

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

L'EFFET DE L'APPROCHE RÉSOUS! SUR LES HABILETÉS EN RÉOLUTION DE PROBLÈMES
MATHÉMATIQUES D'ADOLESCENTS AYANT UN TROUBLE DU SPECTRE DE L'AUTISME EN
CONTEXTE DE CLASSE SPÉCIALISÉE AU SECONDAIRE

ESSAI

PRÉSENTÉ

COMME EXIGENCE PARTIELLE

DU DOCTORAT EN PSYCHOLOGIE

PAR

MYLÈNE BESSETTE

NOVEMBRE 2023

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL
Service des bibliothèques

Avertissement

La diffusion de cet essai doctoral se fait dans le respect des droits de son auteur, qui a signé le formulaire *Autorisation de reproduire et de diffuser un travail de recherche de cycles supérieurs* (SDU-522 – Rév.04-2020). Cette autorisation stipule que «conformément à l'article 11 du Règlement no 8 des études de cycles supérieurs, [l'auteur] concède à l'Université du Québec à Montréal une licence non exclusive d'utilisation et de publication de la totalité ou d'une partie importante de [son] travail de recherche pour des fins pédagogiques et non commerciales. Plus précisément, [l'auteur] autorise l'Université du Québec à Montréal à reproduire, diffuser, prêter, distribuer ou vendre des copies de [son] travail de recherche à des fins non commerciales sur quelque support que ce soit, y compris l'Internet. Cette licence et cette autorisation n'entraînent pas une renonciation de [la] part [de l'auteur] à [ses] droits moraux ni à [ses] droits de propriété intellectuelle. Sauf entente contraire, [l'auteur] conserve la liberté de diffuser et de commercialiser ou non ce travail dont [il] possède un exemplaire.»

REMERCIEMENTS

« La différence entre le possible et l'impossible se trouve dans la détermination »

- Ghandi

Il m'aura fallu une bonne dose de détermination pour mener à terme ces imposants projets que représentent le doctorat en psychologie et la rédaction de cet essai. Ma détermination à elle seule n'aurait cependant pas suffi sans la contribution de précieuses personnes.

D'abord, un merci tout spécial à ma directrice, Nathalie Poirier. Merci d'avoir cru en moi, puisque rien n'aurait été possible sans toi. Merci pour ta redoutable efficacité, ton soutien, tes idées et ton immense générosité durant toutes ces années. Merci à mes correcteurs dont les précieux commentaires ont aidé à enrichir et à préciser certaines idées de mon manuscrit.

Je n'aurais pas non plus pu effectuer tout ce travail et ces longues années d'étude sans l'immense soutien de mon amoureux, de mes parents et de ma belle-mère. Louis, merci de m'avoir laissée vivre mon rêve et de m'y avoir encouragée. Merci d'avoir été là pour Émile et Arthur quand j'avais un horaire surchargé et de si bien t'en occuper. Maman, Liliane, merci pour tout le temps que vous avez passé à bercer les garçons et à vous en occuper durant mes cours. Papa, merci de m'aider dans mes multiples projets et d'être un merveilleux pépère pour tes petit-fils. Sans votre aide, tout cela aurait été impossible. Merci à vous quatre d'être fiers de moi et de sans cesse m'encourager.

Merci à mes collègues de laboratoire, Amélie L., Jessica, Marie-Joëlle, Nadia, Audrey-Anne, Annie-Claude, Amélie F., Noémie, Nadine, Félix-Antoine, Marie-Andrée et Miryam pour avoir lu et relu mes travaux et pour vos encouragements. Merci à Fleur pour avoir passé de nombreuses heures sur la transcription des verbatims de mes entrevues et pour avoir démontré un enthousiasme débordant pour mon sujet de recherche!

Merci à mes vieilles amies pour leur écoute et leur soutien durant les moments plus difficiles. Sophie, Jessie, Karine et Stef, vous êtes mes sœurs de cœur et vous avez toujours su être là quand j'en ai eu besoin.

DÉDICACE

À tous les enfants que j'ai côtoyés, petits et grands,
et qui malgré les embûches et les difficultés,
ont été mes plus beaux exemples de persévérance.

AVANT-PROPOS

Dès les premières discussions avec ma directrice de recherche, lors de mon entrée au doctorat, j'avais cette volonté que mon projet de recherche ait une portée directe sur le milieu scolaire. Ayant travaillé pendant près de 10 ans en tant qu'orthopédagogue auprès de plusieurs clientèles ayant des troubles neurodéveloppementaux, j'avais été à même de constater l'ampleur des besoins quant au développement, et à la publication en français, de programmes d'enseignement efficaces. Cet essai découle ainsi, a priori, de la traduction en français du manuel d'enseignement de stratégies en résolution de problèmes « Solve it! », adapté aux élèves ayant un trouble du spectre de l'autisme (TSA). Il a pour objectif de documenter l'efficacité de l'approche d'enseignement de stratégies en résolution de problèmes mathématiques *Résous!* auprès d'adolescents ayant un TSA en contexte de classe spécialisée au secondaire, afin d'apporter un éclairage supplémentaire sur les méthodes d'enseignement efficaces auprès de cette clientèle.

Cet essai comporte trois chapitres : le premier chapitre présente la recension des écrits justifiant le choix des objectifs de la recherche, le deuxième chapitre contient un article portant sur les résultats de la mise à l'essai de l'approche *Résous!*, et finalement, le troisième chapitre contient une discussion générale de même que des recommandations cliniques en lien avec les résultats obtenus.

TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS	ii
DÉDICACE	iii
AVANT-PROPOS.....	iv
LISTE DES FIGURES	viii
LISTE DES TABLEAUX	ix
LISTE DES ABRÉVIATIONS, DES SIGLES ET DES ACRONYMES	x
RÉSUMÉ.....	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCTION	1
CHAPITRE 1 CONTEXTE THÉORIQUE	3
1.1 Trouble du spectre de l'autisme	3
1.1.1 TSA à l'adolescence	3
1.1.2 Scolarisation des élèves ayant un TSA.....	4
1.1.3 Apprentissages et TSA	6
1.1.3.1 Déficit de la communication et des interactions sociales	6
1.1.3.2 Caractère restreint et répétitif des activités, des comportements et des intérêts	6
1.1.3.3 Divergences d'aptitudes cognitives et de rendement dans les apprentissages	7
1.1.3.4 Forces favorisant les apprentissages chez les élèves ayant un TSA	8
1.1.3.5 Différenciation, individualisation et personnalisation des apprentissages	9
1.2 Mathématiques et TSA	9
1.2.1 Opérations numériques.....	10
1.2.2 Résolution de problèmes mathématiques écrits	10
1.2.2.1 Fonctions exécutives	11
1.2.2.2 Cohérence centrale	11
1.2.2.3 Théorie de l'esprit.....	12
1.2.3 Sentiment de compétence et attitudes envers les mathématiques	12
1.2.3.1 Motivation scolaire.....	12
1.2.3.2 Sentiment de compétence	13
1.3 Méthodes d'enseignement efficaces des mathématiques auprès des élèves ayant un TSA.....	14
1.3.1 Apprentissage par schémas.....	14
1.3.2 Méthode <i>Résous!</i>	15
1.4 Composantes de l'approche <i>Résous!</i>	17
1.4.1 Stratégies cognitives et métacognitives.....	17
1.4.2 Enseignement explicite et stratégique	18

1.4.3	Motivation et sentiment de compétence dans l'approche <i>Résous!</i>	19
1.4.4	Adaptation aux élèves ayant un TSA	20
1.5	Objectifs	21
CHAPITRE 2 LES EFFETS DE L'APPROCHE RÉSOUS! EN CONTEXTE DE CLASSE SPÉCIALISÉE AU SECONDAIRE POUR LES ÉLÈVES AYANT UN TROUBLE DU SPECTRE DE L'AUTISME		22
2.1	Résumé	23
2.2	Introduction	23
2.3	Contexte théorique.....	23
2.3.1	Trouble du spectre de l'autisme.....	23
2.3.2	Classes spécialisées	24
2.3.3	Mathématiques et TSA	24
2.3.3.1	Raisonnement mathématique.....	25
2.3.3.2	Résolution de problèmes écrits.....	25
2.3.3.3	Motivation et sentiment de compétence	25
2.3.4	Méthodes d'intervention efficaces en résolution de problèmes mathématiques pour les élèves ayant un TSA	27
2.3.4.1	Approche <i>Résous!</i>	27
2.3.4.1.1	Stratégies cognitives et métacognitives.....	28
2.4	Objectifs de l'étude.....	29
2.5	Méthode	29
2.5.1	Participants.....	29
2.5.2	Instruments.....	30
2.5.2.1	Fiches signalétiques.....	30
2.5.2.2	Méthode <i>Résous!</i>	30
2.5.2.3	Évaluation des acquis (prétest et post-tests) et contrôles de maîtrise	30
2.5.2.4	Mathematical Problem-Solving Assessment – Short Form (MPSA-SF).....	31
2.6	Procédure.....	32
2.7	Analyse des données	33
2.8	Résultats.....	34
2.8.1	Rendement en résolution de problèmes mathématiques écrits	34
2.8.2	Perception de la compétence des élèves en résolution de problèmes mathématiques écrits ..	34
2.8.3	Attitude des élèves envers la résolution de problèmes mathématiques écrits.....	34
2.8.4	Connaissances de la résolution de problèmes mathématiques écrits.....	35
2.8.5	Perception des élèves quant à l'utilisation de l'approche <i>Résous!</i>	35
2.9	Discussion	35
2.10	Conclusion.....	38
CHAPITRE 3 DISCUSSION GÉNÉRALE ET CONCLUSION		40
3.1	Principaux résultats	40
3.2	Discussion générale	41

3.2.1	L'enseignement en classe spécialisée : privilégier la différenciation.....	41
3.2.1.1	Recommandations pour favoriser la différenciation pédagogique dans l'utilisation de l'approche <i>Résous!</i>	43
3.2.2	La motivation : composante essentielle aux apprentissages	45
3.2.2.1	Favoriser la motivation des élèves ayant un TSA	47
3.3	Limites actuelles et perspectives futures	48
3.3.1	Formation offerte à l'enseignante.....	48
3.3.2	Contrôle statistique de l'hétérogénéité des aptitudes des élèves.....	48
3.3.3	Contexte de pandémie de COVID-19.....	49
	CONCLUSION	50
	ANNEXE A Processus cognitifs et stratégies métacognitives <i>Résous!</i> : pour les élèves ayant un TSA (Schaefer Whitby, 2018/sous presse)	51
	ANNEXE B Méthodes pédagogiques jugées probantes auprès des adolescents ayant un TSA (Steinbrenner et al., 2020)	55
	ANNEXE C	60
	APPENDICE A Fiche signalétique des parents	64
	APPENDICE B Fiche signalétique de l'enseignant	68
	APPENDICE C Prétest.....	71
	APPENDICE D Calendrier d'apprentissage	76
	APPENDICE E Lettre de sollicitation aux enseignants	77
	APPENDICE F Formulaire de consentement pour les parents	79
	APPENDICE G Formulaire de consentement pour l'enseignant	83
	APPENDICE H Certificat éthique.....	86
	APPENDICE I Accusé d'acceptation de l'article	87
	BIBLIOGRAPHIE.....	88

LISTE DES FIGURES

Figure 2.1 Manifestations de l'engagement cognitif et de la participation active de l'élève dans l'activité mathématique	26
Figure 3.1 La dynamique motivationnelle	46

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1.1 Étapes d'enseignement de <i>Résous!</i>	16
Tableau 1.2 Stratégies cognitives et métacognitives utilisées dans l'approche <i>Résous!</i>	17
Tableau 2.1 Stratégies cognitives et métacognitives utilisées dans l'approche <i>Résous!</i>	28
Tableau 2.2 Caractéristiques des participants	30
Tableau 2.3 Calendrier des phases d'intervention et du matériel utilisé	32
Tableau 3.1 Exemples de différenciation pédagogique	44

LISTE DES ABRÉVIATIONS, DES SIGLES ET DES ACRONYMES

APA	American Psychiatric Association
CM	Contrôle de maîtrise
DSM	Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders
EDA	Évaluation des acquis
EGQI	Échelle globale de quotient intellectuel
HDAA	Handicapés ou en difficulté d'adaptation et d'apprentissage
MEQ	Ministère de l'Éducation du Québec
MEES	Ministère de l'Éducation et de l'Enseignement Supérieur
MPSA-SF	Mathematical Problem-Solving Assessment-Short Form
NCAEP	National Clearinghouse on Autism Evidence et Practice
PFEQ	Programme de formation de l'école québécoise
QI	Quotient intellectuel
TSA	Trouble du spectre de l'autisme
ZPD	Zone proximale de développement

RÉSUMÉ

Les élèves ayant un trouble du spectre de l'autisme (TSA) présentent, d'une part, des déficits sur les plans de la communication et des interactions sociales et, d'autre part, des activités, des comportements et des intérêts pouvant être restreints et répétitifs. La sévérité de chacun de ces domaines diagnostiques est jugée indépendamment selon une échelle à trois niveaux représentant le soutien nécessaire. Celui-ci peut notamment être influencé par la présence concomitante de difficultés et de troubles associés, entre autres sur le plan des apprentissages. Ainsi, les adolescents ayant un TSA présentent des caractéristiques comportementales et cognitives particulières qui nécessitent l'adaptation de l'enseignement qui leur est prodigué, plus particulièrement par l'utilisation de méthodes d'enseignement jugées probantes. Actuellement, peu de recherches scientifiques ont porté sur le développement de méthodes d'enseignement probantes pour les élèves ayant un TSA en contexte de classes spécialisées, et plus spécifiquement dans le domaine de la mathématique. Ce projet a donc pour objectif de documenter l'efficacité et les effets de l'approche *Résous!* en contexte de classe spécialisée en école ordinaire auprès d'adolescents ayant un TSA. Pour ce faire, une enseignante ainsi que neuf élèves provenant d'une même classe spécialisée en école ordinaire au secondaire ont participé à la mise à l'essai de l'approche *Résous!* sur une période de 16 semaines afin de recueillir des données portant sur (a) le rendement des élèves, (b) leur perception de leur compétence, (c) leur attitude et (d) leurs connaissances en résolution de problèmes mathématiques avant et après la mise à l'essai de *Résous!*. De plus, des données ont également été recueillies quant à l'appréciation de l'approche par les élèves. Les résultats obtenus aux tests de comparaison de moyennes montrent de façon significative que les élèves n'ont pas maintenu l'utilisation des stratégies enseignées suite à l'enseignement de l'approche et que l'appréciation de celle-ci est mitigée parmi les élèves. Toutefois, l'application de l'approche a permis une amélioration significative des connaissances en résolution de problèmes mathématiques des élèves. Cette recherche a permis de réitérer l'importance de l'adaptation et de la différenciation de l'enseignement auprès des adolescents ayant un TSA qui sont scolarisés en contexte de classe spécialisée au secondaire.

Mots clés : trouble du spectre de l'autisme, mathématique, résolution de problèmes, classe spécialisée

ABSTRACT

Students with Autism Spectrum Disorder have deficits in communication and social interaction, and behaviours and interests that may be restricted and repetitive. The severity of each of these diagnostic areas is judged independently on a three-level scale representing the support needed. This may be influenced by the presence of concomitant difficulties and associated disorders, including learning disabilities. Thus, adolescents with ASD have specific behavioural and cognitive characteristics that require the adaptation of the teaching they receive, particularly through the use of teaching methods that are considered to be effective. Currently, little scientific research has been done on the development of effective teaching methods for students with ASD in specialized classrooms, and more specifically in the field of mathematics. The objective of this essay is to document the effectiveness and effects of the Solve it! method in the context of a specialized classroom in a regular school with adolescents with ASD. To this end, a teacher and 9 students from the same special education class in a regular high school participated in a 16-week trial of the Solve it! method in order to collect data on (a) students' performance, (b) their perception of their performance, (c) their attitude, and (d) their knowledge of mathematical problem solving before and after the trial of Résous! In addition, data were also collected on the students' appreciation of the method. The results obtained from the comparison of means tests show significantly that the students did not maintain the use of the strategies following the teaching of the approach and that the appreciation of the approach was mixed between the students. However, the application of the approach resulted in significant improvement in students' mathematical problem solving knowledge. This research reiterated the importance of adapting and individualizing instruction for adolescents with ASD who are enrolled in a specialized high school class.

Keywords : autism spectrum disorder, mathematic, word problem solving, special education

INTRODUCTION

Les élèves ayant un trouble du spectre de l'autisme (TSA) font l'objet d'une attention de plus en plus importante par les gouvernements et les chercheurs scientifiques, notamment en raison de la prévalence du TSA qui ne cesse d'augmenter depuis de nombreuses années (Noiseux, 2016; Noiseux, 2021). La quantité de recherches effectuées auprès de la population d'élèves ayant un TSA augmente ainsi constamment, mais seulement 12,7 % des études effectuées portent sur leur rendement scolaire (Wong et al., 2015). Cet état de fait est surprenant puisque les élèves ayant un TSA représentent près de 40 % des élèves handicapés ou en difficulté d'adaptation ou d'apprentissage (HDAA) au Québec (gouvernement du Québec, 2023).

