonctions exécutives, mais vise plutôt à enseigner aux élèves ayant un TDAH une méthodologie de travail centrée sur le contrôle cognitif et la détection de conflits dans le cadre d'une situation d'apprentissage ciblée dans un domaine particulier. Ainsi, cette pédagogie peut être appliquée dans une situation de résolution de problème mathématique. Les enfants d'école élémentaire ont un cerveau qui doit encore relever de sérieux défis neurocognitifs, et l'enseignant devrait être là non seulement pour leur transmettre de nouvelles connaissances, mais aussi et surtout pour les aider à éviter les pièges et leur faire prendre conscience de ses ressources pour mieux apprendre (Lubin *et al.*, 2012). Ce qui peut être une piste de solution pour les élèves avec un TDAH qui ont déjà des difficultés à utiliser leurs fonctions cognitives

et exécutives. De ce fait, orienter l'attention de l'élève sur le piège à éviter et lui donner des outils pédagogiques matérialisant le piège et son blocage paraît être un atout pour eux. Dans une situation d'apprentissage de résolution de problème, l'enseignant indique la stratégie mathématique correcte (rappel de la règle), et alerte également explicitement l'élève sur « ce qu'il ne faut pas faire », sur le piège à éviter (Lubin *et al.*, 2012 ; Houdé 2000). Par exemple, pour résoudre un problème mathématique de comparaison, l'enseignant indique qu'il faut transformer les nombres dans la même unité avant de comparer et qu'il faut éviter la stratégie erronée qui sert à comparer les nombres sans vérifier qu'ils sont dans la même unité (Houdé, 2000).

Modifier le contexte d'apprentissage

Changer le contexte d'apprentissage pour mieux l'adapter aux caractéristiques des élèves en difficulté et utiliser des matériels pédagogiques convenables peuvent améliorer le rendement scolaire des enfants en difficultés (Raggi et Chronis, 2006). Pour modifier le contexte d'apprentissage de résolution de problème mathématique, l'enseignant doit présenter aux élèves différents types de problèmes qui suscitent leur intérêt et leur offrent un défi, car le type de problèmes et la façon dont l'enseignant les présente ont une grande importance. Ainsi, la plupart des élèves ayant un TDAH ont une capacité de concentration étonnante et font des efforts remarquables lorsque les travaux scolaires les intéressent (Sherman *et al.*, 2017).

Les situations de problèmes classiques et les tâches traditionnelles de résolution de problèmes peuvent amener l'élève à avoir des perceptions erronées sur les problèmes présentés et devenir des obstacles à son engagement dans la résolution de problèmes (De Corte, 2012 ; Houdement, 2017). Ces perceptions sont incarnées par la pensée que l'enseignant attend qu'il fasse une opération entre les nombres ou qu'il combine les nombres entre eux, ainsi l'élève au premier moment cherche les nombres dans le texte de problèmes pour former une opération et trouver une réponse numérique sans avoir une bonne compréhension du problème. C'est le phénomène de la mise entre parenthèses du sens (De Corte, 2012). Il est alors nécessaire que le professeur veille à recréer des conditions plus engagées en donnant des problèmes à enjeu fort pour les élèves.

Travailler en groupe afin d'échanger et discuter les réponses peut amener les élèves à prendre conscience qu'il y a plus d'une façon pour résoudre un problème, que résoudre ne signifie pas seulement calculer, et qu'il faut essayer, se tromper pour trouver une solution (Houdement, 2017). Le travail en groupe permet aux élèves d'acquérir une perspective plus large sur le processus de résolution de problème (Montague, 2006). Il donne aux élèves l'occasion de voir comment les autres abordent différemment les problèmes mathématiques, comment ils utilisent différemment les stratégies et comment ils représentent et résolvent différemment le problème (Montague, 2006). Aussi, l'utilisation des activités collaboratives est bénéfique pour un élève atteint de TDAH parce que dans de telles situations il peut apporter des idées originales (Climie et Mastoras, 2015). Structurer les activités à deux afin que les élèves puissent tour à tour lire à haute voix, se poser mutuellement des questions, confirmer leur compréhension et s'encourager mutuellement à rester concentré sur la tâche. Le tutorat par les pairs a reçu une certaine attention de la recherche et a démontré certains avantages préliminaires pour améliorer les résultats académiques des élèves ayant un TDAH (Raggi and Chronis, 2006).

De même, changer les problèmes classiques et les tâches traditionnelles par de nouveaux types de problèmes et des tâches non traditionnelles permettent d'engager l'élève dans la résolution de problème et lui enseigner à développer une vision holistique des situations et développer son raisonnement. Le fait de varier les situations de résolution de problèmes habituelles provoque un déséquilibre cognitif chez l'élève qui fait alors face à un nouveau défi. Ce déséquilibre va le pousser à analyser la situation afin de choisir une stratégie de résolution appropriée en utilisant ses connaissances antérieures et en faisant des liens avec des problèmes connus (Houdement, 2017 ; De Corte, 2012).

Ainsi, l'utilisation d'un assortiment varié de problèmes réalistes (ou authentiques), complexes et à réponses ouvertes qui diffèrent substantiellement des tâches proposées dans les manuels traditionnels, en les présentant sous des formes différentes : un texte, un article de journal, une brochure, une bande dessinée, un tableau, ou une combinaison de plusieurs de ces éléments ont démontré des bénéfices significatifs auprès des élèves forts, moyens et faibles (De Corte, 2012).

Vanssay de Blavous (2010) propose de travailler sur des problèmes ouverts, comme un exemple de tâches non traditionnelles. Un problème ouvert est un problème dont la résolution n'a pas pour but d'appliquer ou réinvestir des connaissances, mais de développer chez les élèves les capacités à chercher (Vanssay de Blavous, 2010). Le problème ouvert vise principalement le développement d'un comportement de recherche : faire et gérer des essais, émettre des hypothèses, imaginer des solutions, éprouver leur validité, argumenter, etc.

La résolution de ces problèmes, dont l'objectif est d'apprendre à chercher, comporte des étapes qui ne sont pas précisées par des questions intermédiaires (Boublil-Ekimova, 2012). Autrement dit, pour résoudre de tels problèmes, l'élève perçoit rapidement qu'il est inefficace d'essayer d'appliquer directement des connaissances déjà étudiées. Au contraire, il s'agit de chercher. Ce type de problème permet aux élèves de voir les mathématiques différemment, non plus comme des exercices souvent dénués de sens qui consistent à appliquer des techniques, mais comme des lieux d'énigmes qui stimulent l'imagination et la créativité (Arsac et Mante, 2007). Ce qui permet, selon ces chercheurs, de modifier les rapports des élèves ayant des difficultés en mathématiques et dans la résolution de problème.

Les résultats du travail de Vanssay de Blavous (2010) ont montré des progrès très significatifs dans la résolution de problème au primaire. Ce qui semble indiquer l'efficacité des problèmes ouverts. De plus, travailler sur les problèmes ouverts favorise une meilleure représentation des problèmes qui se traduit essentiellement par une meilleure capacité des élèves à produire un schéma pertinent de la situation quand celle-ci est à leur portée.