Par ailleurs, les élèves ayant un TSA présentent des déficits communs, sur les plans sociocommunicatif et comportemental, selon les critères diagnostiques établis par l'Association américaine de psychiatrie (APA) dans la version révisée de la cinquième édition du *Manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux* (DSM-5-TR). Par le fait même, des répercussions sont souvent présentes sur le plan des apprentissages (APA, 2022) et ces élèves peuvent requérir un enseignement spécialisé. Il apparaît alors important de contribuer à l'avancement de la recherche dans ce domaine et de doter les enseignants de programmes d'apprentissage validés pour les élèves ayant un TSA.

Cette étude s'intéresse au domaine de la mathématique et plus particulièrement à la résolution de problèmes écrits. À notre connaissance, il n'existe aucune méthode pédagogique validée en contexte de classe spécialisée au secondaire prenant en considération les caractéristiques cognitives des jeunes ayant un TSA. De plus, il importe de connaître la perception de la compétence et l'attitude des adolescents ayant un TSA relativement à cette discipline afin de bonifier les connaissances et les méthodes d'enseignement utilisées dans ce domaine.

Le premier chapitre de cet essai présente une définition du TSA et de ses critères diagnostiques, ainsi que les caractéristiques cognitives qui y sont associées et qui ont des répercussions sur les apprentissages pour les adolescents ayant un TSA. Ensuite, les particularités de l'apprentissage des mathématiques pour ces élèves et les méthodes d'enseignement les plus efficaces sont expliquées. Finalement, les principes théoriques et d'application de l'approche *Résous!* sont abordés. Le deuxième chapitre présente l'article portant sur les effets de la mise à l'essai de l'approche *Résous!* auprès d'élèves ayant un TSA en contexte

de classe spécialisée au secondaire. Les objectifs, l'approche, les instruments de mesure, les résultats et la discussion font partie de ce chapitre. Pour terminer, le troisième chapitre contient un bref retour sur les résultats, de même qu'une discussion générale et des recommandations pédagogiques en lien avec les résultats obtenus.

CHAPITRE 1

CONTEXTE THÉORIQUE

1.1 Trouble du spectre de l'autisme

Le DSM-5-TR (APA, 2022) définit le TSA comme un trouble neurodéveloppemental dont les premiers symptômes apparaissent à l'enfance et persistent jusqu'à l'âge adulte. Les critères diagnostiques incluent des conduites atypiques, dont des intérêts ou des comportements restreints et répétitifs, de même que des déficits persistants de la communication et des interactions sociales (APA, 2022). Les premières manifestations surviennent généralement durant l'enfance, mais elles peuvent causer un dysfonctionnement ultérieurement, notamment lorsque les exigences sociales de l'environnement surpassent les capacités de la personne. Le diagnostic de TSA peut ainsi être parfois posé plus tardivement, à l'adolescence par exemple, lorsque les exigences sociales excèdent celles du milieu familial et que les difficultés de l'enfant deviennent ainsi plus évidentes. Les symptômes présentés doivent également occasionner des conséquences cliniquement significatives sur le fonctionnement social ou scolaire de l'élève. Le DSM-5-TR propose des spécifications de sévérité pour décrire les symptômes présents au moment du diagnostic, et ce, selon trois niveaux, établis en fonction de l'intensité du soutien nécessaire. Celui-ci peut ainsi être de minimal à très important, étant influencé par les caractéristiques cognitives, langagières et comportementales de l'enfant, de même que par ses capacités adaptatives (APA, 2022; Sturm et al., 2017). Il n'existe cependant pas de consensus clair en ce qui a trait à la classification réelle du niveau de sévérité du TSA chez un enfant (Mehling et Tassé, 2016; Reszka et al., 2014). Il est toutefois entendu qu'il peut évoluer au fil des années et varier en fonction du contexte environnemental et des interventions effectuées auprès de l'enfant (APA, 2022).

1.1.1 TSA à l'adolescence

Chez les adolescents ayant un TSA, les résultats d'études longitudinales rapportent soit une diminution, une stabilité ou une amélioration de leurs capacités cognitives et sociocommunicatives dans le temps, et ce, selon différents effets médiateurs (Bal et al., 2019; Simonoff et al., 2020; Zachor et Ben Itzchak, 2020). Ainsi, Bal et al. (2019) indiquent une amélioration des habiletés sociocommunicatives qui est liée au développement langagier, puisque les déficits sociocommunicatifs demeurent élevés chez les adolescents qui conservent un niveau de langage minimal (langage formé de mots seulement). Au contraire, les adolescents qui, à l'âge de 3 ans, parlent déjà à l'aide de phrases complètes montrent une meilleure

amélioration sur le plan de la communication sociale. Outre les habiletés langagières, les capacités cognitives évaluées durant la période préscolaire prédisent également la trajectoire développementale à l'adolescence. Zachor et Ben-Itzhak (2020) évaluent l'évolution des symptômes chez trois groupes d'enfants ayant un TSA (entre les âges moyens de deux ans et 13 ans) et présentant différents niveaux de fonctionnement intellectuel. Leurs résultats indiquent une diminution des habiletés cognitives à l'adolescence pour les enfants ayant un quotient intellectuel (QI) faible ($M = 54.56$, $ET = 13.99$), ainsi qu'une stabilité du fonctionnement intellectuel et des habiletés adaptatives améliorées chez les adolescents ayant un quotient intellectuel moyen ($M = 96.07$, $ET = 8.88$). Les déficits associés à certains traits caractéristiques semblent toutefois perdurer durant l'adolescence et jusqu'à l'âge adulte, comme la faible diversité des expressions faciales, la rareté du sourire social et les expressions faciales inappropriées (Bal et al., 2019). Bal et al. mentionnent également que la diminution des symptômes à l'adolescence ne constitue pas une diminution de la sévérité du TSA, mais qu'elle montre plutôt le développement des habiletés de la personne ayant un TSA. Par ailleurs, Simonoff et al. (2020), rapportent également une augmentation du QI entre les âges de 12 ans et 23 ans ($M = 7.48$ points) chez les adolescents ayant un TSA, alors que les symptômes directement associés au TSA demeurent inchangés à 23 ans. Leur étude indique aussi que les adolescents ayant fréquenté un milieu scolaire ordinaire montrent significativement moins de symptômes associés aux TSA à l'âge de 23 ans, contrairement à ceux ayant fréquenté une classe spécialisée.

1.1.2 Scolarisation des élèves ayant un TSA

En milieu scolaire, au Québec, le TSA touche environ 14 000 élèves (Noiseux, 2021). Bien que la politique de l'adaptation scolaire favorise l'inclusion en classe ordinaire de ces élèves, plus de la moitié de ceux-ci sont scolarisés en classes spécialisées (gouvernement du Québec, 2022). Selon la littérature scientifique, plusieurs raisons justifient cet état de fait. D'abord, ce déficit inclusif peut s'expliquer par la résistance ou la neutralité des enseignants pour la mise en œuvre d'une politique scolaire inclusive (Jury et al., 2021; Leonard et Smythe, 2022; Saloviita, 2020). En effet, au Québec, les enseignants du secondaire sont critiques envers la politique de l'adaptation scolaire et ils y adhèrent peu (Tremblay, 2015). La recherche réalisée par Tremblay (2015) fait d'ailleurs ressortir plusieurs éléments empêchant une intégration réussie en classe ordinaire des élèves HDAAsoit : (a) la croyance que les élèves HDAA n'ont pas les capacités nécessaires pour réussir en classe ordinaire, (b) la charge de travail supplémentaire impliquée par la présence des élèves HDAA en classe ordinaire et (c) un manque de ressources humaines et matérielles. Une autre recherche effectuée par Costello et Boyle (2013) explique qu'une pédagogie davantage centrée

sur les résultats plutôt que sur l'élève permet d'expliquer la plus forte proportion d'élèves HDAA scolarisés à l'intérieur d'un cheminement spécialisé. Par ailleurs, d'autres études indiquent également que le manque de ressources, de formations et de connaissances, chez les enseignants des classes ordinaires, représente également un obstacle à l'inclusion des adolescents ayant un TSA (Roberts et Simpson, 2016; Saggars, 2015). D'autre part, certaines études prennent en considération le point de vue des adolescents ayant un TSA et révèlent des éléments anxiogènes pour ces élèves à l'intérieur des classes ordinaires, soit, par exemple : (a) le manque d'adaptation à leurs particularités sensorielles (p. ex., luminosité, bruit, proximité des élèves, etc.), (b) l'organisation peu adaptée de l'espace et du temps (p. ex., disposition des pupitres, changements de locaux, horaires chargés, etc.), (c) la charge de travail trop importante qui occasionne de la fatigue mentale et (d) le manque de connaissances des enseignants au sujet des particularités associées au TSA (Aubineau et Blicharska, 2020; Saggars, 2015; Yates, 2016).

Des défis sont également présents pour les enseignants œuvrant à l'intérieur des classes spécialisées, bien qu'ils soient généralement mieux adaptés et outillés pour enseigner aux élèves ayant un TSA que les enseignants des classes ordinaires (Boujut et Cappe, 2016). Les enseignants doivent, par exemple, faire face au manque d'autonomie chez les élèves ayant un TSA, à leurs difficultés à s'intégrer dans le groupe, à la présence de résistance à l'égard des changements, ou à la présence de comportements perturbant les apprentissages, etc. (Anglim et al., 2017; Bélanger, 2006; Poirier et al., 2005). D'autres auteurs mentionnent aussi un manque de motivation et d'engagement de la part de ces élèves (Baghdadli et al., 2011), de même que la nécessité de développer leurs capacités de communication afin de diminuer l'émergence des comportements perturbateurs en classe (Fernandez, 2021). Les enseignants rencontrent également des difficultés qui ne sont pas reliées directement aux élèves ayant un TSA. Selon quelques chercheurs, les enseignants identifient, par exemple : (a) un manque de connaissances et de formations sur le TSA qui les mènent à agir intuitivement et à éprouver des sentiments de frustration, de déception et d'incompétence, (b) un isolement et le manque de personnes-ressources, (c) du temps, du travail et de l'énergie supplémentaire à fournir, (d) un manque de solutions pédagogiques adaptées aux élèves et (e) un besoin de formations et de soutien professionnel à la mise en place d'interventions comportementales en classe (Baghdadli et al., 2011; Fernandez, 2021).

Étant donné le nombre considérable d'élèves ayant un diagnostic de TSA et présentant des besoins pédagogiques particuliers, une attention spéciale doit ainsi être accordée à la qualité des interventions, aux services donnés et à l'adaptation de l'enseignement pour chacun d'eux (ministère de l'Éducation du

Loisir et du Sport, 2010). Dans des études récentes, les enseignants qui œuvrent auprès de jeunes ayant un TSA mentionnent l'utilisation de plusieurs stratégies d'aménagement de la classe, d'individualisation (p. ex., soutien individuel à l'élève) et d'adaptation générale de l'enseignement (p. ex., utilisation du modelage, de renforcements, etc.) afin de combler les besoins particuliers de cette clientèle. Ces enseignants ne mentionnent toutefois l'utilisation d'aucune méthode d'enseignement spécialisé (Paisley et al., 2022; Poirier et al., 2017) alors que l'utilisation de telles méthodes approuvées par la recherche se révèle être nécessaire (Barnett et Cleary, 2015).

1.1.3 Apprentissages et TSA

En raison de la grande variabilité possible dans la présentation de leurs symptômes, les adolescents ayant un TSA présentent des profils de compétences hétérogènes avec un écart souvent important entre les compétences intellectuelles et le fonctionnement adaptatif (APA, 2022). Ainsi, les caractéristiques cognitives, sociocommunicatives, langagières et comportementales associées au TSA à l'adolescence ont souvent des implications spécifiques sur le plan des apprentissages pour ces élèves (Simonoff et al., 2020; Woodman et al., 2016) .

1.1.3.1 Déficit de la communication et des interactions sociales

Selon le DSM-5-TR (APA, 2022), les déficits persistants de la communication et des interactions sociales se manifestent sous plusieurs formes et varient selon l'environnement et les contextes sociaux. Ils incluent des déficits sur les plans : (a) de la réciprocité sociale et émotionnelle, (b) des comportements de communication non verbaux utilisés au cours des interactions sociales et (c) du développement, du maintien et de la compréhension des relations sociales. En milieu scolaire ou sur le plan des apprentissages, les adolescents ayant un TSA peinent ainsi à échanger avec leurs pairs lors de travaux d'équipe ou à poser des questions à l'enseignant au moment approprié. Ils éprouvent également des difficultés pour comprendre adéquatement le texte d'une activité de compréhension de lecture ou de résolution de problèmes mathématiques puisque, par exemple, la compréhension des inférences associées aux actions d'un personnage représente un obstacle pour eux.

1.1.3.2 Caractère restreint et répétitif des activités, des comportements et des intérêts

Selon le DSM-5-TR (APA, 2022), le caractère restreint et répétitif des activités, des comportements et des intérêts constitue le deuxième critère diagnostique du TSA. Au moins deux éléments parmi les suivants doivent être présents, soit : (a) le caractère stéréotypé ou répétitif des mouvements, de l'utilisation des

objets ou du langage, (b) l'intolérance au changement, l'adhésion inflexible à des routines ou à des modes comportementaux verbaux ou non verbaux ritualisés, (c) les intérêts extrêmement restreints et fixes, anormaux soit dans leur intensité, soit dans leur but et (d) l'hyper ou l'hyporéactivité aux stimulations sensorielles ou les intérêts inhabituels pour les aspects sensoriels de l'environnement. Sur le plan scolaire, les adolescents ayant un TSA peuvent ainsi refuser d'effectuer des activités d'apprentissage ne correspondant pas à leurs intérêts particuliers ou centrer leur attention sur des détails futiles au détriment des informations pertinentes d'un travail à effectuer. Ils rencontrent également des embûches lorsqu'ils doivent généraliser leurs apprentissages d'une activité à l'autre ou d'un cours à l'autre en raison d'un manque de flexibilité cognitive.

1.1.3.3 Divergences d'aptitudes cognitives et de rendement dans les apprentissages

Les recherches sont peu nombreuses en ce qui concerne les habiletés cognitives des élèves ayant un TSA et leur rendement scolaire. Toutefois, la plupart des recherches effectuées indiquent une importante hétérogénéité en ce qui concerne le rendement scolaire de ces élèves (Chen et al., 2019, Kim et al., 2018, McDougal et al., 2020). Des chercheurs estiment qu'entre 22 % et 60 % des élèves ayant un TSA obtiennent un rendement scolaire inférieur à leur quotient intellectuel dans au moins une matière scolaire (Estes et al., 2011; Kim et al., 2018). Par ailleurs, les études recensées font ressortir des divergences de rendement marquées chez les élèves ayant un TSA dans les différentes compétences en mathématiques et en lecture. Chez les élèves ayant un TSA et un rendement scolaire généralement faible, leur performance en arithmétique se situe ainsi sous la moyenne et sous le niveau attendu en comparaison à leur QI, alors que cet effet n'est pas observé chez les élèves ayant un TSA et un rendement scolaire élevé. Par ailleurs, l'étude révèle que les habiletés en lecture de mots des élèves ayant un TSA sont généralement comparables à leur QI (Chen et al., 2019, Kim et al., 2018). Dans les habiletés de plus haut niveau, comme la compréhension de lecture et la résolution de problèmes mathématiques, les élèves ayant un TSA tendent toutefois à moins bien performer en comparaison à leurs pairs ayant un développement typique (Chen et al., 2019, Davidson, 2021). D'autre part, des facteurs tels que les compétences sur le plan des habiletés sociales ainsi que la présence d'un trouble du déficit de l'attention/hyperactivité et d'un trouble spécifique des apprentissages, existant chez environ 65 % des enfants ayant un TSA (Simonoff et al., 2008), peuvent notamment avoir un effet sur le rendement scolaire de ces enfants (Estes et al., 2011). Finalement, les résultats obtenus par l'étude de Kim et al. (2019) indiquent que les élèves ayant un TSA qui sont intégrés en classe ordinaire obtiennent de meilleurs résultats scolaires que les élèves étant scolarisés en classes spécialisées.

1.1.3.4 Forces favorisant les apprentissages chez les élèves ayant un TSA

Afin de bien comprendre les répercussions du TSA sur les apprentissages, il importe également de prendre en considération les forces particulières de ces élèves. Il est d'ailleurs reconnu que les interventions sont plus efficaces lorsqu'elles sont conçues en utilisant les forces d'un enfant et non seulement en fonction de ses difficultés (Prince-Embury et Saklofske, 2016). Dans une étude récente qui s'intéresse aux forces autorapportées par des enfants ayant un TSA et étant âgés de 6 à 13 ans (Clark et Adams, 2020a), les résultats indiquent que les enfants s'identifient comme étant « vraiment meilleur » dans les activités physiques (24 %) et les mathématiques/science (15,6 %). D'autre part, Sabapathy et al. (2017) ont interrogé 98 parents d'enfants ayant un TSA, âgés de 3 à 8 ans, sur les forces de ceux-ci parmi différents thèmes. Sur le plan cognitif, les principaux sous-thèmes de forces des enfants ayant un TSA qui sont ressortis des réponses des parents au questionnaire Vineland sur les comportements adaptatifs sont (a) les habiletés scolaires (34,7 %), (b) l'intelligence (33,7 %) et (c) la mémoire (33,7 %). Afin de préciser davantage ces domaines de forces, Clark et Adams (2020b) ont réalisé une autre étude qualitative auprès de 102 parents d'enfants ayant un TSA, âgés de 5 à 17 ans, pour examiner les forces présentes dans les sphères de la cognition et des apprentissages (52,95 %), de la personnalité (30,4 %) et des habiletés sociales (16,6 %). Les différentes catégories de forces cognitives, relevées par des parents d'enfants ayant un TSA, qui sont ressorties de cette étude sont : (a) la concentration et l'attention aux détails (15 %), (b) la mémoire (15 %), (c) la réflexion, les idées et l'imagination (13 %), (d) l'intelligence (13 %), (e) la créativité (13 %), (f) les aptitudes scolaires (11 %), (g) l'intérêt et l'habileté pour apprendre de nouvelles choses (7 %), (h) la résolution de problèmes (6 %), (i) déterminé, persévérant et travaillant (5 %) et (j) les habiletés visuelles. Ainsi, les enfants ayant un TSA et leurs parents identifient les plus grandes forces des enfants ayant un TSA sur les plans de la cognition et des apprentissages. Finalement, Clark et Adams (2020b) ont également questionné les parents afin d'obtenir leur perception quant aux catalyseurs des forces de leurs enfants dans le milieu scolaire. Les résultats font ressortir que le soutien accordé par le milieu scolaire est ce qui permet d'abord aux enfants d'exploiter leurs forces selon 48 % des parents (p. ex., ressources et soutien scolaire, adaptations, soutien aux besoins individuels d'apprentissage, etc.). Ensuite, c'est la compréhension du TSA par le personnel scolaire qui vient en deuxième (20,5 %) puis le renforcement des forces (17,9 %) (p. ex., encouragements et récompenses, utilisation des intérêts pour les apprentissages, etc.).

1.1.3.5 Différenciation, individualisation et personnalisation des apprentissages

En raison de l'hétérogénéité des profils de forces et de faiblesses retrouvés chez les élèves ayant un TSA ainsi que la nécessité du soutien offert en milieu scolaire, il s'avère important de souligner l'importance de la différenciation pédagogique pour ces élèves. Pour ce faire, les enseignants ont souvent recours à des Plans d'enseignement individualisés (PEI), lesquels sont conçus pour répondre aux objectifs d'apprentissage de chaque élève (Ministère de l'Éducation de l'Ontario, 2007; Trépanier et Labonté, 2014). Toutefois, la différenciation pédagogique ne signifie pas que qu'une individualisation de l'enseignement est nécessaire pour les élèves ayant un TSA, c'est-à-dire une pratique à partir de laquelle chaque élève travaille de façon individuelle, en suivant un plan de travail par exemple, sans interaction ni collaboration avec les autres élèves de la classe (Connac, 2021). Il est plutôt essentiel d'offrir un enseignement adapté aux besoins individuels de chaque élève, besoins qui peuvent également rejoindre ceux d'autres élèves de la classe et qui leur permettent d'accéder à des objectifs communs et personnalisés d'apprentissage (Meirieu, 2013). Par la suite, l'enseignant doit utiliser une pluralité de pratiques d'enseignement permettant aux élèves d'atteindre ces objectifs individuels fixés, ce qui définit la différenciation pédagogique (Forget, 2018; Paré, 2011). Ces pratiques d'enseignement différenciées doivent être basées sur des interventions probantes pour les élèves ayant un TSA, et ce, afin de leur permettre d'atteindre leur plein potentiel dans leurs apprentissages scolaires (Groupe de référence des ministres en matière de spectre autistique, 2007).

1.2 Mathématiques et TSA

Des chercheurs estiment à 23 % l'incidence d'un trouble spécifique des apprentissages en mathématiques chez les élèves ayant un TSA (Mayes et Calhoun, 2006) comparativement à 5 % à 8 % chez les élèves ayant un développement typique (Geary, 2004; Morsanyi et al., 2018). Une vaste étude longitudinale américaine révèle que 87 % des élèves ayant un TSA, scolarisés en classe spécialisée sur une période d'au moins un an ($n = 1013$), accusent un retard minimal d'une année comparativement à leurs pairs ayant un cheminement scolaire régulier et que 52 % montrent un retard estimé à cinq ans. De plus, les mêmes élèves éprouvent également des difficultés supplémentaires à leur arrivée au secondaire lorsque le contenu au programme de mathématiques devient plus complexe et plus abstrait et qu'il exige un raisonnement de plus haut niveau (p. ex., utilisation de variables inconnues en algèbre) (Barnett et Cleary, 2015). Les habiletés en mathématiques des élèves ayant un TSA sont toutefois variables selon le domaine de compétence évalué (Wei et al., 2015).

1.2.1 Opérations numériques

Sur le plan des opérations numériques, le rendement des élèves ayant un TSA est hétérogène selon les différentes études recensées (Bullen et al., 2020; 2022; Wei et al., 2013; 2015). Dans certaines études, ils montrent un rendement en calcul écrit plus faibles que les élèves ayant un développement typique (Bullen et al., 2020; Wei et al., 2013) et, dans d'autres études, un rendement équivalent ou bien supérieur (Bullen et al., 2022; Wei et al., 2015). D'autre part, lorsque les élèves ayant un TSA sont de niveau primaire, leur rendement en calcul écrit s'améliore plus lentement que celui des élèves ayant un développement typique ou ayant un trouble spécifique des apprentissage en mathématique (Wei et al., 2013). Cette différence observée dans le taux d'amélioration s'amenuise cependant lorsque les élèves sont de niveau secondaire et que le taux d'amélioration en calcul écrit des élèves ayant un développement typique ralenti pour devenir similaire à celui des élèves ayant un TSA (Bullen et al., 2020; Wei et al., 2013). Des différences de genre ont aussi été trouvées, indiquant davantage de difficultés chez les filles ayant un TSA en comparaison aux garçons (Moll et al., 2014). En outre, il ressort principalement des différentes études que les habiletés des élèves ayant un TSA sur le plan de l'arithmétique sont supérieures à leurs habiletés en résolution de problèmes mathématiques écrits (Bullen et al., 2020; Bullen et al., 2022).

1.2.2 Résolution de problèmes mathématiques écrits

La résolution de problèmes mathématiques écrits intègre simultanément plusieurs processus cognitifs, dont Pólya (1945) est reconnu comme étant le premier en à avoir défini l'heuristique. Il est nécessaire, par exemple, de comprendre les mots du problème, de concevoir un plan, d'exécuter les calculs en lien avec ce plan et de vérifier l'exactitude de la solution (Pólya, 1945). De plus en plus d'auteurs s'intéressent aux habiletés en résolution de problèmes mathématiques chez les élèves ayant un TSA, mais le corpus de la littérature scientifique à ce sujet demeure faible comparativement à celui existant pour les élèves ayant des difficultés d'apprentissage. La majorité des résultats obtenus indiquent des faiblesses significatives en résolution de problèmes mathématiques en comparaison aux élèves ayant un développement typique (Bae et al., 2015; Bullen et al., 2020; Bullen et al., 2022; Troyb et al., 2014; Wei et al., 2015). Les difficultés éprouvées en résolution de problèmes mathématiques écrits par les élèves ayant un TSA apparaissent provenir de faiblesses dans le traitement des résolutions de problèmes écrits à plusieurs étapes, des problèmes abstraits (raisonnement algébrique) ainsi que des problèmes mathématiques de la vie courante (p. ex., Camille achète une barre de chocolat à 3 \$. Elle paie avec un billet de 5 \$. Quelle monnaie recevra-t-elle ?) (Goldstein et al., 1994; Griswold et al., 2002; Minshew et al., 1994). Ce déficit peut être expliqué

selon trois théories cognitives, soit par un déficit des fonctions exécutives, de la cohérence centrale et de la théorie de l'esprit (Craig et al., 2016; Jitendra et al., 2016; Scheeren et al., 2013).

1.2.2.1 Fonctions exécutives

Les fonctions exécutives sont de façon générale définies comme étant des processus qui dirigent, contrôlent ou coordonnent différents processus cognitifs dans l'atteinte d'un but précis (Bull et Lee, 2014; Craig et al., 2016). Des faiblesses sur le plan des fonctions exécutives se manifestent notamment par : (a) des difficultés de mémorisation et de planification incluant l'organisation, la mémoire de travail et le contrôle de l'interférence, (b) un manque de flexibilité mentale et un faible contrôle attentionnel, incluant des processus cognitifs comme la persévération et la métacognition, (c) des problèmes d'inhibition comme le contrôle de l'impulsivité (Happé et al., 2006). Chez les élèves ayant un TSA, ces déficits des fonctions exécutives sont fréquemment observés (Demetriou, 2017), plus particulièrement sur les plans de la planification et de la flexibilité mentale (Craig et al., 2016; Hill, 2004). Ceci engendre de nombreuses répercussions sur le plan des habiletés en résolution de problèmes mathématiques puisque ces fonctions sont largement reconnues dans la littérature scientifique comme étant essentielles à cette discipline chez les élèves ayant de TSA (Bull et Lee, 2014; Purpura et al., 2017). Cela se traduit par des élèves qui : (a) peinent à organiser l'ordre des opérations dans un problème à plusieurs étapes, (b) conservent tant bien que mal en mémoire l'information d'une étape précédente tout en exécutant une autre étape, (c) déplacent leur attention rapidement d'une information à une autre, (d) discriminent difficilement les informations importantes et superflues, (e) contrôlent rarement l'impulsion de résoudre la première étape sans comprendre l'entièreté du problème mathématique (Schaefer Whitby, 2018).

1.2.2.2 Cohérence centrale

La cohérence centrale réfère à la capacité d'une personne à assembler et à intégrer des détails afin de faire émerger une idée ou un concept plus général permettant une compréhension de plus haut niveau. Il est reconnu que les personnes ayant un TSA ont une propension à utiliser un traitement de l'information davantage axé sur les détails que sur un tout significatif (Booth et Happé, 2018). Certains auteurs identifient donc ceci comme étant une faiblesse sur le plan de la cohérence centrale (Booth et Happé, 2018; Williamson et al., 2012). Cette difficulté peut perturber les habiletés en résolution de problèmes des élèves ayant un TSA puisque l'aptitude à résoudre des problèmes requiert un effort conscient de synthèse des données pour intégrer l'information pertinente et trouver une solution (Brosnan et al., 2012; Schaefer Whitby, 2018).

1.2.2.3 Théorie de l'esprit

La théorie de l'esprit est définie par la capacité d'une personne à se mettre à la place de l'autre, à accorder à quelqu'un d'autre ou à soi-même une pensée ou une intention afin de savoir ce que cette personne penserait ou ferait à un moment donné (Baron-Cohen, 1989). À ce jour, il n'existe pas de consensus scientifique concernant la présence et l'importance des déficits présentés par les personnes ayant un TSA relativement à la théorie de l'esprit (Scheeren et al., 2013). Néanmoins, les résultats d'une étude récente portant sur 100 adolescents ayant un TSA indiquent que les habiletés en théorie de l'esprit sont directement associées à la sévérité des symptômes sur les plans de la communication sociale et des comportements restreints et répétitifs (Jones et al., 2017). Sur le plan scolaire, les déficits en théorie de l'esprit peuvent engendrer des difficultés à effectuer des inférences, à élaborer des idées et à résoudre des problèmes mathématiques (Norbury et Bishop, 2002; Tong et al., 2020). La résolution de problèmes mathématiques se trouve affectée puisque ces déficits peuvent limiter la compréhension des problèmes, distraire l'élève de l'information importante et ajouter une complexité supplémentaire lorsque des composantes sociales sont présentes dans le problème (Schaefer Whitby, 2018). En effet, les problèmes mathématiques comportent de nombreuses références à diverses situations sociales qui peuvent être incomprises par les élèves ayant un TSA. Par exemple, dans la phrase « Trois amis vont au cinéma et achètent un billet », un élève ayant un TSA pourrait éprouver de la difficulté à inférer que les trois amis achètent un billet chacun puisqu'ils vont visionner un film ensemble.

Outre ces caractéristiques cognitives particulières sur les plans des fonctions exécutives, de la cohérence centrale et de la théorie de l'esprit, d'autres facteurs tels que les attitudes et la perception de la compétence en mathématiques peuvent avoir des conséquences importantes sur la réussite en mathématiques des élèves ayant un TSA.

1.2.3 Sentiment de compétence et attitudes envers les mathématiques

1.2.3.1 Motivation scolaire

Viau (2009) définit la motivation scolaire selon une approche sociocognitive et comme étant un processus actif qui tire ses origines dans les perceptions qu'un élève a de lui-même et de son environnement et qui l'encourage à choisir une activité, à s'y engager et à persévérer dans sa réalisation pour atteindre un but. Selon cet auteur, la dynamique motivationnelle en contexte scolaire peut être mieux expliquée selon un modèle multifactoriel qui implique : (a) trois composantes interreliées : la perception de l'élève envers la valeur de l'activité à accomplir, son sentiment de compétence personnel et sa perception de la

contrôlabilité de la tâche, ainsi que (b) les principaux déterminants de l'apprentissage que la motivation influence, soit l'engagement cognitif et la persévérance de l'élève à accomplir une tâche, de même que son rendement (Viau, 2009).

Chez les élèves éprouvant des difficultés d'apprentissage, la motivation scolaire est un sujet préoccupant et la recherche sur le sujet relève plusieurs traits caractéristiques de la motivation chez ces élèves. Entre autres, les élèves HDAA étant davantage confrontés à des échecs scolaires répétés, ils sont plus susceptibles de présenter une faible motivation scolaire comparativement aux élèves typiques (Viau, 2002). Par ailleurs, une étude réalisée par Lessard et al. (2009) sur l'incidence de la motivation des élèves du secondaire sur leur classement en mathématiques montre que la motivation est une variable prédictive importante sur le rendement scolaire en mathématiques des adolescents, en expliquant environ 33 % de la variance. Il est ainsi possible d'améliorer le rendement des élèves en mathématiques en augmentant leur motivation. Une étude réalisée auprès de quatre enfants du premier cycle du primaire ayant un TSA montre que l'utilisation de choix (p. ex., choix de la tâche ou de l'endroit où l'accomplir), de renforcements spécifiques aux goûts de l'enfant pendant la tâche, de même que l'alternance dans la difficulté des tâches et l'intégration des intérêts de l'enfant peuvent améliorer la motivation des élèves (Koegel et al., 2010). Certains auteurs suggèrent également que l'intégration des intérêts spécifiques des élèves ayant un TSA à l'intérieur des activités proposées en classe permet d'augmenter la motivation et l'engagement scolaire chez ces élèves (Dunst et al., 2011; Mancil et Pearl, 2008). Par ailleurs, il s'avère que le sentiment de compétence compte parmi les variables motivationnelles ayant la plus forte incidence afin de prédire la réussite en mathématiques des élèves du secondaire (Lessard et al., 2009).

1.2.3.2 Sentiment de compétence

Le sentiment de compétence se définit par l'évaluation que l'élève se fait de ses habiletés scolaires et de sa capacité à réussir ou non. Plusieurs études font ressortir une corrélation positive et significative entre le rendement scolaire des élèves et leur sentiment de compétence en mathématiques (Lebeau et Bouffard, 2022; Olivier et al., 2019; Shen et Tam, 2008). De plus, les élèves ayant un trouble d'apprentissage et un sentiment de compétence faible ont une attitude significativement plus négative envers les mathématiques que les élèves obtenant des résultats moyens ou supérieurs (Montague, 1997; Montague et al., 1991; Montague et al., 1993). En lien avec les déficits observés sur le plan de la théorie de l'esprit, des auteurs suggèrent que l'évaluation que les élèves ayant un TSA font de leur compétence peut être erronée puisque les mécanismes sous-jacents à cette perception sont les mêmes que ceux impliqués dans

la perception des autres (Frith et Happé, 1999). Une étude examinant le sentiment de compétence chez 19 adolescents ayant un TSA, en comparant la perception de leur performance à leur performance réelle, soutient cette hypothèse (Furlano et al., 2015). En effet, comparativement à leurs pairs au développement typique, les adolescents ayant un TSA surévaluent leur compétence à effectuer des tâches verbales et mathématiques. Ce biais positif peut avoir des conséquences positives (p. ex., encourager l'élève à s'engager dans la tâche), mais aussi négatives (p. ex., ne pas faire d'efforts conscients pour s'améliorer) sur les apprentissages de ces élèves (Furlano et al., 2015). Il apparaît alors important d'aider les élèves ayant un TSA à percevoir leur compétence de façon plus juste afin qu'ils puissent effectuer les apprentissages nécessaires à leur réussite scolaire.

La motivation et le sentiment de compétence des élèves, en difficulté ou non, sont des éléments centraux, mais non garants de leur réussite scolaire. Les élèves doivent également être capables d'apprendre et d'utiliser les stratégies nécessaires pour y arriver.

1.3 Méthodes d'enseignement efficaces des mathématiques auprès des élèves ayant un TSA

Dans une revue de littérature scientifique, Barnett et Cleary (2015) analysent 11 études portant sur des méthodes d'interventions efficaces en mathématiques pour les élèves ayant un TSA. De ces méthodes, seulement sept correspondent à des méthodes pédagogiques alors que les autres visent à améliorer des comportements fonctionnels. Parmi ces sept méthodes éducatives, cinq visent à enseigner des habiletés ciblant les opérations mathématiques d'addition, de soustraction et de multiplication et seulement deux s'appliquent à améliorer les habiletés en résolution de problèmes mathématiques. Les interventions jugées efficaces et visant à améliorer les habiletés en résolution de problème des élèves ayant un TSA qui sont ressorties de cette synthèse sont l'apprentissage par schémas et l'approche *Résous!* (Barnett et Cleary, 2015). Ces deux méthodes ont également été reconnues efficaces selon une plus récente étude (Root et Ingelin, 2021) utilisant les indicateurs de qualité du *Council for Exceptional Children* (2014).