Le problème ouvert offre une occasion de prendre en compte et de valoriser les différences entre élèves. Selon Intaros et ses collègues (2014), les différentes façons de penser des élèves durant la tâche de résolution de problème ouverte, dans le cadre d'une approche ouverte, ont leurs permis d'utiliser toutes sortes de stratégies de résolution de problème de diverses façons. En effet, si l'énoncé est le même pour tous les élèves, les solutions peuvent être diverses, plus ou moins rapides, utiliser des connaissances et des stratégies variées selon l'élève, sa situation, ses connaissances et ses caractéristiques (Vanssay de Blavous, 2010). Ainsi, selon Vanssay de Blavous (2010), le travail sur des problèmes ouverts contribue à éviter que les écarts se creusent entre deux groupes de niveaux différents ou deux élèves de capacité et

caractéristiques différentes. Il n'existe pas une étude qui montre l'efficacité de l'utilisation des problèmes ouverts avec les élèves TDAH. Cependant, selon les recherches, on conclut que ce type de problème convient avec les profils diversifiés des élèves, y compris les élèves avec un TDAH qui ont des caractéristiques différentes. Ce type de problème utilise une des forces des élèves TDAH qui est la créativité et l'imagination.

Un autre exemple de tâches non traditionnelles, proposé par Polotoskia et ses collègues (2013) aux enseignants, est de créer des situations mathématiquement impossibles où les données numériques sont incompatibles avec la signification sémantique dont les élèves doivent chercher la relation entre les éléments pour expliquer pourquoi c'est impossible. Cette méthode attire l'attention des élèves sur l'existence d'une relation stable entre les nombres ou quantités utilisés dans les problèmes de mots. Houdement (2017) suggère de choisir des situations de problèmes atypiques dont le contexte peut être inhabituel, ils ne sont pas nécessairement écrits, mais peuvent être mimés, éclairés par du matériel, conduire à la fabrication d'un objet. Ces situations ont comme objectifs de faire prendre conscience de la signification de chercher et l'intérêt de connaître des outils mathématiques et d'avoir cette attitude face à tout problème.

Les stratégies d'apprentissage à acquérir par les élèves ayant un TDAH pour affiner leurs compétences à résoudre un problème mathématique

Il ressort de la revue de la littérature que chaque méthode ou outil d'apprentissage peut ne pas répondre aux besoins de tous les élèves en difficulté d'apprentissage y compris les élèves avec un TDAH en raison de leurs profils et caractéristiques divers. Cependant, l'acquisition de stratégies dans un contexte d'apprentissage permettra de guider l'élève à bien procéder dans cette situation d'apprentissage.

Pour résoudre efficacement un problème en mathématique, l'enfant TDAH doit apprendre et utiliser un certain nombre des stratégies qui pourront l'aider. Ainsi, il est amené à prendre conscience de la manière de procéder dans cette situation d'apprentissage.

Dans une situation de résolution de problème, de manière générale, une lecture active du texte du problème amène l'élève à une compréhension générale du problème, et une bonne

compréhension est requise pour arriver à résoudre ce dernier. Alors, il est nécessaire que l'élève suive cette démarche.

Stratégie 1 : la lecture du texte du problème à voix haute

Les enfants atteints de TDAH ont des difficultés dans l'intériorisation de la parole à cause des déficits de la mémoire de travail, leur faire répondre oralement peut permettre une meilleure intégration et rétention du matériel que lorsqu'ils doivent apprendre des informations en silence. Une étude a examiné les effets de la lecture à voix haute par rapport à la lecture silencieuse sur la compréhension de deux enfants hyperactifs. Les résultats ont montré que la lecture à voix haute produisait systématiquement une compréhension plus efficace que la lecture silencieuse, réduisant de près de la moitié le nombre d'erreurs de compréhension produites par la lecture silencieuse (Raggi and Chronis, 2006). Ainsi, la lecture à voix haute permettrait un traitement accru et efficace de l'information par une présentation à la fois visuelle et auditive et faciliterait un comportement attentionnel approprié (Raggi and Chronis, 2006). Alors, il faut inviter les élèves avec un TDAH à faire la lecture du texte de problèmes à voix haute, plusieurs fois, pour éliminer un obstacle vers une meilleure compréhension et une attention plus appropriée.

Stratégie 2 : préciser les rôles de données dans le problème

Après la lecture, l'élève doit chercher les mots-clés qui peuvent lui servir dans le raisonnement et la résolution (Gervais, *et al.*, 2013). Il est souhaitable d'inviter les élèves ayant un TDAH à marquer par des couleurs les mots-clés et les informations importantes. Des études ont examiné les effets de l'ajout de couleur à diverses tâches sur la performance et le niveau d'activité des enfants avec un TDAH, et elles ont montré que l'attention soutenue s'est améliorée chez les enfants atteints de TDAH lorsque la couleur est ajoutée à des tâches simples ou complexes comme la compréhension de lecture (Raggi and Chronis, 2006). Nous nous intéressons à cette tâche puisqu'une résolution de problème réussie nécessite une bonne compréhension du texte du problème. Au titre d'exemple, l'élève peut être invité à marquer en vert les éléments importants et en rouge les éléments inutiles. D'ailleurs, la couleur ajoutée plus

tard après la première lecture peut aider les élèves à lire de manière plus approfondie, à maintenir leur attention sur les tâches longues, aider à mieux comprendre la phrase et conduire à de meilleures performances (Raggi and Chronis, 2006).

De cette façon l'élève analyse toutes les données du problème, les classe et les marque par des couleurs, et détermine l'importance de chaque information pour résoudre le problème. Neef et ses collègues (2003) ont démontré que l'apprentissage du rôle de chaque donnée dans le problème améliore considérablement la réussite de résolution des problèmes chez les élèves en retard de développement. Ce qui peut être considéré comme une stratégie gagnante pour les élèves ayant un TDAH qui éprouvent des difficultés à résoudre des problèmes mathématiques.

Stratégie 3 : la modélisation mentale du problème

Comprendre le problème consiste à construire un modèle mental de ce qui est décrit. La base de connaissance conceptuelle et la base de connaissance linguistique jouent un rôle dans cette construction.

Deux paradigmes sont liés à l'enseignement et à l'apprentissage de la résolution de problèmes additive : le paradigme opérationnel et le paradigme relationnel (Polotskaia, 2017). Ces deux paradigmes se distinguent par la façon de comprendre et de traiter le problème. Dans le paradigme opérationnel, le processus de développement des connaissances sur la résolution de problème commence à partir du concept de nombre et des opérations arithmétiques et se développe vers une compréhension flexible des structures additives, c'est-à-dire les processus de résolution d'un problème sont expliqués par la transformation d'une description de mots contenant des nombres et une signification sémantique en une opération arithmétique.

En revanche, dans le paradigme relationnel, les opérations d'addition et de soustraction ne sont pas les moyens de comprendre une situation, mais servent d'outils pour modifier la situation. Le processus de résolution de problèmes comprend donc la phase d'analyse et d'identification de la relation additive décrite dans le problème et la phase de planification ou de construction de l'opération pour calculer l'élément inconnu (Polotskaia, 2017). En conséquence, les difficultés de résolution de problèmes dans le cadre du paradigme relationnel

seront considérées comme une incapacité de l'élève de voir la relation additive présente dans le problème verbal et de construire l'opération en considérant la relation (Polotskaia, 2017).

Pour aider les élèves avec un TDAH à mieux comprendre la situation et saisir les relations présentes, une phase orale de discussion sur la compréhension de l'énoncé doit avoir lieu (Vanssay de Blavous, 2010). Cette phase de discussion va aider les élèves à développer des liens cognitifs leur permettant de passer du raisonnement séquentiel sur une situation à un raisonnement global relationnel et vice versa (Gervais, *et al.*, 2013). L'enseignant doit demander à l'élève de reformuler le problème dans ses propres mots pour assurer sa compréhension. De plus, durant la discussion, l'élève est encouragé à réfléchir et à parler du problème et l'enseignant doit poser certaines questions à l'élève pour éveiller ses connaissances antérieures puisque l'intégration de celles-ci aidera l'élève à construire des relations et faciliter son raisonnement (Magnan, 2015). Ainsi que l'utilisation des analogies qui consiste à rechercher de problèmes similaires résolus antérieurement pour adapter sa résolution au problème actuel est une stratégie prometteuse (Focant et Grégoire, 2008). L'élève est, aussi, encouragé à verbaliser ses pensées, ses raisonnements et ce qui se passe dans sa tête à tous les moments de sa démarche de résolution (Montague, 2008).

La discussion active avec l'élève ayant un TDAH après la lecture sur la structure mathématique d'un problème soutient le développement de la pensée souhaitée et la bonne compréhension de relation et de la situation présentée. Ceci va aider à développer un raisonnement global et à éviter l'association directe des mots-clés aux opérations chez les élèves qui pensent que le « plus » correspond toujours à l'addition et la « suppression » correspond à la soustraction, ou bien que l'élément inconnu soit toujours à la fin de l'opération (Polotskaia, 2017). Ainsi, en adoptant un paradigme relationnel l'élève va développer un raisonnement flexible de la situation et une compréhension profonde, au lieu de faire une traduction directe de mots-clés pour former une opération.

Stratégie 4 : La représentation schématique du problème

Cette stratégie implique que l'élève réalise une représentation imagée du problème afin de se l'approprier. Pour cette stratégie l'élève avec un TDAH peut se servir d'un dessin, d'un schéma, d'un tableau ou d'une représentation graphique afin de présenter les données et les relations du problème. Cette méthode est efficace pour créer une connexion entre les deux langages : langage français et lexique mathématique.

Permettre aux enfants ayant un TDAH de représenter leurs idées, leurs inventions ou leurs émotions par d'autres moyens peut ouvrir des voies alternatives de communication et d'éducation (Sherman *et al.*, 2017). Cette représentation peut servir à réduire la charge de traitement cognitif d'un apprenant et de mettre à disposition des ressources mentales pour s'engager dans l'analyse de problème (Jitendra, 2002). Une étude menée auprès de nombreux élèves ayant ou non reçu un diagnostic de TDAH a montré qu'ils pourraient avoir plus de succès à résoudre des problèmes en utilisant des peintures, de la pâte à modeler, etc. (Sherman *et al.*, 2017).

Une façon de représenter les problèmes suggérés par la littérature est la représentation graphique, qui est un outil didactique qui supporte l'analyse de problème dans le processus de la résolution. Elle peut toujours servir pour trouver l'opération arithmétique appropriée et elle dirige l'attention de l'élève vers la structure de relations quantitatives plutôt que vers le nombre d'objets (Gervais *et al.*, 2013). Un moyen de représentation graphique du cours de mathématique au primaire est le diagramme « range tout ». Chaque valeur figurant dans le problème peut être représentée par un segment ou une partie de ce dernier dans le diagramme. Plus la valeur est grande, plus le segment est long. Il n'est pas nécessaire de représenter chaque nombre de façon proportionnelle ni de le présenter comme un segment gradué (Polotskaia, 2010). Cette technique peut aider l'élève à résumer visuellement le texte du problème en montrant les relations de façon claire et ainsi donner aux élèves ayant un TDAH un support visuel au raisonnement.

L'utilisation de cette représentation graphique peut se faire conjointement avec l'utilisation de matériel de manipulation pour effectuer les calculs (Gervais *et al.*, 2013).

La stratégie d'utilisation du matériel de manipulation sert à se représenter concrètement le problème. Le matériel de manipulation est un soutien à la compréhension, comme démontré par Hersent (2011). Souvent ce matériel suffit à la compréhension du problème et permet aux élèves de se faire une représentation de l'énoncé arithmétique (Magnan, 2015). D'ailleurs, les élèves ayant des besoins particuliers qui utilisent du matériel de manipulation dans leurs cours de mathématique réussissent mieux que d'autres ayant les mêmes besoins, mais qui n'ont pas ces occasions (Magnan, 2015).

Le matériel de manipulation est proposé aux enfants en difficultés pour résoudre un problème afin qu'ils puissent «jouer» le problème et les amener à réaliser leurs erreurs (Magnan, 2015). Le matériel de manipulation contribue au renforcement tactile et spatial des concepts mathématiques, favorise la concentration et aide les élèves à développer les structures cognitives nécessaires pour comprendre les relations arithmétiques (Sousa, 2006).

Ces modes d'apprentissage visuels (représentation graphique, image, tableau, dessin, etc.) et tactile (matériel de manipulation) sont bénéfiques aux élèves avec un TDAH qui ont tendance à penser rapidement par image. Ces supports visuels et tactiles sont conçus comme des images et perceptions sensorielles envoyées au cerveau pour former l'image mentale de la situation du problème. Comme la pensée par image est 5 à 7 fois plus rapide chez eux que la pensée linéaire verbale (Dulude, 2014), alors l'utilisation de ces supports va les amener à visualiser et à comprendre la situation plus rapidement.

Stratégie 5 : la planification des actions

Selon Ménissier (2011), la planification des actions va permettre à l'enfant d'organiser les différentes étapes nécessaires à la résolution du problème. Il peut alors déterminer ce qu'il faut faire pour arriver à un objectif ou une intention déterminée. La planification permet à l'élève de savoir où aller et comment y arriver.

Les fonctions exécutives limitées des élèves ayant un TDAH, rendent indispensables l'intervention au niveau cognitif par l'enseignement de stratégies d'autorégulation, d'organisation et de planification compensatoires. Ces stratégies utilisent les compétences existantes pour aider les enfants avec un TDAH à être plus indépendants dans leurs activités, augmentant leur autonomie (Climie et Mastoras, 2015) et améliorant significativement les performances et la réussite en mathématique (Tzuriel et Trabelsi, 2015).