1.3.1 Apprentissage par schémas

L'apprentissage par schéma est basé sur le fait que la structure des connaissances d'une personne dans un domaine particulier prend éventuellement la forme d'un réseau de connaissances ou d'une carte conceptuelle (Jitendra et al., 2002). En situation de résolution de problèmes, les schémas basés sur des représentations visuelles sont particulièrement importants pour les élèves éprouvant des difficultés d'apprentissage en mathématiques et peuvent prendre différentes formes comme des diagrammes, des

organiseurs graphiques ou des tableaux (Hwang et Riccomini, 2016). Par exemple, lors de la résolution d'un problème soustractif, un élève peut représenter graphiquement le problème afin d'activer ses connaissances antérieures de ce type de problème mathématique et ainsi résoudre plus efficacement le problème. C'est essentiellement une représentation graphique qui sert de soutien au raisonnement de l'élève. La stratégie d'apprentissage par schéma est une méthode qui utilise l'heuristique, les représentations visuelles et l'enseignement explicite afin d'enseigner aux élèves à résoudre différents types de problèmes (Rockwell et al., 2011, Root et al., 2019). Ceux-ci sont explicitement amenés par l'enseignant à représenter visuellement le problème et à vérifier leurs hypothèses pour la résolution d'un type de problème particulier. Plusieurs recherches montrent l'efficacité de cette stratégie auprès des élèves ayant des difficultés d'apprentissage et évoluant en classe ordinaire ou en classe spécialisée (Cox et Root, 2021; Jitendra et al., 1998; Jitendra et al., 2007; Jitendra et al., 2016; Peltier et Vannest, 2016, 2017). Rockwell et al. (2011) évaluent l'efficacité de cette méthode auprès d'une participante de 10 ans ayant un TSA. L'enseignement se déroule sur une période de huit semaines pendant lesquelles elle participe à quatre séances de tutorat hebdomadaire pour un total de 540 minutes d'enseignement. Les séances de tutorat sont d'une durée de deux heures; 45 minutes sont dédiées à l'enseignement de la stratégie d'apprentissage par schéma, alors que le temps restant est consacré à la lecture, la grammaire, le vocabulaire et l'écriture (Rockwell et al., 2011). Les conclusions de cette expérimentation se révèlent positives avec une amélioration significative des résultats de la participante dans la résolution de plusieurs types de problèmes mathématiques. De plus, les résultats indiquent une bonne généralisation de la stratégie, de même qu'un maintien dans le temps (Rockwell et al., 2011). Plus récemment, des résultats concluants sont également obtenus à l'aide de l'enseignement d'une version modifiée de l'apprentissage par schémas auprès de quatre élèves du troisième cycle du primaire (Cox et Root, 2021). L'apprentissage par schémas semble ainsi être une stratégie d'enseignement prometteuse afin d'améliorer les habiletés des élèves ayant un TSA en situation de résolution de problèmes mathématiques. Toutefois, bien qu'efficace, l'apprentissage par schémas demeure une stratégie d'apprentissage et ne constitue pas une approche globale et complète pour intervenir auprès d'une population d'élèves ayant un TSA dans le domaine de la résolution de problèmes mathématiques.

1.3.2 Méthode *Résous!*

Résous! est une approche d'enseignement de stratégies cognitives et métacognitives conçue par Montague (1996) et validée auprès d'enfants et d'adolescents présentant des difficultés dans la résolution de problèmes mathématiques (Montague et al., 2011; Montague et al., 2014). L'approche se révèle

notamment efficace auprès de jeunes du secondaire ayant des limitations intellectuelles légères (Chung et Tam, 2005), un spina-bifida (Coughlin et Montague, 2011) ou des difficultés d'apprentissage (Krawec et al., 2013; Montague et al., 1993; Montague et al., 2011). L'approche a été également validée auprès de trois adolescents ayant un TSA (Schaefer Whitby, 2013). L'annexe

L'approche générale de *Résous!* consiste à enseigner sept stratégies cognitives et trois stratégies métacognitives aux élèves ayant des difficultés d'apprentissage en mathématiques à l'aide d'un enseignement explicite et stratégique constitué de six étapes (Tableau 1.1; Schaefer Whitby, 2018). Les sept stratégies cognitives sont : (a) lire, (b) paraphraser, (c) visualiser, (d) faire une hypothèse, (e) estimer, (f) calculer et (g) vérifier. Afin de bien mettre en place ces sept stratégies cognitives, trois autres stratégies métacognitives sont enseignées aux élèves, soit : (a) dire, (b) questionner et (c) vérifier. Outre l'enseignement explicite de ces stratégies cognitives et métacognitives, d'autres facteurs sont incorporés à l'approche afin d'augmenter la motivation des élèves et d'améliorer la perception de leur compétence en mathématiques.

Tableau 1.1 Étapes d'enseignement de *Résous!*

Étape 1 : évaluation	Passation d'un prétest afin de déterminer les besoins d'intervention.
Étape 2 : modelage	Enseignement des stratégies selon les principes de l'enseignement explicite pendant trois séances au minimum et jusqu'à ce que les élèves aient mémorisé les étapes stratégiques.
Étape 3 : pratique guidée	Aider les élèves à acquérir les stratégies jusqu'à ce qu'ils les maîtrisent à 80% (réussite de huit problèmes sur dix).
Étape 4 : pratique autonome	Permettre aux élèves de pratiquer les stratégies de façon autonome et hebdomadaire. Analyser les erreurs produites par les élèves afin de fournir du modelage supplémentaire au besoin (lorsque réussite de moins de 80 % des exercices).
Étape 5 : évaluation	Passation d'un post-test afin de vérifier le degré de maîtrise des élèves. Analyser les erreurs et fournir un enseignement supplémentaire au besoin si le pourcentage de réussite est de moins de 80%.
Étape 6 : généralisation	Intégrer l'utilisation des stratégies de <i>Résous!</i> dans toutes les résolutions de problèmes mathématiques présentées en classe. Continuer le modelage, la pratique guidée et la pratique autonome à travers l'enseignement du programme de mathématiques.

Note. Tiré de Montague (1996) et Schaefer Whitby (2018/Sous presse)

1.4 Composantes de l'approche *Résous!*

1.4.1 Stratégies cognitives et métacognitives

Les stratégies cognitives sont des processus proactifs constitués d'une série d'étapes séquentielles permettant à un élève d'accomplir une tâche en utilisant des étapes, des règles et des processus appliqués systématiquement afin de trouver la solution à un problème (Simpson, 2005). Des stratégies métacognitives sont habituellement utilisées en parallèle à ces stratégies cognitives afin de reconnaître les moments et les endroits privilégiés d'application des stratégies ainsi que pour autoévaluer le processus et le résultat obtenu (Montague et al., 2014). En contexte de résolution de problèmes mathématiques, les élèves utilisent les stratégies métacognitives afin de se dire quoi faire, de se rappeler comment faire, de détecter et d'analyser leurs erreurs, de même que de réguler leur exécution (Montague et al., 2014). Les stratégies cognitives (en gras) et métacognitives (en italique) utilisées dans l'approche *Résous!* sont décrites au tableau 1.2.

Tableau 1.2 Stratégies cognitives et métacognitives utilisées dans l'approche *Résous!*

Lis (pour comprendre)	
<i>Dire :</i>	Je lis le problème. Si je ne comprends pas, je relis.
<i>Questionner :</i>	Est-ce que j'ai lu et compris le problème ?
<i>Vérifier :</i>	Pour m'assurer que j'ai bien compris le problème.
<hr/>	
Paraphrase (dans tes propres mots)	
<i>Dire :</i>	Je surligne l'information importante. Je mets le problème dans mes propres mots.
<i>Questionner :</i>	Est-ce que j'ai bien surligné l'information importante ? Quelle est la question ? Qu'est-ce que je cherche ?
<i>Vérifier :</i>	Que j'ai surligné les informations en lien avec la question.
<hr/>	
Visualise (une image ou un schéma)	
<i>Dire :</i>	Je fais un dessin ou un diagramme. Je montre la relation entre les parties du problème.
<i>Questionner :</i>	Est-ce que mon dessin représente bien le problème ?
<i>Vérifier :</i>	Que mon dessin en lien avec les informations du problème.
<hr/>	
Formule une Hypothèse (élabore un plan pour résoudre le problème)	
<i>Dire :</i>	Je décide des étapes et des opérations nécessaires pour résoudre le problème. J'écris les symboles des opérations nécessaires (+, -, x, ÷)
<i>Se questionner :</i>	Si je fais...quel résultat vais-je obtenir ? Si je fais..., que dois-je faire ensuite ? Combien d'étapes sont nécessaires ?
<i>Vérifier :</i>	Que mon plan a du sens.
<hr/>	
Estime (prédis la réponse)	
<i>Dire :</i>	J'arrondis les nombres, je résous le problème dans ma tête et j'écris l'estimation.
<i>Questionner :</i>	Est-ce que j'ai arrondi vers le haut ou vers le bas ? Est-ce que j'ai écrit mon estimation ?
<i>Vérifier :</i>	Que j'ai utilisé l'information importante.
<hr/>	
Calcule (effectue les opérations arithmétiques)	

<i>Dire :</i>	Je fais les opérations dans le bon ordre.
<i>Questionner :</i>	Est-ce que ma réponse est comparable à mon estimation ? Est-ce que ma réponse a du sens ? Est-ce que les décimales ou les symboles d'unités sont à la bonne place ?
<i>Vérifier :</i>	Que j'ai effectué toutes les opérations dans le bon ordre.

Vérifie (assure-toi que tout est exact)

<i>Dire :</i>	Je vérifie le plan pour m'assurer qu'il est correct. Je vérifie mes calculs.
<i>Questionner :</i>	Est-ce que j'ai vérifié toutes les étapes ? Est-ce que j'ai vérifié les calculs ? Est-ce que ma réponse est bonne ?
<i>Vérifier :</i>	Que tout est correct. Sinon, je reviens en arrière. Je demande de l'aide au besoin.

Note. Tiré de Schaefer Whitby (2018/sous presse)

1.4.2 Enseignement explicite et stratégique

L'enseignement explicite est une approche d'enseignement validée par la recherche pour son efficacité auprès de diverses clientèles d'élèves dont ceux ayant des difficultés d'apprentissage (Lee et al., 2020) et ceux ayant un TSA (Donaldson et Zager, 2010; Flores et al., 2013; Root, 2019). Dans une importante étude comparative et longitudinale s'étant déroulée dans neuf pays, dans des écoles appartenant à divers milieux socioéconomiques et comportant des élèves ayant des résultats scolaires faibles, moyens ou élevés, Reynolds et al. (2002) soulèvent que les écoles identifiées comme étant efficaces ont en grande majorité recours aux méthodes d'enseignement dites explicites. L'enseignement explicite est une stratégie d'enseignement qui est structurée en étapes séquencées et dans laquelle l'enseignant utilise, de façon intentionnelle, un ensemble de moyens favorisant l'apprentissage des élèves (Gauthier et al., 2007). L'expérience d'apprentissage des élèves suit donc les étapes suivantes : (a) le modelage, (b) la pratique guidée et (c) la pratique autonome. Lors de l'étape du modelage, l'enseignant présente l'objet d'apprentissage de façon claire et précise à l'aide d'exemples et de contre-exemples afin de favoriser le meilleur niveau de compréhension possible. Il prend la place de l'élève et il verbalise toutes les étapes, procédures et stratégies qu'il utilise pour effectuer la tâche. Ensuite, lors de la pratique guidée, l'enseignant s'assure de la compréhension des élèves en leur permettant de réaliser des tâches semblables à celles qu'il a utilisées lors de l'étape du modelage et en les questionnant régulièrement. Il leur offre également une rétroaction constante sur une quantité suffisante de tâches pour s'assurer que les actions posées par les élèves sont adéquates. Finalement, lors de la pratique autonome, l'élève peut parfaire sa compréhension de l'objet d'apprentissage jusqu'à l'obtention du niveau de maîtrise le plus élevé possible. La pratique autonome permet la rétention en mémoire à long terme et l'automatisation des procédures, des stratégies et des habiletés nécessaires à la réalisation de la tâche enseignée (Gauthier et al., 2007).

L'enseignement stratégique est guidé par l'enseignement explicite et il constitue un modèle de l'apprentissage et de l'enseignement issu du courant de la psychologie cognitive. Mis de l'avant par Tardif au début des années 90 (Tardif, 1991), il prend appui sur les fondements affectifs, sociaux, cognitifs et métacognitifs des processus d'apprentissage (Ouellet, 1997; Swanson, 2001). L'enseignement stratégique repose ainsi sur six grands principes, soit : (a) l'apprentissage est un processus actif et constructif, (b) l'apprentissage permet de faire des liens entre de nouvelles données et les connaissances antérieures, (c) l'apprentissage concerne tout autant les connaissances procédurales et conditionnelles que les connaissances déclaratives, (d) l'apprentissage exige l'organisation constante des connaissances, (e) l'apprentissage concerne autant les stratégies cognitives et métacognitives que les connaissances théoriques et (f) la motivation scolaire détermine le degré d'engagement, de participation et de persistance de l'élève dans ses apprentissages (Ouellet, 1997).

L'approche de *Résous!* repose sur ces deux grands principes d'enseignement et des leçons structurées sont fournies à l'enseignant afin d'assurer un enseignement explicite de chacune des stratégies cognitives et métacognitives de cette approche.

1.4.3 Motivation et sentiment de compétence dans l'approche *Résous!*

La motivation en contexte scolaire est un facteur clé de la réussite de tous les élèves. *Résous!* prend en considération cet élément primordial de la réussite scolaire en (a) valorisant auprès des enseignants la participation active des élèves et leur engagement, (b) prônant une approche positive d'enseignement, (c) offrant une rétroaction immédiate et visuelle de leur progression aux élèves, (d) variant les moments et les contextes d'apprentissage et (e) encourageant l'utilisation du renforcement positif et des intérêts des élèves (Schaefer Whitby, 2018). En effet, tout au long de l'utilisation de cette approche d'enseignement de la résolution de problèmes mathématiques, il est recommandé aux enseignants d'étaler la pratique des mathématiques dans le temps en favorisant le travail individuel et en équipe afin de permettre également une rétroaction et un renforcement par les pairs (Schaefer Whitby, 2018). Également, afin de susciter un sentiment de compétence accru chez les élèves, leur participation active est valorisée et une rétroaction fréquente est fournie par l'enseignant, mais également par l'utilisation de graphiques pour représenter visuellement la progression des élèves.

1.4.4 Adaptation aux élèves ayant un TSA

Résous! a été validée auprès d'une population d'élèves ayant un TSA dans une étude récente (Schaefer Whitby, 2013), laquelle a mené à la publication du manuel d'enseignement de l'approche auprès de cette clientèle (Schaefer Whitby, 2018). L'étude a été effectuée auprès de trois adolescents ayant un TSA qui étaient intégrés en classe ordinaire pour l'enseignement des mathématiques. L'enseignement de *Résous!* auprès de ces élèves a été réalisé individuellement par l'auteure de l'étude à l'extérieur de la classe ordinaire. Les résultats de cette étude indiquent que les trois élèves ont amélioré leurs résultats en résolution de problèmes mathématiques de façon significative et immédiate à la suite de l'enseignement des stratégies, mais les résultats de la phase de maintien indiquent que l'utilisation des stratégies par les élèves ne s'est pas maintenue au même niveau que durant la phase d'intervention 4,5 semaines après celle-ci (Schaefer Whitby, 2013).

Afin d'adapter l'approche aux caractéristiques particulières de cette clientèle et à leur hétérogénéité, l'auteure prend en considération les théories cognitives souvent impliquées dans les déficits observés chez les personnes ayant un TSA, soit les fonctions exécutives, la théorie de l'esprit et la cohérence centrale. En effet, l'utilisation de l'enseignement explicite permet de diminuer les conséquences des déficits exécutifs chez les élèves ayant un TSA en leur offrant un support concret (p. ex., enseignement séquentiel étape par étape; automatisation de la procédure). Par ailleurs, la stratégie de visualisation amène l'élève à faire des liens et à créer une représentation schématique du problème mathématique afin de mieux intégrer les données du problème (cohérence centrale). Il est également suggéré à l'enseignant d'insérer des stratégies de compréhension en lecture pendant la démarche afin d'appuyer les élèves dans leur compréhension du problème (théorie de l'esprit). Des stratégies telles que l'utilisation de schémas et de soutiens visuels, la verbalisation et le repérage des anaphores pour faciliter la compréhension sont aussi utilisées afin de soutenir les élèves dans la compréhension des problèmes mathématiques.