Tzuriel et Trabelsi (2015) ont mené une étude pour examiner les effets du programme Seria-Think (STP) sur la planification, l'autorégulation et la réussite en mathématiques chez les enfants atteints de TDAH. Les résultats ont montré que le STP était efficace pour améliorer la planification des enfants. Le programme Seria-Think (STP) est composé d'un ensemble de sept leçons structurées (45 minutes chacune) visant à enseigner aux enfants les comportements d'autorégulation et de planification dans le domaine des mathématiques. Selon l'étude, ce programme peut aussi être un moyen d'enseigner des stratégies de planification et d'autorégulation aux élèves ayant un TDAH pour résoudre un problème mathématique.

Une autre étude a examiné l'efficacité d'une intervention de stratégie cognitive basée sur l'approche Planification, Attention, Simultanée et Successive (PASS) donné par des enseignants en éducation spécialisée aux élèves atteints de TDAH (Iseman et Naglieri, 2011). Les élèves du groupe expérimental ont été exposés à une brève instruction de stratégie cognitive pendant 10 jours, conçue pour encourager le développement et l'application d'une planification efficace pour le calcul mathématique, tandis que le groupe témoin a reçu un enseignement mathématique standard. Les résultats indiquent que, par rapport au groupe témoin, les élèves atteints de TDAH du groupe expérimental ont montré une plus grande amélioration de leurs performances en mathématiques. Les enfants atteints de TDAH ont également bénéficié de l'enseignement de la stratégie de planification en mathématiques. Cette étude a montré que l'enseignement de la stratégie de planification peut être dispensé en sessions de 10 minutes intégrées au programme dans un domaine de contenu académique spécifique.

Les résultats de ces études montrent l'importance de l'application de programmes d'éducation cognitive axés sur des fonctions exécutives spécifiques comme la planification

auprès des enfants atteints de TDAH pour une meilleure résolution de problèmes mathématiques.

Inviter l'élève à faire un plan de travail et le suivre est un moyen de planification. Ce plan de travail peut servir aux élèves avec un TDAH dans leur démarche en évitant l'impulsivité d'une réponse précipitée ou l'oubli d'une étape par manque d'attention. Il doit contenir les compétences sous-jacentes à la planification : prévoir, représenter, exécuter et gérer.

Prévoir sert à visualiser une opération et à en prédire les conséquences (Gagné *et al.*, 2001), soit choisir l'une de quatre opérations arithmétiques (addition, soustraction, multiplication et division) dans la situation de résolution de problème mathématique. Le choix de l'opération devrait être convenable aux données, à l'objectif du problème et aux relations construites.

Représenter vise à concrétiser les moyens à mettre en œuvre et à organiser les étapes du déroulement de l'opération (Gagné *et al.*, 2001), soit appliquer le calcul approprié. Selon Ménissier (2011), l'élève peut récupérer en mémoire certains faits arithmétiques qu'il connaît ou utiliser des procédures qui permettent de trouver le nombre recherché, par exemple compter sur les doigts en avançant ou en reculant. En outre, remettez des tableaux ou des fiches pour rappeler aux élèves d'utiliser le concept des doubles ou les tables d'addition pour se remémorer les faits mathématiques de base (Alberta Education, 2008). Ces stratégies stimulent la fonction de rappel de la mémoire des élèves ayant un TDAH.

Exécuter et gérer impliquent une planification dans l'action où toutes les actions sont évaluées, surveillées et validées (Gagné *et al.*, 2001). Cette étape peut amener l'élève à faire certains réajustements. L'élève essaye de trouver où les erreurs ont pu être produites, s'elles ont lieu, et effectue les corrections nécessaires.

Si ces stratégies et sous-stratégies sont enseignées aux élèves atteints de TDAH et qu'ils ont appris à les appliquer et à les utiliser dans une situation de résolution de problème mathématique, ils vont ainsi améliorer leurs performances. Ces stratégies sont résumées dans une annexe (Voir Annexe B).

BILAN DES APPRENTISSAGES

Ce bilan apporte plus d'éclairage sur les apprentissages réalisés tout au long de ce processus et permet de vérifier de manière plus précise ce qu'il en est de l'atteinte des objectifs d'apprentissage et de développement professionnel énoncés précédemment.

Tout au long de la rédaction de cet essai, j'ai tenu un journal de bord afin de colliger les données qui serviraient au bilan des apprentissages. En revenant sur ce journal de bord, je peux évaluer l'atteinte des objectifs d'apprentissage identifiés au début de ce projet.

L'atteinte de mes objectifs d'apprentissage et de développement professionnels

L'objectif général visé par cet essai était de recenser les stratégies visant à soutenir l'apprentissage de la résolution de problèmes mathématiques chez les élèves atteints du trouble de déficit de l'attention avec hyperactivité en me basant sur les caractéristiques et les forces de ces élèves. Des objectifs spécifiques découlant de l'objectif général ont été énoncés et m'ont aidée à y répondre.

Rappelons que cet intérêt pour les élèves ayant un TDAH est né de mon désir de travailler avec ces élèves pour mettre en valeur leurs forces et limiter la propagation des croyances incorrectes que j'ai entendues de la part des parents et des enseignants de ces enfants qui n'ont pas suffisamment d'informations sur ce trouble.

Ce choix était aussi guidé par une perspective positive que je voulais adopter auprès des élèves en difficultés en tant qu'orthopédagogue. Ainsi, pour dresser le portrait d'un élève, il faut considérer en même temps ses forces et ses capacités de même que ses difficultés.

À la lumière de mes lectures, il apparaît qu'il est difficile de circonscrire de manière objective les conditions favorables au bon enseignement de la résolution de problèmes mathématiques pour les élèves ayant un TDAH et selon leurs forces.

En conséquence, j'ai cherché les conditions favorables au bon enseignement de résolution de problème aux élèves en difficulté, ainsi que les conditions favorables au bon enseignement des élèves TDAH. Ensuite, en analysant les résultats et en comparant les études et les recherches, j'ai cherché à trouver des réponses qui m'amènent à atteindre mes objectifs.

Après plusieurs lectures sur les conditions et les stratégies qui soutiennent l'apprentissage des élèves, j'ai compris la différence entre les types de stratégies, à savoir les stratégies d'enseignement et les stratégies d'apprentissage. J'ai également été sensibilisée à l'importance d'indiquer quel type de stratégies je vise dans mes objectifs. Ainsi, j'ai trouvé indispensable de déterminer les deux objectifs spécifiques qui découlent de mon objectif général.

Mon premier objectif spécifique vise à décrire les stratégies d'apprentissage à enseigner aux élèves avec un TDAH afin de leur apprendre comment résoudre un problème mathématique avec succès. Le deuxième objectif spécifique vise à élaborer des stratégies d'enseignement à adopter auprès de ces élèves lors d'une telle situation d'apprentissage.

Le résultat de ce travail est que je me suis approprié les stratégies, soit d'enseignement ou d'apprentissage, qui facilitent l'enseignement de la résolution de problème mathématique en considérant le mieux possible les besoins et les intérêts des apprenants ayant un TDAH. De plus, j'ai pu développer mes compétences professionnelles pour intervenir en tant qu'orthopédagogue sur le plan mathématique et de la résolution de problème auprès des élèves présentant un TDAH. Je peux donc dire que j'ai atteint les objectifs que je me suis assigné aussi bien sur le plan du développement de connaissances que du développement professionnel.