L'auteure souligne également les difficultés possibles que peuvent vivre les élèves ayant un TSA lors de chacune des étapes de l'approche afin d'appuyer les enseignants dans les adaptations à fournir à ces élèves. Par exemple, lors de l'enseignement de la stratégie « Paraphrase », il est suggéré d'aider les élèves à barrer les informations superflues, à remplacer les pronoms par les groupes du nom appropriés et à trouver l'idée principale afin de faciliter leur interprétation du problème mathématique. À cet effet, Schaefer Whitby (2018) a créé un tableau regroupant les défis vécus par les élèves ayant un TSA ainsi que les adaptations possibles pour chacune des stratégies cognitives à enseigner (Annexe 1).

Résous! intègre des pratiques d'enseignement validées par la recherche et prend en considération les défis engendrés par les caractéristiques cognitives des élèves ayant un TSA. Toutefois, l'échantillon utilisé pour la validation de l'approche auprès de la clientèle ayant un TSA est petit et l'enseignement des stratégies n'a pas été réalisé par l'enseignant des élèves. Comme mentionné par l'auteure de l'étude, les résultats obtenus sont donc préliminaires et d'autres études devraient être effectuées afin de vérifier l'efficience de l'approche en contexte de classe (Schaefer Whitby, 2013).

1.5 Objectifs

L'objectif principal de ce projet de recherche est d'explorer l'efficacité de l'approche *Résous!* en contexte de classe spécialisée en école ordinaire au secondaire auprès d'adolescents ayant un TSA. Un deuxième objectif est d'examiner l'appréciation de l'approche par les élèves et de faire ressortir les principaux facilitateurs ou les principaux obstacles à son utilisation.

Cet essai est soumis sous la forme d'un article. Ce dernier reprend les éléments fondamentaux du contexte théorique et il fournit un compte-rendu des résultats obtenus à la suite de la mise à l'essai de l'approche *Résous!* et des entretiens effectués auprès des élèves.

CHAPITRE 2
LES EFFETS DE L'APPROCHE RÉSOUS! EN CONTEXTE DE CLASSE SPÉCIALISÉE AU SECONDAIRE
POUR LES ÉLÈVES AYANT UN TROUBLE DU SPECTRE DE L'AUTISME

Mylène Bessette et Nathalie Poirier

Département de psychologie, Université du Québec à Montréal

Montréal, Québec, Canada

Article accepté à la Revue des Sciences de l'Éducation

2.1 Résumé

Cette étude s'intéresse à l'appréciation de l'approche *Résous!* et à ses effets sur les habiletés en résolution de problèmes mathématiques d'adolescents ayant un TSA en contexte de classe spécialisée en école ordinaire au Québec. Les résultats indiquent que l'utilisation des stratégies n'a pas été maintenue, mais que les connaissances des stratégies ont augmenté significativement. L'appréciation de l'approche s'est révélée variable entre les élèves. Les données obtenues soulèvent l'importance de la différenciation et de la personnalisation de l'enseignement, de même que l'importance des facteurs influençant la motivation scolaire en contexte de classe spécialisée au secondaire.

Mots-clés : Trouble du spectre de l'autisme, classes spécialisées, adolescents, mathématiques, résolution de problèmes

2.2 Introduction

Les élèves ayant un TSA présentent des profils cognitifs et comportementaux hétérogènes (APA, 2022) auxquels d'autres troubles sont également fréquemment associés. Il est ainsi estimé que 23 % des élèves ayant un TSA présentent un trouble spécifique des apprentissages en mathématique (Somale et al., 2016), comparativement à 5 % à 8 % chez les élèves ayant un développement typique (Morsanyi et al., 2018). De ce fait, l'adaptation et la différenciation de l'enseignement qui est prodigué aux élèves ayant un TSA sont indispensables. À ce jour, il n'existe toutefois pas de méthode d'enseignement des mathématiques, publiée en français, s'adressant spécifiquement à la clientèle d'élèves ayant un TSA. Cette étude explore donc les effets d'une traduction francophone de l'approche *Solve it! (Résous!)* sur les habiletés en résolution de problèmes mathématiques d'adolescents ayant un TSA.

2.3 Contexte théorique

2.3.1 Trouble du spectre de l'autisme

Le TSA est un trouble neurodéveloppemental marqué par des atypies sur les plans de la communication et des interactions sociales, de même que par des activités, des comportements et des intérêts restreints et répétitifs (APA, 2022). Les élèves ayant un TSA présentent généralement un spectre étendu de profils comportementaux et cognitifs, auquel s'ajoutent des troubles associés dans la majorité des présentations cliniques (Georgiades et al., 2013). La concomitance des troubles associés au TSA peut notamment influencer la spécification diagnostique de sévérité, et ce, en raison du niveau d'aide nécessaire qui varie

selon les besoins propres à chaque élève et qui peut être qualifié soit de niveau 1 (nécessitant de l'aide), de niveau 2 (nécessitant une aide importante) ou de niveau 3 (nécessitant une aide très importante) (APA, 2022). Afin de soutenir les élèves ayant un TSA dans le développement de leurs compétences scolaires, des adaptations et des modalités individualisés de services sont offertes à l'élève. Celles-ci sont déterminées sur la base de l'évaluation de leurs besoins et de leurs capacités individuelles et peuvent mener à un classement en classe spécialisée (ministère de l'Éducation du Québec [MEQ], 1999).

2.3.2 Classes spécialisées

Actuellement, au Québec, environ 57 % des élèves ayant un reçu un diagnostic de TSA, de niveau primaire ou secondaire, sont scolarisés à l'intérieur d'une école spécialisée ou d'une classe spécialisée en école ordinaire (gouvernement du Québec, 2022). L'hétérogénéité des caractéristiques cognitives des élèves ayant un TSA au sein des classes d'adaptation scolaire amène plusieurs défis pour les enseignants. Richoz (2009) mentionne plus spécifiquement que les lacunes présentes chez les élèves dans les acquis scolaires, les motivations à l'apprentissage et le savoir-faire, entre autres, posent des problèmes pédagogiques et didactiques supplémentaires aux enseignants. Par ailleurs, les enseignants des classes spécialisées pour les élèves ayant un TSA utilisent plusieurs stratégies d'aménagement de la classe et d'individualisation de l'enseignement afin de combler les besoins particuliers de cette clientèle (Poirier et al., 2017). Selon la même étude, les enseignants ne mentionnent toutefois l'utilisation d'aucune méthode d'enseignement spécialisée pour développer les compétences prescrites dans le *Programme de formation de l'école québécoise* ([PFEQ] ; MEQ, 2006) alors que ceci se révèle pourtant nécessaire afin de favoriser la réussite des élèves (Barnett et Cleary, 2015).

2.3.3 Mathématiques et TSA

Afin d'assurer leur diplomation, les élèves ayant un TSA doivent acquérir les compétences prescrites dans le PFEQ dans le domaine de la mathématique, et ce, au même titre que leurs pairs au développement typique (MEQ, 2006). Toutefois, les caractéristiques inhérentes au TSA, de même que la fréquentation d'une classe spécialisée, constituent des défis supplémentaires pour ceux-ci, alors que moins de la moitié des élèves ayant un TSA (45,6%) obtiennent un diplôme ou une qualification d'études secondaires (Éducation Québec, 2021).

2.3.3.1 Raisonnement mathématique

Chez les élèves ayant un TSA, plusieurs études rapportent des habiletés en arithmétique qui sont équivalentes à celles des élèves ayant un développement typique (Bullen et al., 2020; Titeca et al., 2015). Or, chez les élèves du secondaire, une étude révèle que 87 % des adolescents ayant un TSA qui sont scolarisés en classe spécialisée ($n = 1013$) accusent un retard en mathématiques estimé à au moins un an et que 52 % d'entre eux accusent un retard estimé à cinq ans comparativement à leurs pairs ayant un cheminement scolaire régulier (Wagner et al., 2003). Ceci peut être lié au fait que les élèves ayant un TSA vivent des difficultés supplémentaires à leur arrivée au secondaire, lorsque le contenu au programme de mathématiques devient plus complexe et plus abstrait (p. ex., l'algèbre) et qu'il exige un raisonnement de plus haut niveau (Barnett et Cleary, 2015; Schaefer Whitby et Mancil, 2009).

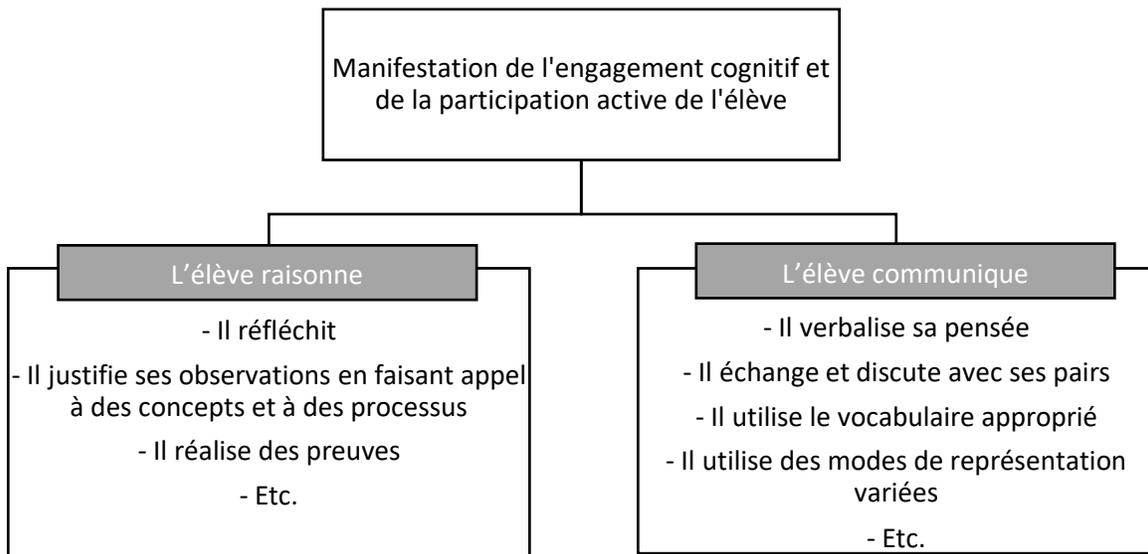
2.3.3.2 Résolution de problèmes écrits

La plupart des auteurs s'étant intéressés aux habiletés en résolution de problèmes mathématiques chez les adolescents ayant un TSA rapportent des faiblesses significatives chez ces élèves en comparaison à leurs pairs ayant un développement typique (Bae et al., 2015; Troyb et al., 2014; Wei et al., 2015). Les faiblesses sur le plan des habiletés de haut niveau en résolution de problèmes mathématiques chez les élèves ayant un TSA portent notamment sur les résolutions de problèmes à plusieurs étapes, sur les problèmes abstraits (raisonnement algébrique) ainsi que sur les problèmes mathématiques de la vie courante (p. ex., calcul de la monnaie rendue lors d'un achat au magasin) (Bae et al., 2015; Oswald et al., 2016).

2.3.3.3 Motivation et sentiment de compétence

Selon Viau (2009), la dynamique motivationnelle en contexte scolaire peut être mieux expliquée selon un modèle multifactoriel qui implique, entre autres, trois composantes interreliées : la perception de l'élève envers la valeur de l'activité à accomplir, son sentiment de compétence personnel et sa perception de la contrôlabilité de la tâche. Une étude réalisée par Lessard et al. (2009) montre que le sentiment de compétence et la motivation sont des variables prédictives importantes du rendement scolaire en mathématiques des adolescents en expliquant environ 33 % de la variance de leurs résultats scolaires. Par ailleurs, la motivation permet également d'enclencher le processus d'engagement cognitif et la participation active des élèves (Brault-Labbé et Dubé, 2010). Le *Référentiel d'intervention en mathématique* présente une synthèse illustrée de l'engagement cognitif et de la participation active des élèves à l'égard des mathématiques (Figure 1) (MEES, 2019, p.31).

Figure 2.1 Manifestations de l'engagement cognitif et de la participation active de l'élève dans l'activité mathématique



Note. Adapté de MEES, 2019, p.31

Georgiou et al. (2018) précisent toutefois dans leur étude que les élèves ayant un TSA présentent des facteurs motivationnels distincts et qu'ils présentent un plus faible sentiment de compétence et une plus grande peur de l'échec en comparaison à leurs pairs au développement typique. Ils interprètent cette particularité par le fait que les élèves ayant un TSA tendent à porter une attention importante aux détails et qu'une erreur mineure en mathématiques peut leur apporter un sentiment d'échec. De plus, une étude examinant le sentiment de compétence de 19 adolescents ayant un TSA dans des tâches scolaires révèle que, comparativement à leurs pairs au développement typique, ceux-ci surévaluent leur compétence à effectuer des tâches verbales et mathématiques. Ce biais positif peut avoir des conséquences positives (p. ex., encourager l'élève à s'engager dans la tâche), mais aussi négatives (p. ex., ne pas faire d'efforts conscients pour s'améliorer) sur les apprentissages des élèves ayant un TSA (Furlano et al., 2015).

La motivation et le sentiment de compétence des élèves ayant un TSA, et donc leur engagement cognitif et leur participation active aux apprentissages, constituent des éléments centraux, mais non garants de leur réussite scolaire dans le domaine de la mathématique. D'autre part, un manque d'opportunités d'apprentissage (Lambert et Tan, 2017), et un manque d'expertise en enseignement des mathématiques chez les enseignants (Taub et al., 2017) pourraient également être à l'origine des difficultés en mathématiques chez ces élèves.

2.3.4 Méthodes d'intervention efficaces en résolution de problèmes mathématiques pour les élèves ayant un TSA

Dans une revue de littérature, Barnett et Cleary (2015) analysent 11 études portant sur des méthodes d'interventions efficaces en mathématiques pour les élèves ayant un TSA. De ces méthodes, seulement deux s'appliquent à améliorer les habiletés en résolution de problèmes mathématiques, soit l'apprentissage par schémas et l'approche *Résous!*. L'apprentissage par schémas est une méthode qui utilise l'heuristique, les représentations visuelles et l'enseignement explicite afin d'enseigner aux élèves à résoudre différents types de problèmes alors que l'approche *Résous!* repose principalement sur l'utilisation de stratégies cognitives et métacognitives à l'aide d'un enseignement explicite et stratégique. Ces deux méthodes sont également considérées comme efficaces par plusieurs autres auteurs (Cox et Jimenez, 2020; Krawec et al., 2013; Montague et al., 2014).

Dans le *Référentiel d'intervention en mathématique* (MEES, 2019), le développement de stratégies cognitives et métacognitives tient une place importante derrière les intentions d'utilisation de la résolution de problèmes mathématiques. En ce qui a trait à ce dernier fondement, il y est d'ailleurs réitéré que, selon plusieurs auteurs, la résolution de problèmes ne relève pas de l'utilisation d'une démarche séquentielle généralisée telle que « ce que je sais » et « ce que je cherche » (De Corte et Verschaffel, 2008; Fagnant et al., 2016; Goulet, 2018; MEQ, 1988; Picard, 2018), laquelle serait nuisible au processus d'apprentissage des élèves (MEQ, 1988, p.50). L'approche *Résous!* devient ainsi particulièrement intéressante à mettre en place pour les adolescents ayant un TSA qui éprouvent des difficultés en résolution de problèmes mathématiques.

2.3.4.1 Approche *Résous!*

Résous! est une approche d'enseignement de stratégies cognitives et métacognitives en mathématiques conçue par Montague (1996) et validée à l'intérieur de plusieurs études d'intervention (Montague, 1992; Montague et Bos, 1986; Montague et al., 2011; Montague et al., 2014). L'approche a également été adaptée et validée à l'intérieur d'une étude de cas multiple auprès de trois adolescents ayant un TSA (Schaefer Whitby, 2013), laquelle a mené à la publication du manuel d'enseignement de l'approche *Résous!* adaptée aux particularités de ces élèves.

Plus précisément, cette approche consiste à enseigner sept stratégies cognitives et trois stratégies métacognitives aux élèves à l'aide d'un enseignement explicite et stratégique (Schaefer Whitby, 2018/sous

presse). Des leçons structurées sont fournies à l'enseignant afin d'assurer un enseignement explicite de chacune des stratégies cognitives et métacognitives de cette approche (tableau 2.1).

2.3.4.1.1 Stratégies cognitives et métacognitives

Les stratégies cognitives sont des processus proactifs qui représentent une série d'étapes séquentielles permettant à un élève d'accomplir une tâche en utilisant des étapes, des règles et des processus appliqués systématiquement afin de trouver la solution à un problème (Simpson, 2005). En contexte de résolution de problèmes, les élèves utilisent parallèlement les stratégies métacognitives afin de se dire quoi faire, de se rappeler comment faire, de détecter et d'analyser leurs erreurs, de même que de réguler leur exécution (Montague et al., 2014).