Apprentissages réalisés

Ma maîtrise en éducation a été l'occasion de nombreux apprentissages. Que ce soit pendant mes cours, lors de mes lectures, dans mes expérimentations en classe et dans l'analyse de celles-ci, ou lors de la rédaction du présent essai. J'ai développé des connaissances et des compétences sur lesquelles je me dois revenir.

En plus de consolider les connaissances que j'avais, j'en ai acquis de nouvelles. D'une part, sur la résolution de problèmes mathématiques, les processus et la démarche, les compétences nécessaires, les problématiques que peuvent rencontrer les élèves durant cette tâche, et la proposition de certaines méthodes et techniques pour surmonter ces problématiques.

D'autre part, j'ai acquis de nouvelles connaissances sur les caractéristiques des élèves ayant un TDAH, leurs difficultés dans une situation d'apprentissage de mathématique et leurs capacités. D'ailleurs, j'ai cherché à trouver des documents scientifiques qui traitent du rôle de chaque capacité reconnue comme force chez les élèves ayant un TDAH (ex. : la créativité, la grande acuité sensorielle, le mode de pensée non verbal) dans la résolution de problème mathématique. Cependant, je n'ai pu trouver que quelques études sur l'importance de la créativité dans l'apprentissage de mathématiques.

J'ai pu discerner comment l'éducateur pouvait contribuer à offrir un environnement suffisamment stimulant à la réalisation d'une tâche de résolution de problème en tenant compte de la gestion des ressources temporelles, environnementales et matérielles nécessaires. J'ai aussi découvert l'importance de varier les types et les structures de problèmes mathématiques donnés pour améliorer la capacité de résolution chez tous les élèves. En effet, la variation des types de problèmes peut contribuer à un enseignement différencié qui vise les caractéristiques spécifiques des élèves y compris ceux qui ont un TDAH.

J'ai réalisé tout au long de ce travail l'importance de l'engagement de l'élève dans le processus d'apprentissage. C'est pourquoi des discussions, avant, durant et après la tâche de résolution de problème mathématique, entre l'éducateur et l'élève, seront nécessaires. Ces discussions vont amener l'élève à prendre conscience de ses capacités cognitives et à décider sur ses processus d'apprentissage et à choisir les stratégies qui lui paraissent utiles pour résoudre un problème selon ses capacités, ses connaissances antérieures et ses expériences passées dans de telles situations. De plus, ces discussions appliquées dans le cadre de ma pratique en tant qu'éducatrice spécialisée vont me permettre de m'assurer que l'élève comprend bien le problème à résoudre et qu'on est au même niveau de pensée.

Je constate que toute stratégie d'apprentissage enseignée aux élèves devrait servir à faciliter la résolution de problème, notamment des stratégies effectives pour une lecture active, une compréhension correcte et une représentation concurrente du problème (Voir Annexe B). En effet, pour enseigner une de ces stratégies aux élèves ayant des difficultés comme les élèves avec un TDAH, il faut leur montrer la stratégie, et son fonctionnement. Ensuite, il faut guider l'élève dans sa pratique de la stratégie. Et finalement, lui donner des occasions de la pratiquer seul. Dans ma pratique professionnelle, je suivrai ce processus d'enseignement de stratégie qui se joint au concept d'enseignement explicite.

Un autre apprentissage réalisé durant les lectures et la rédaction de l'essai est l'importance de l'application de programmes d'éducation cognitive. Ces programmes visent une prise de conscience auprès des enfants atteints de TDAH de leurs outils cognitifs pour améliorer leur capacité à résoudre des problèmes mathématiques tels que la planification, l'attention, la concentration, la vigilance et la mémoire de travail. Sachant que ces fonctions jouent un rôle central dans la résolution de problème mathématique, ce qui rend l'application de tels programmes, dans ma pratique professionnelle, indispensable à la réussite des élèves ayant un TDAH qui présentent déjà des difficultés à ce niveau. Des exemples de programmes : programme « Attentix », programme Seria-Think (STP), le programme « PASS », etc. Autrement dit, ces programmes servent de moyens concrets pour enseigner explicitement les fonctions exécutives aux élèves et pour les aider à les apprendre et à les utiliser consciemment dans des situations pertinentes.

Somme toute, ma démarche de recherche et de rédaction de cet essai m'a permis d'acquérir plusieurs connaissances, compétences, habiletés, etc. reliées à la fois au plan professionnel que personnel.

CONCLUSION

Pour conclure, l'objectif de cet essai était de répertorier des stratégies d'enseignement et d'apprentissage pouvant être mises en place par les enseignants afin d'optimiser les habiletés scolaires en situation de résolution de problème des élèves atteints de TDAH. Tout au long de ce travail, nous avons souligné les difficultés rencontrées dans la résolution de problème mathématique chez les élèves ayant un TDAH, mais aussi les forces sur lesquels s'appuyer. En effet, le présent rapport montre l'importance d'élaborer des stratégies pour faciliter l'apprentissage et l'acquisition de cette compétence chez ces élèves. Il est maintenant clair que les forces des élèves ayant un TDAH peuvent jouer un rôle majeur dans l'élaboration des stratégies d'apprentissage pour favoriser leur apprentissage. Les documents recueillis devraient permettre de répondre aux nombreuses questions posées tout au long de ce travail. Les lectures et les analyses de contenu effectuées en rédigeant cet essai ont également contribué à l'atteinte de mes deux objectifs.

Cet essai a mené à proposer certaines stratégies gagnantes, provenant de la littérature, pour les enseignants de mathématiques du premier cycle de primaire. Ces stratégies prennent en compte les caractéristiques spécifiques des élèves avec un TDAH et soulignent leurs forces.

Toutefois, cet essai comporte des limites, notamment la rareté des études faisant référence aux stratégies d'apprentissage pour les élèves ayant un TDAH en situation de résolution de problème mathématique, et des études considérant les capacités de ces élèves dans l'apprentissage de cette compétence.

Cet essai a fait émerger des nouveaux questionnements, comme les suivants. Est-ce que les pratiques des enseignants à l'école primaire stimulent davantage l'utilisation des stratégies cognitives et métacognitives dans une situation de résolution de problème ou au contraire, découragent leur utilisation? Comment cet enseignement de stratégies d'apprentissage doit-il être planifié? Comment les enseignants de mathématiques peuvent-ils

lier l'enseignement de leur contenu disciplinaire à l'enseignement de meilleures stratégies d'apprentissages ?

Grâce à cet essai, j'ai acquis de nouvelles connaissances sur les méthodes d'apprentissages des élèves atteints d'un TDAH. J'ai acquis un bagage de connaissances au fil des lectures de textes scientifiques et professionnels, et des ouvrages et lors de la rédaction de l'essai par les nombreux commentaires de mon tuteur de maîtrise et des professeurs universitaires.

RÉFÉRENCES

- Alloway, T.-P., Gathercole, S.-E., Kirkwood, H et Elliott, E. (2009). The cognitive and behavioral characteristics of children with low working memory. *Child Development*, 80 (2), 606–621.
- Alberta Education. *Viser le succès : enseigner aux élèves ayant un trouble déficitaire de l'attention avec ou sans hyperactivité, de la 1re année à la 12e année*, Edmonton (AB), Alberta Education, 2008.
- American Psychiatric Association (2000). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders (DSM – IV – TR)* (4^e éd.). doi:10.1176/appi.books.9780890423349
- Antoun, Z. (2012). Analyse des situations-problèmes du manuel Perspective mathématique (1er cycle du secondaire) dans la partie résolution de problèmes en algèbre au Québec. Dans : La recherche sur la résolution de problèmes en mathématiques : au-delà d'une compétence, au-delà des constats, 23-25 mai, sous la direction de Groupe de didactique des mathématiques du Québec. Québec : Université Laval.
- Arsac, G. et Mante, M. (2007). Les pratiques du problème ouvert. Lyon : Scéren CRDP de Lyon.
- Ashcraft, M.-H. et Krause J. A. (2007). Working memory, math performance, and math anxiety. *Psychonomic Bulletin & Review*, 14 (2), 243-248.
- Barkley, R. A. (2006). *Attention-deficit hyperactivity disorder: A handbook for diagnosis and treatment* (3^e éd.). New York, NY: Guilford.
- Barry, T. D., Lyman, R. D. et Klinger, L. G. (2002). Academic underachievement and attention-deficit/hyperactivity disorder: The negative impact of symptom severity on school performance. *Journal of School Psychology*, 40 (3), 259-283.
- Bégin, C. (2008). Les stratégies d'apprentissage : un cadre de référence simplifié. *Revue des sciences de l'éducation*, 34 (1), 47 – 67. doi:10.7202/018989ar
- Bélangier, S. (2008). Une approche multidisciplinaire pour le trouble de déficit d'attention, avec ou sans hyperactivité. Dans Bélangier, S., Vanasse, M., Béliveau, M.-C., Jamouille, O., Lippé, S., Pâquet, H., et Vanasse, C.-M. (dirs), *Le trouble de déficit d'attention avec ou sans hyperactivité* (p. 15-44). Montréal : Éditions du CHU Sainte-Justine.
- Bélangier, J. P., Deblois, L. et Freiman, V. (2014). Interpréter la créativité du raisonnement dans les productions d'élèves en mathématiques d'une communauté d'apprentissages multidisciplinaires interactifs. *Éducation et francophonie*, 42 (2), 44–63. doi:10.7202/1027905ar
- Bissonnette, S. et Richard, M. (2001). Comment construire des compétences en classe. Des outils pour la réforme. Montréal, QC : Chenelière éducation

- Boot, N., Nevicka, B. et Baas, M. (2017). Subclinical symptoms of attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD) are associated with specific creative processes. *Personality and Individual Differences*, 114, 73–81.
- Boublil-Ekimova, H. (2012). Problème et situation-problème : concepts fondateurs, concepts problématiques ? Dans : La recherche sur la résolution de problèmes en mathématiques : au-delà d'une compétence, au-delà des constats, 23-25 mai, sous la direction de Groupe de didactique des mathématiques du Québec. Québec : Université Laval.
- Bosson, M.S., Hessels, M. G.P. et Hessels-Schlatter, C. (2009). Le développement de stratégies cognitives et métacognitives chez les élèves en difficultés d'apprentissage. *Développement*, (1), 14-20.
- Brien, R. (1983). Une perspective pour le choix de stratégies d'enseignement. *Revue des sciences de l'éducation*, IX (1), 23-40.
- Caron, A. (2016). Pour une pédagogie exécutive de l'attention et de l'autocontrôle. *Approche neuropsychologie des apprentissages chez l'enfant*, 140, 101-107.
- Climie, E. A. et Mastoras, S. M. (2015). ADHD in schools: Adopting a strengths-based perspective. *Canadian Psychology / Psychologie canadienne*, 56 (3), 295-300. doi:10.1037/cap0000030
- De Corte, E. (2012). Résoudre des problèmes mathématiques : de la modélisation superficielle vers la modélisation experte. Dans : La recherche sur la résolution de problèmes en mathématiques : au-delà d'une compétence, au-delà des constats, 23-25 mai, sous la direction de Groupe de didactique des mathématiques du Québec. Québec : Université Laval.
- Dellatolas, G., Watier, L., Giannopulu, I. et Chevrie-Muller, C. (2007). Comportement perturbateur, difficultés d'attention et apprentissages entre 3,5 ans et 8 ans : une étude longitudinale en milieu scolaire. *Archives de pédiatrie*, 14, 227–233. doi:10.1016/j.arcped.2006.10.022
- Dulude, D. (2014). *Le TDAH : une force à rééquilibrer*. Montréal : Éditions du CRAM.
- Faraone, S. V., Sergeant, J., Gillberg, C., et Biederman, J. (2003). The worldwide prevalence of ADHD: Is it an American condition? *World Psychiatry*, 2, 104–113.
- Focant, J. et Grégoire, J. (2008). Les stratégies d'autorégulation cognitive : une aide à la résolution de problèmes arithmétiques. Dans Crahay, M., Verschaffel, L., De Corte, E. et Grégoire, J. (2008), *Enseignement et apprentissage des mathématiques* (p. 201-221). Bruxelles, Belgique : De Boeck Supérieur.
- Fuchs, L. S., Compton, D. L., Fuchs, D., Paulsen, K., Bryant, J. D. et Hamlett, C. L. (2005). The prevention, identification, and cognitive determinants of math difficulty. *Journal of Educational Psychology*, 3, 493-513.
- Fugate, C. M., Zentall, S. S. et Gentry, M. (2013). Creativity and working memory in gifted students with and without characteristics of attention deficit hyperactive disorder: Lifting the mask. *Gifted Child Quarterly*, 57 (4), 234–246. doi:10.1177/0016986213500069