Tableau 2.1 Stratégies cognitives et métacognitives utilisées dans l'approche *Résous!*

Lis (pour comprendre)	
<i>Dire :</i>	Je lis le problème. Si je ne comprends pas, je relis.
<i>Questionner :</i>	Est-ce que j'ai lu et compris le problème ?
<i>Vérifier :</i>	Pour m'assurer que j'ai bien compris le problème.
Paraphrase (dans tes propres mots)	
<i>Dire :</i>	Je surligne l'information importante. Je mets le problème dans mes propres mots.
<i>Questionner :</i>	Est-ce que j'ai bien surligné l'information importante ? Quelle est la question ? Qu'est-ce que je cherche ?
<i>Vérifier :</i>	Que j'ai surligné les informations en lien avec la question.
Visualise (une image ou un schéma)	
<i>Dire :</i>	Je fais un dessin ou un diagramme. Je montre la relation entre les parties du problème.
<i>Questionner :</i>	Est-ce que mon dessin représente bien le problème ?
<i>Vérifier :</i>	Que mon dessin en lien avec les informations du problème.
Formule une Hypothèse (élabore un plan pour résoudre le problème)	
<i>Dire :</i>	Je décide des étapes et des opérations nécessaires pour résoudre le problème. J'écris les symboles des opérations nécessaires (+, -, x, ÷)
<i>Se questionner :</i>	Si je fais...quel résultat vais-je obtenir ? Si je fais..., que dois-je faire ensuite ? Combien d'étapes sont nécessaires ?
<i>Vérifier :</i>	Que mon plan a du sens.
Estime (prédis la réponse)	
<i>Dire :</i>	J'arrondis les nombres, je résous le problème dans ma tête et j'écris l'estimation.
<i>Questionner :</i>	Est-ce que j'ai arrondi vers le haut ou vers le bas ? Est-ce que j'ai écrit mon estimation ?
<i>Vérifier :</i>	Que j'ai utilisé l'information importante.
Calcule (effectue les opérations arithmétiques)	
<i>Dire :</i>	Je fais les opérations dans le bon ordre.
<i>Questionner :</i>	Est-ce que ma réponse est comparable à mon estimation ? Est-ce que ma réponse a du sens ? Est-ce que les décimales ou les symboles d'unités sont à la bonne place ?
<i>Vérifier :</i>	Que j'ai effectué toutes les opérations dans le bon ordre.

Vérifie (assure-toi que tout est exact)

Dire : Je vérifie le plan pour m'assurer qu'il est correct. Je vérifie mes calculs.

Questionner : Est-ce que j'ai vérifié toutes les étapes ? Est-ce que j'ai vérifié les calculs ? Est-ce que ma réponse est bonne ?

Vérifier : Que tout est correct. Sinon, je reviens en arrière. Je demande de l'aide au besoin.

Note : Tiré de Schaefer Whitby, 2018/sous presse

Résous! prend en considération les forces et les difficultés particulières des élèves ayant un TSA dans le domaine de la résolution de problèmes mathématiques et repose sur des principes d'enseignement jugés efficaces, ce qui en fait une méthode intéressante à étudier. Par ailleurs, dans la seule étude de validation de *Résous!* effectuée auprès d'adolescents ayant un TSA (Schaefer Whitby, 2013), l'enseignement des stratégies s'est effectué par l'entremise de l'expérimentatrice auprès d'un petit échantillon d'élèves ($N = 3$). Aucune autre étude ne s'est intéressée à la mise en place d'une traduction française de l'approche par l'enseignant dans un contexte de classe spécialisée pour les élèves ayant un TSA.

2.4 Objectifs de l'étude

Cette étude a pour premier objectif de documenter les effets d l'approche *Résous!* par une mise à l'essai exploratoire en contexte de classe spécialisée en école ordinaire auprès d'adolescents ayant un TSA. Le deuxième objectif de l'étude consiste à explorer et à décrire qualitativement la perception des élèves quant à l'utilisation de l'approche *Résous!*.

2.5 Méthode

2.5.1 Participants

Les participants sont neuf élèves ayant un diagnostic de TSA (filles $n = 3$; garçons $n = 6$) âgés entre 13 et 18 ans ($M = 15,67$; $ET = 1,87$), qui fréquentent une classe spécialisée en école ordinaire du Centre de services scolaire des Hautes-Rivières, ainsi qu'un de leurs parents et leur enseignante. Le niveau scolaire en mathématiques de chacun des élèves, tel qu'évalué au bulletin scolaire, se situe entre la 1^{re} et la 4^e année du secondaire (1^{re} secondaire, $n = 3$; 2^e secondaire, $n = 3$, 3^e secondaire, $n = 2$, 4^e secondaire, $n = 1$). Le tableau 2.2 résume les caractéristiques des participants. Quelques participants ont été absents lors de certaines évaluations : participant 2; absent au 1^{er} contrôle de maîtrise, participants 3, 4 et 9; absents lors du 2^e contrôle de maîtrise, participants 6 et 9; absents lors du 1^{er} post-test. Les participants 7 et 8 n'ont pas participé à l'entrevue post-intervention.

Tableau 2.2 Caractéristiques des participants

Participants	Sexe	Âge	Troubles associés (n)	Niveau scolaire (secondaire)	Résultats au bulletin scolaire (%)	
					Lire	Résoudre
1	F	16	1	2	70	80
2	M	16	1	2	72	67
3	M	15	1	2	64	81
4	M	15	3	3	-*	-*
5	F	17	1	1	81	52
6	F	18	1	3	75	75
7	M	13	4	1	45	45
8	M	18	0	4	65	68
9	M	13	1	1	68	94

Note. Les résultats scolaires du participant 4 n'étaient pas disponibles pour la 2^e étape de l'année scolaire 2020-2021.

2.5.2 Instruments

2.5.2.1 Fiches signalétiques

Les parents des adolescents participant à l'étude ont rempli une fiche signalétique produite par la première auteure de cet article. Ceci afin de répondre aux besoins de l'étude et de documenter des données sociodémographiques et scolaires des élèves.

2.5.2.2 Méthode Résous!

Une traduction française libre et sous presse, par les auteures du présent article, a été utilisée pour les fins de l'étude (Schaefer Whitby, 2018/sous presse). Le manuel ainsi que les documents reproductibles ont été traduits librement.

2.5.2.3 Évaluation des acquis (prétest et post-tests) et contrôles de maîtrise

Les élèves ont complété un prétest et quatre post-tests (Évaluations des acquis 1 à 5) constitués chacun de 10 problèmes mathématiques à une, deux ou trois étapes (tableau 2.3). Quatre contrôles de maîtrise des stratégies ont aussi été effectués durant l'intervention, chacun constitués de trois problèmes mathématiques à une, deux et trois étapes. Tous les problèmes proviennent de la version traduite du matériel fourni par l'approche *Résous!*. Une interprétation critériée est utilisée afin de juger de la réussite ou non du participant. Ce type d'interprétation vise à décrire ce dont le participant est capable sans toutefois le comparer aux autres comme dans le cadre d'une approche normative (Scallon, 2000). Ainsi,

un seuil de réussite et des critères sont établis afin de vérifier si l'élève répond aux attentes établies. Dans le cadre de la présente étude, tous les élèves du groupe-classe ont participé à l'enseignement des leçons de *Résous!* et aux évaluations associées, et ce, sans égard à leur résultat au prétest. Les élèves sont jugés en réussite lorsqu'ils réussissent à résoudre minimalement 7 problèmes sur 10 à l'intérieur de 60 minutes. En raison du contexte d'enseignement en classe spécialisée au secondaire, il a été jugé nécessaire de vérifier la faisabilité de l'enseignement de *Résous!* à l'ensemble du groupe-classe, bien que ceci ne soit pas la façon de faire préconisée par l'approche, laquelle suggère plutôt d'enseigner les stratégies aux seuls élèves n'atteignant pas le seuil de réussite.

2.5.2.4 Mathematical Problem-Solving Assessment – Short Form (MPSA-SF)

Une entrevue à l'aide d'une traduction libre en français du MPSA-SF a été effectuée auprès des élèves avant et après l'intervention. Le MPSA-SF est une entrevue structurée adaptée d'une version longue qui répertorie qualitativement les stratégies connues et utilisées par l'élève en résolution de problèmes mathématiques (Montague et al., 1990). Cette entrevue est composée de deux parties, A et B, évaluant le sentiment de compétence des élèves en résolution de problèmes, leurs attitudes et leur motivation relativement à cette discipline, de même que leur répertoire de stratégies utilisées à partir de la lecture et de la résolution de trois problèmes mathématiques. Elle comprend cinq questions de type Likert (questions 1, 2, 3, 4 et 6) ainsi que 35 questions ouvertes (Schaefer Whitby, 2018/sous presse) menant à une analyse qualitative des réponses des élèves. Dans le cadre de cette étude, les réponses des élèves aux questions à choix 1, 2 et 3 sont utilisées pour analyser leur sentiment de compétence en résolution de problèmes mathématiques selon une échelle ordinale à cinq niveaux (1 = très pauvre, 5 = très bon). Ensuite, leur réponse, à la question 6, est utilisée pour qualifier leur attitude envers la résolution de problèmes mathématiques. Les réponses des élèves sont interprétées qualitativement selon une échelle ordinale à cinq niveaux (1 = n'aime jamais résoudre des problèmes mathématiques, 2 = aime résoudre des problèmes $\frac{1}{4}$ du temps, 3 = la moitié du temps, 4 = $\frac{3}{4}$ du temps et 5 = aime toujours résoudre des problèmes mathématiques), puis les réponses aux questions 8, 9, 10 sont utilisées pour obtenir une moyenne des connaissances des élèves en ce qui a trait à la résolution de problèmes mathématiques (1 = peu de connaissances (1 ou 2 stratégies), 3 = beaucoup de connaissances (5 stratégies et plus). Finalement, deux questions ouvertes ne faisant pas partie du questionnaire original ont été ajoutées à l'entrevue post-intervention afin de documenter l'appréciation des élèves quant à l'utilisation de l'approche *Résous!*, soit (a) En général, as-tu apprécié l'approche *Résous!* ? et (b) Est-ce que cette méthode t'a aidé à résoudre plus efficacement des problèmes mathématiques ? Si oui, de quelle façon et si non, pourquoi ? Les réponses

des élèves à ces questions ont été codifiées selon une échelle dichotomique (1 = a aimé/a aidé; 2 = n'a pas aimé/n'a pas aidé).

2.6 Procédure

À la suite de l'approbation du Comité institutionnel d'éthique de la recherche avec des êtres humains de l'Université du Québec à Montréal, des enseignantes ont été sollicitées par le biais d'envois de courriels à des écoles secondaires offrant un service de classes spécialisées pour les élèves ayant un TSA. L'enseignante sélectionnée, les élèves et leur parent ont ensuite donné leur consentement libre et éclairé en signant un formulaire à cet effet après avoir reçu toutes les informations concernant leur participation à la recherche par la première auteure de cet article. La collecte de données s'est effectuée entre mars et juin 2021. Une formation d'une journée et demie concernant l'approche *Résous!* a d'abord été offerte à l'enseignante afin de lui fournir tous les outils nécessaires à un enseignement autonome en classe. Lors de cette formation, le cadre théorique de l'approche, le calendrier d'apprentissage, le cadre des scénarios de leçon et les documents à compléter ont été présentés à l'enseignante. Les entrevues semi-structurées du MPSA-SF ont été effectuées en deux temps par la première auteure de cet article et leur durée était d'environ 30 minutes par élève. Le premier entretien a été effectué en personne auprès des élèves et a été enregistré sur bande audio afin de permettre la transcription intégrale du verbatim et la codification des données. Le deuxième entretien s'est effectué par l'entremise de la plateforme *Zoom*, en raison d'un confinement associé à la pandémie de COVID-19, et les entretiens ont été enregistrés sur bande vidéo.

L'enseignante a procédé à la mise en place de l'approche *Résous!* de façon autonome et hebdomadaire en classe, sur une durée de 11 semaines. D'abord, les élèves ont complété un prétest (Évaluation des acquis 1) afin de déterminer leur niveau de base en résolution de problème mathématique. Lors de chacune des évaluations des acquis, 60 minutes ont été allouées aux élèves puis les évaluations ont été remises à l'enseignante. Le tableau 2.3 résume les phases d'intervention et le matériel utilisé pour chacune de celles-ci. Chaque élève s'est vu attribué un duo-tang, dans lequel les exercices et les tests ont été compilés. Un graphique affichant la progression des résultats à chacun des tests a également été complété par les élèves en version papier ainsi que par l'enseignante en format Excel®.

Tableau 2.3 Calendrier des phases d'intervention et du matériel utilisé

Phases	Semaines	Matériel utilisé
Évaluation du niveau de base	1	1 ^{ère} entrevue semi-structurée auprès des élèves Évaluation des acquis 1 (Prétest)

Intervention - entraînement	2	Scénarios de leçon 1 et 2 Contrôle de maîtrise 1 (3 problèmes)
	3	Scénarios de leçon 3 et 4 Contrôle de maîtrise 2 (3 problèmes)
	4	Scénario de leçon 5 Évaluation des acquis 2 (1 ^{er} post-test à 10 problèmes)
	5	Scénarios de leçon 6 et 7 Contrôle de maîtrise 3 (3 problèmes)
Intervention - acquisition	6	Scénarios de leçon 8 et 9 Contrôle de maîtrise 4 (3 problèmes)
	7	Scénario de leçon 10 Évaluation des acquis 3 (2 ^e post-test à 10 problèmes)
	8	Entrevue semi-structurée post intervention. Fin de l'intervention
	9	Évaluation des acquis 4 (3 ^e post-test ; 2 semaines post intervention)
Vérification du maintien des stratégies	12	Évaluation des acquis 5 (4 ^e post-test ; 5 semaines post intervention)

2.7 Analyse des données

Afin de répondre au premier objectif, une analyse quantitative a été retenue et a été effectuée à l'aide du logiciel IBM® SPSS® Statistics version 28, afin de documenter les résultats moyens du groupe-classe. Des analyses descriptives et de fréquences, de même que des comparaisons de moyennes à l'aide de tests-t pour échantillons appariés ont été effectuées afin d'analyser les changements apportés par la mise en place de l'approche *Résous!* sur (a) le rendement des élèves, (b) leur perception de leur compétence, (c) leur attitude envers la résolution de problèmes mathématiques et (d) leurs connaissances en résolution de problèmes mathématiques. Les tailles d'effet ont aussi été calculées à l'aide du *d* de Cohen (1988) (0,2 = petite, 0,5 = moyenne, 0,8 = grande). Ensuite, pour répondre au deuxième objectif, les verbatims des entretiens avec les élèves quant à leur appréciation de l'approche *Résous!* ont été retranscrits intégralement dans un fichier Excel® puis analysés et codifiés en des variables nominales dichotomisées (0 = appréciation négative; 1 = appréciation positive). Les données ont ensuite été exportées vers le logiciel IBM® SPSS® Statistics version 28, afin d'obtenir des analyses descriptives et de fréquences. Des extraits de verbatim sont également ajoutés afin de contribuer à la compréhension de l'appréciation des élèves.

2.8 Résultats

2.8.1 Rendement en résolution de problèmes mathématiques écrits

Le rendement des élèves avant l'intervention puis à chaque temps de mesures a été comparé afin de vérifier l'effet de l'intervention. Les résultats indiquent que la majorité des élèves (89 %; $n = 8$) atteint le seuil de réussite critérié de sept problèmes mathématiques réussis sur 10 au prétest. Bien qu'une tendance à la baisse soit visuellement observée, aucun écart statistiquement significatif n'a été trouvé entre les résultats au prétest ($M = 8,78$, $ET = 1,48$) et au post-test 1 ($M = 8,57$, $ET = 1,81$; $t(6) = 0,00$, $p > 0,05$, $d = 0,00$), au post-test 2 ($M = 8,22$; $ET = 2,53$; $t(8) = -0,73$, $p > 0,05$, $d = -0,24$) et au post-test 3 ($M = 7,78$; $ET = 2,28$; $t(8) = -1,18$, $p > 0,05$, $d = -0,39$). Une taille d'effet négative petite à moyenne est présente en ce qui concerne la différence des résultats entre le prétest et le post-test 2, ainsi qu'entre le prétest et le post-test 3. D'autre part, il est possible de constater une baisse de la moyenne du rendement des élèves entre le prétest ($M = 8,78$, $ET = 1,48$) et le post-test 4 ($M = 6,67$, $ET = 2,18$), et ce, de façon significative ($t(8) = -3,03$, $p = 0,016$) avec une très grande taille d'effet ($d = -1,01$).

2.8.2 Perception de la compétence des élèves en résolution de problèmes mathématiques écrits

Les analyses de fréquence montrent que les élèves perçoivent généralement leur compétence en résolution de problèmes mathématiques comme étant moyenne en pré et post intervention ($M_{pré} = 3,55$, $ET_{pré} = 0,47$; $M_{post} = 3,85$, $ET_{post} = 0,66$). Plus précisément, respectivement 88,8 % des élèves ($n = 8$) et 100 % des élèves ($n = 7$) indiquent avoir une compétence moyenne, bonne ou très bonne en résolution de problèmes mathématiques en pré et post intervention. La différence de perception des élèves à l'égard de leur compétence en résolution de problèmes mathématiques n'est pas significative ($t(6) = 1,16$, $p > 0,05$, $d = 0,44$), mais la mesure de la taille d'effet suggère un effet modéré de l'intervention.

2.8.3 Attitude des élèves envers la résolution de problèmes mathématiques écrits

La moyenne des réponses des élèves indique qu'ils aiment résoudre des problèmes mathématiques environ la moitié du temps ($M_{pré} = 2,56$, $ET_{pré} = 1,33$; $M_{post} = 3,14$, $ET_{post} = 1,22$). Avant la mise à l'essai de *Résous!*, 44,4 % ($n = 4$) des élèves indiquent soit ne jamais aimer résoudre des problèmes ou aimer cette activité seulement un quart du temps, alors que 55,5 % ($n = 5$) des élèves aiment résoudre des problèmes mathématiques plus de la moitié du temps. À la suite de la mise à l'essai de *Résous!*, 22,2 % des élèves ($n = 2$) indiquent aimer résoudre des problèmes mathématiques moins du quart du temps, alors que le nombre d'élèves aimant résoudre des problèmes plus de la moitié du temps est demeuré stable ($n = 5$).