- Gagné, P-P., Noreau, D., et Ainsley, L. (2001). Être attentif... une question de gestion ! : un répertoire d'outils pour développer la gestion cognitive de l'attention, de la mémoire et de la planification. Montréal, QC : Chenelière éducation.
- Gaudreau, N. (2011). La gestion des problèmes de comportement en classe inclusive : pratiques efficaces. *Éducation et francophonie*, XXXIX (2), 122-144.
- Gauthier, C., Bissonnette, S., Richard, M. (2013). Enseignement explicite et réussite des élèves. Paris, Bruxelles : De Boeck
- Gervais, C., Savard, A. & Polotskaia, E., 2013. La résolution de problèmes de structures additives chez les élèves du premier cycle du primaire : le développement du raisonnement. *Bulletin AMQ*, 8 (3), pp.58 – 66.
- Greven, C. U., Kovas, Y., Willcutt, E. G., Petrill, S. A. et Plomin, R. (2014). Evidence for shared genetic risk between ADHD symptoms and reduced mathematics ability: A twin study. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 55 (1), 39–48.
- Houdement, C. (2017) Résolution de problèmes arithmétiques à l'école. *Grand N*, 100, 59-78
- Hwang, W. Y., Chen, N. S., Dung, J. J. et Yang, Y. L. (2007). Multiple representation skills and creativity effects on mathematical problem solving using a multimedia whiteboard system. *Educational Technology & Society*, 10 (2), 191-212.
- Intaros, P., Inprasitha, M. et Srisawadi, N. (2014). Students' problem solving strategies in problem solving – mathematics classroom. *Social and Behavioral Sciences* 116, 4119-4123. Doi:10.1016/j.sbspro.2014.01.901
- Iseman, J. S., & Naglieri, J. A. (2011). A cognitive strategy instruction to improve math calculation for children with ADHD and LD: A randomized controlled study. *Journal of Learning Disabilities*, 44, 184-195.
- Jitendra, A. (2002). Teaching students math problem-solving through graphic representation. *Exceptional Children*, 34 (4), 34-38.
- Lajoie, C., et Bednarz, N. (2012). De 1945 à nos jours : qu'en est-il de la notion de problème ?. Dans : La recherche sur la résolution de problèmes en mathématiques : au-delà d'une compétence, au-delà des constats, 23-25 mai, sous la direction de Groupe de didactique des mathématiques du Québec. Québec : Université Laval.
- Legendre, R. (2005). *Dictionnaire actuel de l'éducation*, 3e éd. Montréal: Éditions Guérin
- Lippé, S. et Vanasse, C-M. (2008). L'évaluation psychologique ou neuropsychologique de TDAH. Dans S. Bélanger, M. Vanasse, M.-C. Béliveau, O. Jamouille, S. Lippé, H. Pâquet, C.-M. Vanasse (dirs), *Le trouble de déficit d'attention avec ou sans hyperactivité* (p. 45-64). Montréal : Éditions du CHU Sainte-Justine.
- Lubin, A., Lanoë, C., Pineau A. Et Rossi, S. (2012). Apprendre à inhiber : une pédagogie innovante au service des apprentissages scolaires fondamentaux (mathématiques et orthographe) chez des élèves de 6 à 11 ans. *Neuroéducation*, 1 (1), 55-84.

- Magnan, L. (2015). « Mathémagic » : Création d'un matériel de manipulation visant à améliorer la compréhension des problèmes arithmétiques chez des enfants de CM1 et CM2. Mémoire pour l'obtention du certificat de capacité d'orthophoniste. Lille 2.
- Ménissier, A. (2011). Analyser, comprendre et travailler les problèmes arithmétiques. Dans : Habib M., Noël M-P., George-Porocchia F., Brun V. Calcul et dyscalculies. Des modèles à la rééducation. Issy-les-Moulineaux : Elsevier Masson
- Ministère de l'Éducation du Québec (2001). *Programme de formation de l'école québécoise*. Québec : Gouvernement du Québec.
- Montague, M. et Dietz, S. (2009). Evaluating the evidence base for cognitive strategy instruction and mathematical problem solving. *Exceptional Children*, 75 (3), 28-302
- Montague, M. (2008). « Self-regulation strategies to improve mathematical problem solving for students with learning disabilities », *Learning Disability Quarterly*, 31, 37-44.
- Montague, M. (2006). Self-Regulation Strategies for Better Math Performance in Middle School. Dans Harris, K-R. et Graham, S. (2006), *Teaching Mathematics to Middle School Students with Learning Disabilities* (p. 89-107). New York: Series Editors
- Montague, M. (1992). The effects of cognitive and metacognitive strategy instruction on the mathematical problem solving of middle school students with learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 25 (4), 230-248.
- Mouboli, V. (2012). La résolution de situations-problèmes par des élèves en difficultés au secondaire : difficultés et potentialités. Dans : La recherche sur la résolution de problèmes en mathématiques : au-delà d'une compétence, au-delà des constats, 23-25 mai, sous la direction de Groupe de didactique des mathématiques du Québec. Québec : Université du Laval.
- Nadeau, M.-F., Normandeau, S. et Massé, L. (2015). TDAH et interventions scolaires efficaces : fondements et principes d'un programme de consultation individuelle. *Revue de psychoéducation*, 44 (1), 1-23. doi :10.7202/1039268ar
- Neef, N. A., Nelles, D. E., Iwata, B. A., & Page, T. J. (2003). Analysis of precurent skills in solving mathematics story problems. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 36 (1), 21-33.
- Nisbet, J. et Shucksmith, J. (2018). *Learning Strategies*. New York, NY: Routledge.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (2010). *Mathematics Teaching and Learning Strategies in PISA*. Récupéré de <http://www.oecd.org/education/school/programmeforinternationalstudentassessmentpisa/46052236.pdf>
- Paillé, P. (2007). La méthodologie de recherche dans un contexte de recherche professionnalisante : douze devis méthodologiques exemplaires. *Recherches qualitatives*, 27 (2), 133-151. Récupéré de <http://www.recherche-qualitative.qc.ca/Revue.html>
- Paillé, P. et Mucchielli, A. (2012). *L'analyse qualitative en sciences humaines et sociales* (3^e éd.). Paris, France : Armand Colin.

- Perreault, J. (2010). *Difficultés d'apprentissage en mathématique chez les élèves du cheminement particulier continu (CPC) : variables cognitives*, Mémoire de doctorat, Université Laval. Récupéré de www.theses.ulaval.ca/2010/27816/27816.pdf
- Polotskaia, E. (2010). Des représentations graphiques dans l'enseignement des mathématiques- Deux jeux pour apprendre. *Bulletin AMQ, L (1) (November)*, pp.12–28.
- Polotskaia, E., Freiman, V. et Savard, A. (2013). Developing reasoning about simple additive structures: one task for elementary students. In A. M. Lindmeier & A. Heinze, eds. *Mathematics learning across the life span. The 37th conference of the international group for the psychology of mathematics education*. Kiel, Germany, p. 253.
- Polotskaia, E (2017). How the Relational Paradigm Can Transform the Teaching and Learning of Mathematics: Experiment in Quebec. *International Journal for Mathematics Teaching and Learning* 18 (2), 161 - 180
- Proulx, J. (1993). *Enseigner mieux : stratégies d'enseignement*. Québec : Cégep de Trois-Rivières.
- Purper-Ouakil, D., Wohl, M., Cortese, S., Michel, G. et Mouren, M.-C. (2006). Le trouble déficitaire de l'attention–hyperactivité (TDAH) de l'enfant et de l'adolescent. *Annales Médico Psychologiques, 164*, 63–72. doi:10.1016/S0003-4487 (05) 00296-9
- Raggi, V-L., et Chronis, A-M. (2006). Interventions to Address the Academic Impairment of Children and Adolescents with ADHD. *Clinical Child and Family Psychology Review, 9 (2)*, 85-111. DOI : 10.1007/s10567-006-0006-0
- Rajotte, T., Voyer, D. et Giroux, J. (2015). Les difficultés en résolution de problèmes mathématiques des élèves ayant un TDA/H : quelle perspective adopter afin d'intervenir adéquatement ? *Revue canadienne des jeunes chercheuses et chercheurs en éducation, 6 (1)*, 1-22.
- Re, A. M., Loveroa, F., Cornoldia, C. et Passolunghi, M. C. (2016). Difficulties of children with ADHD symptoms in solving mathematical problems when information must be updated. *Research in Developmental Disabilities, 59*, 186–193. doi: 10.1016/j.ridd.2016.09.001
- Rossi, S., Lubin, A., Lanoë, C. et Pineau A. (2012b). Une pédagogie du contrôle cognitif pour l'amélioration de l'attention à la consigne chez l'enfant de 4-5 ans. *Neuroéducation, 1 (1)*, 29-54.
- Sherman, J., Rasmussen, C. et Baydala, L. (2017). Thinking positively: How some characteristics of ADHD can be adaptive and accepted in the classroom. *Childhood Education, 82 (4)*, 196-200. doi:10.1080/00094056.2006.10522822
- Sousa, D-A. (2006). *Un cerveau pour apprendre... différemment : comprendre comment fonctionne le cerveau des élèves en difficulté pour mieux leur enseigner*. Montréal, QC : Chenelière éducation.
- Swanson, H-L. et Beebe-Frankenberger, M. (2004). The relationship between working memory and mathematical problem solving in children at risk and not at risk for serious math difficulties. *Journal of Educational Psychology, 96 (3)*, 471-491.