La différence entre les moyennes pré et post intervention n'est pas significative ($t(6)=1,03$, $p > 0,05$, $d = 0,391$), mais le d de Cohen fait ressortir une taille d'effet moyenne.

2.8.4 Connaissances de la résolution de problèmes mathématiques écrits

Avant la mise à l'essai de *Résous!*, 57,1 % des élèves ($n = 4$) montrent de faibles connaissances des stratégies à utiliser en résolution de problèmes mathématiques, 42,8 % des élèves ont des connaissances jugées moyenne ($n = 3$) et aucun ont de bonnes connaissances. Après l'intervention, le pourcentage d'élèves ayant de faibles connaissances est de 14,2 % ($n = 1$), le pourcentage d'élèves ayant des connaissances moyennes est de 71,4 % de ($n = 4$) et le pourcentage d'élèves ayant de bonnes connaissances passe à 14,2 % ($n = 1$). Le résultat au test-t pour échantillons appariés indique une augmentation significative des connaissances des élèves sur les stratégies de résolution de problèmes mathématiques ($t(6) = 2,828$, $p = 0,030$), et ce, avec une très grande taille d'effet ($d = 1,069$).

2.8.5 Perception des élèves quant à l'utilisation de l'approche *Résous!*

33,3 % des élèves ($n = 3$) rapportent ne pas avoir jugé l'approche utile (« Je ne vois pas vraiment de différence », « Y'a pas grand-chose qui m'a aidé »). Les principales plaintes des élèves concernent le temps devant être consacré à l'utilisation de l'approche (« J'ai pas aimé le temps que ça prenait »), certaines étapes plus particulières jugées inutiles (« Hypothèse je ne l'ai pas utilisé, l'Estimation non plus »), ainsi que la complexité du processus (« Ça a plus compliqué la tâche qu'autre chose »). D'autre part, 44,4 % des élèves ($n = 4$) mentionnent apprécier l'utilisation de cette approche (« C'est comme si ça te guide dans le chemin que tu dois suivre », « J'ai aimé ça. Je voyais que ça avait beaucoup de potentiel », « Je comprends l'idée derrière et ça a pas mal aidé comment je comprends un texte »).

2.9 Discussion

Les objectifs de cette étude visaient à vérifier l'efficacité de *Résous!* dans un contexte de classe spécialisée au secondaire pour des élèves ayant un TSA puis à documenter leur appréciation de l'approche.

L'étude actuelle a permis de montrer une amélioration significative des connaissances des stratégies à appliquer en résolution de problèmes mathématiques, ce qui concorde avec la littérature scientifique (Krawec et al., 2013). En effet, avant la mise à l'essai de *Résous!*, la majorité des élèves (57,1 %, $n = 4$) n'avait que de faibles connaissances des stratégies à appliquer en résolution de problèmes mathématiques, alors que 85,7 % ($n = 6$) d'entre eux montraient des connaissances jugées moyennes à bonnes après l'enseignement de l'approche. Ainsi, la présente recherche confirme qu'un enseignement

explicite des stratégies à appliquer en résolution de problèmes mathématiques s'avère nécessaire et utile pour les élèves ayant un TSA puisque ceux-ci ont un répertoire de stratégies peu développé (Montague et al., 2011). Contrairement aux études précédentes effectuées auprès d'élèves ayant des difficultés d'apprentissage (Montague et al., 2011; Montague et al., 2014;), les résultats ne dénotent pas d'amélioration significative ni de maintien du rendement des élèves à la suite de la mise en place de l'approche *Résous!*. Toutefois, ces résultats concordent avec ceux obtenus par Whitby (2013) dans son étude effectuée auprès de trois élèves ayant un TSA. Ainsi, bien que les élèves aient acquis des connaissances supplémentaires pour les aider à résoudre efficacement des problèmes mathématiques, certains de ceux-ci ne les ont pas mises en application. Ceci pourrait s'expliquer d'abord par le contexte d'enseignement en classe spécialisée, lequel n'avait fait partie d'aucune des études précédentes. Compte tenu de l'hétérogénéité des élèves accueillis dans ces classes, il est possible que l'approche *Résous!* ne puisse pas s'appliquer dans un contexte de classe spécialisée lorsqu'elle est enseignée sans différenciation auprès de tous les élèves. Les élèves sélectionnés pour la présente étude ne font pas exception à ce qui est habituellement observé dans les classes spécialisées puisque leur âge (*Min* = 13, *Max* = 18), leur niveau scolaire en mathématiques (*Min* = 1^{re} secondaire, *Max* = 4^e secondaire) et leurs résultats scolaires en résolution de problèmes mathématiques (*Min* = 45 %, *Max* = 94 %) varient considérablement. Comme le souligne Moudon (2015) : « la gestion d'une classe hétérogène amène des enjeux pédagogiques importants pour l'enseignant et nécessite une solide connaissance des besoins de chaque élève ». En ce sens, une recherche effectuée par Erotocritou Stavrou et Koutselini (2016) sur l'enseignement de la lecture auprès d'adolescents, propose que le développement des capacités d'introspection des enseignants à l'égard de leurs méthodes d'enseignement, la collaboration avec les autres enseignants, de même que la différenciation de l'enseignement selon les besoins individuels de chacun des élèves permet d'améliorer l'autonomie, les apprentissages et les croyances des élèves à propos de l'apprentissage.

Une autre hypothèse permettant d'expliquer le non-maintien des stratégies de *Résous!* peut être posée en regard au cadre d'enseignement choisi pour la présente étude, qui diffère de celui proposé par Schaefer Whitby (2018/sous presse). Ainsi, afin de vérifier si un enseignement global de cette méthode est applicable en contexte de classe spécialisée, tous les élèves de la classe sélectionnée pour la présente étude ont participé à la mise à l'essai de l'approche *Résous!*, et ce, sans égard au résultat obtenu au prétest. Toutefois, le cadre évaluatif de *Résous!* (Schaefer Whitby, 2018/sous presse) suggère d'enseigner l'approche seulement aux élèves réussissant moins de sept problèmes sur 10 au prétest, de même qu'à ceux qui ne font pas preuve de suffisamment de connaissances des stratégies en résolution de problèmes. Ce choix méthodologique explique notamment que plusieurs résultats ont été statistiquement non

significatifs puisque la majorité des élèves de l'échantillon ont obtenu un résultat satisfaisant au prétest. Il est ainsi possible de penser que le cadre évaluatif de *Résous!* devrait également s'appliquer dans un contexte de classe spécialisée et que la différenciation de l'enseignement est à privilégier, puisque les habiletés des élèves en résolution de problèmes mathématiques peuvent être hétérogènes. Ainsi, une variété de méthodes jugées efficaces telles que l'apprentissage par schémas, les modèles vidéos et les stratégies cognitives et métacognitives de *Résous!*, entre autres, devraient être enseignées aux élèves et utilisées de façon différenciée et individualisée à leurs besoins (par ex., en accordant davantage de temps pour accomplir les tâches).

Conformément aux résultats obtenus par Montague (1997) auprès d'élèves rencontrant des difficultés d'apprentissage en mathématiques quant aux perceptions de compétence et aux attitudes des élèves envers la résolution de problèmes mathématiques, les résultats ne montrent pas de changement significatif. Cela étant dit, les tailles d'effet petites à moyennes obtenues permettent de constater que cette approche semble avoir un effet tout de même non négligeable sur ces deux variables, et que *Résous!* pourrait améliorer significativement la perception de la compétence et l'attitude des élèves ayant un TSA envers la résolution de problèmes mathématiques. Ce postulat devra être vérifié à l'intérieur d'une étude ayant un échantillonnage plus important afin d'augmenter la puissance statistique des tests utilisés.

Finalement, l'appréciation de l'approche *Résous!* est partagée entre les élèves. Ainsi, quelques élèves ont présenté une résistance à l'intervention en raison de certaines particularités de l'approche, ce qui a pu avoir un effet négatif sur l'utilisation et le maintien des stratégies. En effet, le tiers des élèves ont indiqué ne pas avoir apprécié l'approche *Résous!*, et ce, en raison du temps devant être consacré à l'utilisation de l'approche, de la lourdeur et de la complexité ajoutées au processus à appliquer ainsi qu'en raison de quelques étapes jugées non utiles.

Or, tous les facteurs mentionnés ci-dessus, soit l'hétérogénéité des habiletés en mathématique des élèves, le manque de temps pour réaliser les résolutions de problèmes et la faible valeur accordée au processus de *Résous!* par certains élèves, ont pu avoir un effet non négligeable sur la motivation des élèves. Brophy (2004), précise 10 conditions motivationnelles nécessaires aux apprentissages dont trois permettent d'expliquer l'apparente baisse motivationnelle des élèves de la présente étude, soit (a) l'activité doit représenter un défi pour l'élève, (b) l'activité doit exiger un engagement cognitif de l'élève et (c) l'activité doit se dérouler sur une période suffisante. Ainsi, puisque la motivation permet d'enclencher l'engagement cognitif et la participation active des élèves, il est possible de penser que certains élèves n'ont pas accordé une valeur suffisante à *Résous!* et qu'ils ne se sont pas suffisamment engagés dans

l'application du processus. En raison du niveau d'habiletés plus élevé en résolution de problèmes de certains élèves, il semble que le processus proposé dans *Résous!* ait compliqué leur tâche en comparaison à leur façon habituelle de fonctionner, comme certains l'ont mentionné lors de l'entrevue post-intervention: « [...] les deux premières leçons n'ont pas été une partie de plaisir. D'habitude, je fais ça très rapidement, de façon assez naturelle [...] » Par ailleurs, en ce qui a trait au temps, plusieurs élèves n'ont pas réussi à compléter les 10 problèmes requis à l'intérieur d'une limite de temps de 60 minutes. Selon Brophy (2004), l'enseignant doit donner la possibilité aux élèves de réaliser correctement une activité d'apprentissage, à leur rythme, s'il souhaite que ceux-ci soient motivés à l'accomplir. Ceci ramène à l'importance de respecter le rythme d'apprentissage des élèves ayant un TSA et de leur accorder certaines adaptations selon leurs besoins, tel que du temps supplémentaire pour compléter leurs travaux, afin de les amener à être motivés dans leurs apprentissages.

2.10 Conclusion

La présente recherche montre l'efficacité de l'approche *Résous!* sur l'amélioration des connaissances de stratégies en résolution de problèmes des élèves ayant un TSA. D'autre part, certains résultats non significatifs de l'étude permettent de réitérer l'importance de la motivation en contexte d'apprentissage et de la différenciation de l'enseignement pour ces élèves. Par ailleurs, il s'avèrerait pertinent de s'intéresser à la mise à l'essai d'une version modifiée de l'approche *Résous!*, comportant moins d'étapes, afin d'explorer ses effets sur la motivation des élèves. Il s'avère important que, dans une visée de différenciation pédagogique efficace, les enseignants prennent un soin particulier à établir un portrait juste et précis des besoins de chacun de leurs élèves.

Bien qu'apportant un éclairage intéressant sur l'enseignement des mathématiques auprès des adolescents ayant un TSA, cette recherche comporte certaines limites. D'abord, le devis utilisé ne comporte pas de groupe témoin permettant de comparer l'efficacité de *Résous!* à un autre type d'intervention. Une deuxième limite concerne le contexte de la pandémie de COVID-19 durant lequel la présente étude a été effectuée. Afin de permettre aux enseignants de s'ajuster à cette nouvelle réalité en début d'année scolaire 2020-2021, la période utilisée pour la mise à l'essai de *Résous!* s'est étalée de mars à juin 2021, ce qui correspond à la moitié et à la fin d'année scolaire, alors que la valeur accordée aux mathématiques et l'engagement cognitif des élèves tend à diminuer au fur et à mesure que l'année scolaire progresse (Claveau, 2006). Compte tenu de cela, il est suggéré que les futures études portant sur l'approche *Résous!* soient implantées dès le début de l'année scolaire.

Néanmoins, la présente étude offre des apports significatifs. D'abord, elle constitue la première étude d'intervention de l'approche *Résous!* ayant été effectuée dans un contexte de classe spécialisée au secondaire en école ordinaire auprès d'adolescents ayant un TSA. De ce fait, elle apporte un éclairage important concernant le choix, l'organisation et la planification de l'enseignement auprès des élèves scolarisés à l'intérieur d'une classe spécialisée.

CHAPITRE 3

DISCUSSION GÉNÉRALE ET CONCLUSION

Cette recherche apporte une contribution au corpus encore peu développé de recherches scientifiques effectuées auprès d'une clientèle d'élèves de niveau secondaire ayant un TSA et étant scolarisés en classe spécialisée. Elle est la première à vérifier les effets d'une traduction de l'approche d'enseignement de stratégies en résolution de problèmes mathématiques écrits *Résous!*, et ce, en contexte de classe spécialisée au secondaire auprès d'adolescents ayant un TSA. Elle comporte deux objectifs. D'abord, elle a pour objectif de documenter les effets de l'approche *Résous!* sur : (a) le rendement des élèves, (b) leur sentiment de compétence, (c) leur attitude envers la résolution de problèmes mathématiques et (d) leurs connaissances des stratégies en résolution de problèmes mathématiques écrits. Dans un deuxième temps, elle consiste à explorer et à décrire l'appréciation des élèves quant à l'utilisation de l'approche *Résous!*. Les résultats de la recherche sont présentés dans l'article constituant le deuxième chapitre de cet essai.

La présente section de cet essai doctoral comporte, en premier lieu, une synthèse des principaux résultats obtenus lors de la mise à l'essai de *Résous!*. Par la suite, les résultats obtenus sont discutés afin de faire ressortir les principales contributions de cette recherche et de mettre en évidence les implications pédagogiques qui en découlent pour le milieu scolaire. Les limites de la présente recherche seront ensuite abordées et des propositions pour des études futures seront posées. Enfin, une brève conclusion permettra de clore le troisième chapitre de cet essai doctoral.

3.1 Principaux résultats

En ce qui concerne le premier objectif, qui documente les effets de l'approche *Résous!* à l'intérieur d'un contexte de classe spécialisée au secondaire, les résultats n'indiquent pas de différence statistiquement significative entre le rendement des élèves au prétest, leur rendement obtenu durant l'intervention et leur rendement au post-test effectué deux semaines suivant la fin de l'intervention. Visuellement, une tendance à la baisse est néanmoins observée au fil des semaines et une différence significative et négative est présente entre le résultat au prétest et le résultat obtenu au post-test effectué cinq semaines après l'intervention. L'analyse qualitative des travaux des élèves permet d'expliquer cette baisse de résultats par le non maintien de l'utilisation des stratégies de *Résous!* à la suite de l'enseignement explicite de l'approche, ainsi que par leur difficulté à effectuer les 10 résolutions de problèmes mathématiques à l'intérieur de la limite de temps établie à 60 minutes. Ces résultats concordent avec ceux obtenus par

Schaefer Whitby (2013) lors de la première étude de *Solve it!* effectuée auprès de trois adolescents ayant un TSA puisque ceux-ci n'ont pas complètement maintenu l'utilisation des stratégies 4,5 semaines après l'intervention.

Ensuite, les résultats indiquent que l'approche *Résous!* améliore significativement les connaissances des élèves à l'égard des stratégies à utiliser à l'intérieur de résolutions de problèmes mathématiques écrits. Aucun effet significatif de l'approche n'a été trouvé quant au sentiment de compétence et à l'attitude des élèves. Toutefois, des tailles d'effet petite à moyenne sont ressorties de l'analyse des résultats et indiquent tout de même un certain effet de l'intervention sur ces deux variables.

En ce qui a trait au deuxième objectif, la majorité des élèves mentionne avoir apprécié l'approche *Résous!* puisque cela les a aidé à s'organiser plus efficacement dans le processus de résolution de problèmes et à mieux comprendre les textes. Cependant, le tiers des élèves rapportent ne pas avoir jugé l'approche utile. Les raisons principales du désintérêt des élèves concernent : (a) le temps important devant être consacré à l'approche afin d'accomplir chacune des étapes, (b) certaines étapes jugées inutiles (p. ex., *Hypothèse* et *Estimation*) ainsi que (c) la complexité du processus.

3.2 Discussion générale

Certains résultats obtenus concernant le rendement des élèves ayant un TSA à la suite de l'application de l'approche *Résous!* sont contradictoires avec ceux obtenus dans les études d'intervention précédemment effectuées à l'aide de la même méthode en contexte de classe ordinaire auprès de différentes clientèles d'élèves, dont les élèves ayant un TSA (Krawec et al., 2012; Montague et al., 2014; Schaefer Whitby, 2013). Différentes hypothèses sont émises quant à l'obtention de ce résultat, notamment les influences du contexte d'enseignement en classe spécialisée et de la motivation sur les apprentissages.