- Theis, L., Assude, T., Tambone, J., Morin, M., Koudogbo, J. et Marchand, P. (2014). Quelles fonctions potentielles d'un dispositif d'aide pour soutenir la résolution d'une situation-problème mathématique chez des élèves en difficulté du primaire ? *Éducation et francophonie*, 42 (2), 158-172. doi:10.7202/1027911ar
- Tzuriel, D., et Trabelsi, G. (2015). The Effects of the Seria-Think Program (STP) on Planning, Self-Regulation, and Math Performance Among Grade 3 Children with Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD). *Cognition, Intelligence, and Achievement*, 345- 367. DOI : <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-410388-7.00017-8>
- Van der Maren, J.-M. (1996). *Méthodes de recherche pour l'éducation* (2^e éd.). Bruxelles, Belgique : De Boeck Université.
- Vanssay de Blavous, S. (2010). Un exemple de pratique d'enseignement pour la résolution de problèmes additifs en CE1 : Pourquoi faire complexe quand on pourrait faire simple?. Mémoire de Master 1 de Sciences de l'Éducation. Université Paris Descartes.
- White, H. A. et Shah, P. (2011). Creative style and achievement in adults with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Personality and Individual Differences*, 50, 673–677.

ANNEXES

Annexe A : Les cinq sous-étapes de la 4ème étape de la démarche méthodologique :

l'étude et l'analyse de documents

Sous-étape 1 : selon Paillé et Muchielli (2012), il faut procéder à quelques lectures attentives et répétées des documents du corpus pour se familiariser avec leurs contenus.

Sous-étape 2 : rédiger un résumé pour chaque document en répondant aux questions suivantes :

- A. De quoi ce document traite-t-il généralement ?
- B. Quels sont les points traités dans ce document ?
- C. En quoi est-il pertinent pour mon besoin d'informations ?

Sous-étape 3 : catégorisation des documents. Les documents devront être découpés en unité d'enregistrement. Une unité d'enregistrement est un segment de contenu considéré comme unité de base en vue de la catégorisation (Paillé et Muchielli, 2012). L'unité d'enregistrement employée dans mon travail est le thème qui est une affirmation sur un sujet. La catégorisation des documents sera alors basée sur les thèmes et les sous-thèmes abordés dans chacun de ces derniers. Les caractéristiques du thème à chercher découlent de mes orientations et de mes questions de développement professionnel (Paillé et Muchielli, 2012).

En ce qui concerne les techniques adoptées dans le travail de thématization, trois éléments doivent être pris en considération : la nature du support matériel, le mode d'inscription des thèmes et le type de démarche de thématization.

Je choisirai le support papier comme support matériel dans cette procédure et non pas le support logiciel, tenant compte des avantages du support papier, comme le contact physique avec le corpus et la flexibilité du support qui sont tous deux supposés être cognitivement aidants (Paillé et Muchielli, 2012).

Les thèmes seront inscrits à gauche ou à droite du texte des documents. Selon Paillé et Muchielli (2012), ce mode d'inscription est le mode le plus naturel et le plus pratique.

Pour le type de démarche de thématisation, j'ai choisi la thématisation en continu qui consiste en une démarche ininterrompue d'attribution de thèmes et, simultanément, de construction d'un schéma (soit un arbre thématique ou un tableau regroupant les thèmes) (Paillé et Muchielli, 2012). Ainsi, les thèmes seront identifiés et notés au fur et à mesure de la lecture du texte, puis regroupés et fusionnés au besoin, pour être finalement hiérarchisés sous la forme de thèmes centraux regroupant des thèmes associés, complémentaires, divergents, etc. (Paillé et Muchielli, 2012). J'ai choisi ce type de démarche puisqu'elle permet une analyse fine et riche du corpus (Paillé et Muchielli, 2012).

Sous-étape 4 : présentation des résultats dans un schéma. La deuxième fonction de l'analyse thématique va plus loin et concerne la capacité à tracer des parallèles ou de documenter des oppositions ou divergences entre les thèmes (Paillé et Muchielli, 2012). Il s'agit en somme de construire un panorama, soit un arbre thématique ou un tableau à double entrée dans le but de visualiser le regroupement thématique. Ce qui permet de comparer les thèmes et les sous-thèmes abordés dans les documents et de visualiser des points qui se ressemblent et ceux qui divergent.

Sous-étape 5 : utiliser un journal de bord comme outil complémentaire pour penser plus loin, pour faire des liens entre les informations retenues et aussi entre les pratiques utilisées dans les documents. Ce journal permet d'ajouter et de mémoriser toutes les nouvelles connaissances requises et toutes les perceptions à propos de ce que je lis et apprends.

Annexe B : Tableau récapitulatif des stratégies d'enseignement aux élèves avec un
TDAH

Lecture à haute voix	<ul style="list-style-type: none"> - Lecture du texte à haute voix
Préciser les rôles de données	<ul style="list-style-type: none"> - Chercher les mots-clés - Utilisation des couleurs pour distinguer les éléments du texte du problème - Déterminer le rôle de chaque donnée
Modélisation mentale du problème	<ul style="list-style-type: none"> - Saisir la relation entre les données - Reformuler le problème avec ses propres mots. - Faire les relations avec les connaissances précédentes. - Utilisation des analogies - Verbalisation de ses pensées, ses actions et ses raisonnements
Représentation schématique du problème	<ul style="list-style-type: none"> - Faire des dessins, schéma, tableau ou des représentations graphiques selon la préférence de l'élève - Utiliser des matériels de manipulation
Planification des actions	<ul style="list-style-type: none"> - Former un plan de travail - Choisir l'opération arithmétique - Appliquer le calcul approprié

	<ul style="list-style-type: none">- Utiliser des procédures pour trouver le nombre recherché (aide-mémoire, compter sur les doigts, etc.)- S'autoévaluer- Faire de réajustements- Corriger les erreurs
--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------