3.2.1 L'enseignement en classe spécialisée : privilégier la différenciation

L'une des principales contributions de cet essai est de faire ressortir la singularité de l'enseignement au sein des classes spécialisées, incluant celles pour les élèves ayant un TSA. L'enseignement spécialisé, comme son nom le suggère, est une spécialisation de l'enseignement offerte aux élèves ayant des besoins particuliers (Zigmond et Kloo, 2011). En ce qui concerne les élèves ayant un TSA, un consensus existe au sein de la littérature scientifique au sujet de l'hétérogénéité de la présentation des symptômes et du fonctionnement cognitif de ces élèves (Jeste et al., 2014; Martinez-Murcia, 2017). Par ailleurs, la notion

de spectre autistique, utilisée depuis la parution du DSM-5 pour définir ce trouble, illustre bien la notion d'hétérogénéité inhérente au TSA (APA, 2015). Or, comme le souligne Moudon (2015), la gestion d'une classe hétérogène nécessite une connaissance approfondie des besoins de chaque élève et comporte ainsi des enjeux pédagogiques importants pour l'enseignant, notamment dans l'analyse des besoins de chacun des élèves. La différenciation pédagogique est ainsi d'autant plus importante au sein des classes spécialisées et elle est d'ailleurs utilisée davantage par les enseignants de ces classes que par les enseignants des classes ordinaires (Lindner et al., 2021). Cette approche didactique vise à la préparation préalable des méthodes d'enseignement et des contenus à enseigner afin que ceux-ci soient accessibles et compréhensibles pour chacun des élèves (Parsons et al., 2018; Suprayogi et al., 2017; Tomlinson, 2014). Étant donné l'hétérogénéité des capacités d'apprentissage chez les élèves ayant un TSA (Audras-Torrent et al., 2021; Bernard et al., 2016; Nader et al., 2015), il importe ainsi que les enseignants œuvrant auprès de ces élèves utilisent des méthodes différenciées et probantes dans la planification de leur enseignement. À cet effet, Steinbrenner et al. (2020) ont produit un rapport pour le *National Clearing House on Autism Evidence and Practice* (NCAEP) relevant différentes pratiques jugées probantes à utiliser auprès des élèves ayant un TSA à la suite d'une revue de littérature exhaustive. Les méthodes pédagogiques à utiliser auprès d'adolescents ayant un TSA qui sont ainsi ressorties de ce rapport sont les suivantes : (a) les interventions basées sur les antécédents, (b) l'enseignement par essais discrets, (c) le modelage, (d) l'enseignement et les interventions par les pairs, (e) les incitations, (f) les renforcements, (g) l'analyse des tâches, (h) l'enseignement et les interventions assistés par la technologie, (i) le temps d'attente, (j) les modèles vidéo et (k) les soutiens visuels. De plus, l'enseignement basé sur les schémas est indiqué comme une pratique ayant quelques preuves scientifiques selon les articles analysés (NCAEP, 2020). L'Annexe 2 contient un tableau présentant les définitions de chacune de ces interventions probantes.

La présente recherche portant sur *Résous!* est la première à avoir été effectuée dans un contexte de classe spécialisée au secondaire pour les élèves ayant un TSA et elle apporte ainsi un éclairage intéressant sur les principes d'enseignement à utiliser à l'intérieur de ce type de classe. Elle permet, entre autres, d'appuyer l'importance de la différenciation pédagogique auprès de ces élèves. En effet, les élèves sélectionnés pour la présente étude ne font pas exception à l'hétérogénéité habituellement observée dans les classes spécialisées pour les élèves ayant un TSA puisque leur âge (*Min* = 13, *Max* = 18), leur niveau scolaire en mathématiques (*Min* = 1^{re} secondaire, *Max* = 4^e secondaire) et leur résultat scolaire en résolution de problèmes mathématiques (*Min* = 45 %, *Max* = 94 %) varient considérablement. En regard à l'importance de la différenciation pédagogique, il ressort de la présente recherche que le cadre d'enseignement de

l'approche *Résous!* (Schaefer Whitby, 2018/sous presse) s'avère important à respecter puisqu'il permet une évaluation initiale du niveau et des besoins de chacun des élèves par l'utilisation d'un prétest. Ce cadre d'enseignement suggère d'enseigner l'approche aux seuls élèves réussissant sept problèmes sur 10 ou moins au prétest, de même qu'à ceux qui ne font pas preuve de suffisamment de connaissances des stratégies en résolution de problèmes. Toutefois, par égard aux recommandations éthiques émises pour la présente recherche, tous les élèves de la classe sélectionnée ont participé à l'enseignement de *Résous!*, alors que plusieurs élèves ont réussi plus de sept problèmes sur 10 au prétest ($n = 7$). Cette façon de procéder ne correspond pas aux prémisses de la différenciation pédagogique et peut être considérée comme une cause de la baisse de motivation des élèves observées au cours de l'enseignement de l'approche.

3.2.1.1 Recommandations pour favoriser la différenciation pédagogique dans l'utilisation de l'approche *Résous!*

Afin de respecter le principe didactique de différenciation pédagogique dans l'utilisation de *Résous!* au sein d'une classe spécialisée, différentes propositions sont émises. D'abord, la formation de sous-groupes d'élèves démontrant des habiletés similaires apparaît plus prometteuse que l'enseignement en groupe-classe pour l'utilisation de méthodes telles que *Résous!*. D'ailleurs, un ratio d'un enseignant pour un à trois élèves permet une meilleure réussite des élèves (Vaughn et al., 2003). Pour ce faire, l'hétérogénéité des classes spécialisées peut également être mise à profit en utilisant l'approche probante d'enseignement par les pairs (NCAEP, 2020). Il serait également intéressant de favoriser l'inclusion scolaire dans les écoles ordinaires en effectuant des jumelages entre des élèves performants des classes ordinaires et des élèves en difficultés des classes spécialisées.

Ensuite, concernant la différenciation pédagogique, le ministère de l'Éducation de l'Ontario (MEO) a produit un document regroupant des pratiques pédagogiques à utiliser auprès des élèves ayant un TSA, lesquelles incluent la différenciation pédagogique (MEO, 2007). Le tableau 3.1 contient des exemples d'éléments pouvant être adaptés afin de répondre aux besoins individuels de ces élèves. La production d'un document similaire par le ministère de l'Éducation du Québec serait d'ailleurs importante afin de soutenir les enseignants dans la mise en place d'un enseignement différencié auprès des élèves ayant un TSA.

Tableau 3.1 Exemples de différenciation pédagogique

Éléments qui peuvent être modifiés pour différencier les activités d'apprentissage	Exemples de différenciation pour les élèves ayant un TSA
Groupes d'élèves	Former des groupes d'élèves ayant des capacités similaires ou des groupes d'élèves ayant des capacités diverses. Diviser les groupes selon des intérêts similaires. Définir clairement le rôle de chaque élève dans le groupe (p. ex., preneur de notes, artiste).
Activités d'enseignement	Étayer l'information verbale au moyen de supports visuels. Inclure des renseignements explicites (ou directs). Permettre aux élèves de s'exercer et de répéter.
Niveau et type de soutien fourni à l'élève	Inclure des tâches auxquelles l'élève peut participer ou effectuer seul. Donner aux élèves la possibilité d'aider leurs camarades en organisant des activités en petits groupes. Fournir une plus grande assistance selon les besoins.
Tâches (durée, types)	Modifier ou prolonger le temps d'exécution des tâches pour que les élèves puissent y participer ou les exécuter. Fractionner une activité en petites étapes (p. ex., une activité de 45 minutes peut être divisée en plusieurs petites étapes). Encourager l'emploi de la technologie pour réaliser certaines tâches (p. ex., utiliser le clavier pour les tâches écrites).
Matériel et ressources	Apparier le matériel et les ressources au niveau de préparation des élèves, à leurs intérêts et à leur profil d'apprentissage (p. ex., un élève passionné de voitures peut collecter des données sur des véhicules dans un parc de stationnement et inscrire les résultats sur un graphique).
Activités d'évaluation	Donner aux élèves plusieurs occasions et moyens de démontrer leur apprentissage. Diversifier les tâches écrites, par exemple, au moyen de dessins, d'activités à compléter, de questions à choix multiples, montrer du doigt les réponses correctes, utiliser le système Scribe. Inclure des supports visuels (p. ex., organisateurs graphiques, mots-clés surlignés).

Note. Extrait de MEO, 2007, p.43

Enfin, le manuel d'enseignement de *Résous!* pour les élèves ayant un TSA a été rédigé à la suite d'une seule étude d'intervention effectuée auprès de trois élèves ayant un TSA (Schafer Whitby, 2013). Les résultats obtenus subséquemment à la présente étude permettent de penser que des modifications pourraient être apportées à l'approche afin qu'elle soit mieux adaptée aux particularités des élèves ayant un TSA et qu'elle puisse ainsi favoriser une meilleure différenciation pédagogique. À l'instar des modifications apportées par Coughlin (2011) pour les enfants souffrant d'un Spina-Bifida, les propos des élèves indiquent que l'étape *Estimation* pourrait être retirée des stratégies cognitives à mettre en place.

Effectuer une estimation requiert une grande part de flexibilité mentale, en plus d'être un processus abstrait, et il est reconnu que les élèves ayant un TSA éprouvent de la difficulté à traiter les informations abstraites, telles que les estimations, en plus de fréquemment présenter un déficit sur le plan de la flexibilité mentale (Yeung et al., 2016). Cette étape était d'ailleurs peu appréciée ou comprise par les élèves de la présente étude. Ensuite, bien que la flexibilité soit importante à développer pour le traitement des problèmes mathématiques (MEES, 2019), celle-ci peut être développée à partir d'autres étapes de *Résous!*, telles que l'*Hypothèse*, laquelle demande à l'élève d'effectuer le plan de sa démarche. Pour cette raison, cette étape demeure importante à conserver, bien que certains élèves l'aient trouvée superflue. Celle-ci permet d'ailleurs de les amener à laisser des traces de leur démarche, ce qui correspond à un critère d'évaluation de la compétence *Résoudre une situation-problème* dans le PFEQ pour l'enseignement secondaire (MEQ, 2006).

De plus, pour plusieurs raisons, quelques élèves n'ont pas réussi à terminer les résolutions de problèmes dans le temps permis de 60 minutes. À cet égard, il est important de réitérer les habiletés cognitives fortement hétérogènes des élèves ayant un TSA, dont leur vitesse de traitement de l'information (Audras-Torrent et al., 2021; Bernard et al., 2016; Nader et al., 2015). Celle-ci a été observée comme étant plus lente dans certaines études (Audras-Torrent et al., 2021; Mayes et Calhoun, 2008; Oliveras-Rentas et al., 2012). Pour cette raison, il apparaît important de respecter le rythme de chacun des élèves et de supprimer la limite de temps imposée pour la résolution des problèmes mathématiques dans les futures recherches portant sur l'approche *Résous!*. Afin de juger du rendement des élèves, tout en prenant en considération leur vitesse variable de traitement des informations, il est suggéré que les enseignants visent une amélioration individuelle de la vitesse de chacun des élèves.

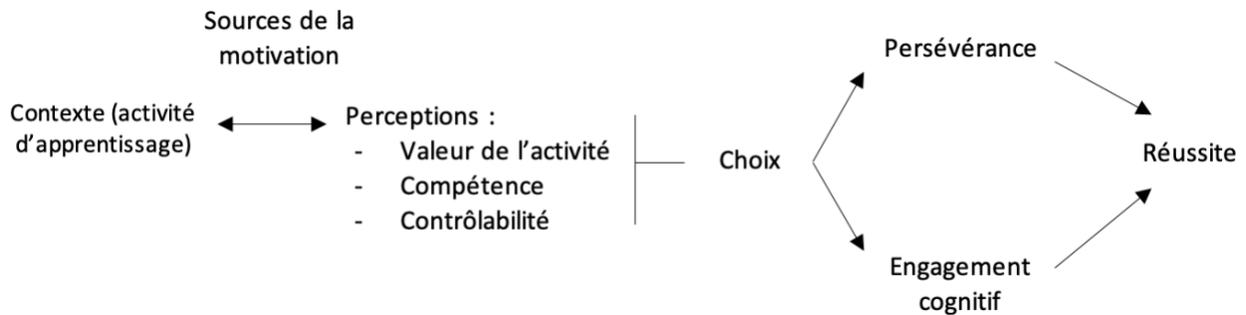
Par ailleurs, puisque les élèves de la présente étude ont éprouvé de la difficulté à maintenir l'utilisation des stratégies de *Résous!*, à l'instar des élèves de l'étude de Schaefer Whitby (2013), il apparaît nécessaire de prolonger la période d'enseignement explicite de *Résous!* ou de prévoir des séances de rappels des stratégies à intervalles réguliers à la suite de la fin de l'enseignement.

3.2.2 La motivation : composante essentielle aux apprentissages

L'appréciation mitigée de l'approche *Résous!* par les élèves apparaît directement reliée à la lourdeur et à la complexité ajoutées du processus de résolution de problèmes de l'approche, lesquelles ont affecté négativement la motivation des élèves. En effet, l'appréciation de l'approche peut être associée à la valeur

accordée à une tâche par les élèves, laquelle est une composante essentielle de la motivation dans les apprentissages (Figure 3.1).

Figure 3.1 La dynamique motivationnelle



Note. Extrait de Viau (2009).

Ainsi, si l'obligation d'utiliser l'approche *Résous!* entraîne une dynamique motivationnelle négative chez les élèves, ceux-ci pensent que l'approche est inutile et ne lui accorde aucune valeur. Les élèves n'effectuent donc pas le choix de persévérer dans la tâche, ce qui entraîne une diminution des résultats, comme observée dans la présente recherche. L'importance de la valeur accordée à la tâche ou aux apprentissages sur le rendement ultérieur en mathématiques d'élèves de première secondaire est notamment montrée par l'étude de Plante et al. (2022).

D'autre part, Rousseau et Bergeron (2017) ont effectué une recherche auprès d'élèves du secondaire ayant un développement typique et suivant le *Programme de formation axée sur l'emploi*, lequel est utilisé dans des classes spécialisées. Ils mentionnent que la redondance des activités d'apprentissages n'engendre que peu de motivation de la part des élèves et que les activités proposées ne provoquent pas de plaisir d'apprendre. Ainsi, peu importe la qualité et l'efficacité de l'approche d'enseignement utilisée, si celle-ci ne suscite pas de plaisir d'apprendre chez les élèves, elle n'aura incidemment que peu d'effets sur leurs apprentissages.

Finalement, par rapport à la motivation scolaire, il importe aussi d'aborder le concept de la zone proximale de développement (ZPD). Ce concept Vygotskien est défini par la différence entre (a) le niveau de

résolution de problème atteint sous la direction et avec l'aide d'un adulte et (b) le niveau atteint seul (Vygotski, 1934/2012). Ainsi, les problèmes mathématiques présentés aux élèves doivent se situer à l'intérieur de leur zone proximale de développement afin qu'ils puissent utiliser les outils mathématiques qu'ils possèdent pour les utiliser et que ces problèmes représentent un défi suffisant pour stimuler le plaisir d'apprendre (MEES, 2019). Compte tenu du fait que la majorité des élèves ont réussi sept problèmes sur 10 ou plus lors du prétest, il est possible d'inférer que les problèmes contenus dans le matériel de *Résous!* ne représentaient pas un défi suffisant pour les élèves de l'étude et que cela a eu des répercussions sur leur motivation à compléter les activités. Ceci permet de réitérer l'importance de l'évaluation à priori des habiletés individuelles des élèves en contexte de classe spécialisée pour orienter les actions des enseignants à l'égard de l'activité mathématique (MEES, 2019), et ce, puisque chaque élève présente des capacités et des besoins différents, comme observé dans le cadre de la présente recherche. À cet effet, l'approche *Résous!* permet d'utiliser des problèmes mathématiques tirés à même le curriculum de l'élève, ce qui permet aux enseignants de l'adapter pour correspondre à la ZPD des élèves (Schaefer Whitby/Sous presse, 2018).

3.2.2.1 Favoriser la motivation des élèves ayant un TSA

De nombreuses recherches montrent que l'utilisation des intérêts spécifiques des élèves ayant un TSA favorise significativement leur engagement dans leurs apprentissages (Gunn et Butt, 2016; Mancil et Pearl, 2008; Meindl et al., 2020). Dans l'optique de rendre l'approche *Résous!* la plus efficace possible, il apparaît ainsi essentiel de sélectionner des activités de résolution de problèmes qui rejoignent les intérêts individuels des élèves ayant un TSA. Par ailleurs, dans une étude portant sur la mise à l'essai du programme multimédia d'apprentissage de la lecture *Alpha* chez des élèves ayant un TSA, étant âgés entre 9 et 13 ans, les auteurs observent une augmentation significative du plaisir d'apprendre chez ces élèves (Heimann et al., 1995). De plus, l'étude de Steinbrenner et al. (2020) considère les renforcements comme une méthode efficace à utiliser auprès des élèves ayant un TSA. Larkey et Adkins (2013) soulèvent d'ailleurs que ces élèves profitent de l'utilisation d'éléments motivateurs, comme les renforcements, pour apprendre les mathématiques. Elles proposent l'utilisation d'une feuille aide-mémoire afin d'identifier les activités que les élèves trouvent hautement motivantes et qu'ils choisiraient par eux-mêmes afin de les utiliser comme renforcement.

Par ailleurs, dans une revue de littérature, Meindl et al. (2020) identifient d'autres stratégies probantes pour augmenter la motivation des élèves ayant un TSA, soit : (a) proposer fréquemment des choix aux

élèves, (b) intercaler des tâches faciles et plus difficiles, puis (c) favoriser l'engagement actif des élèves par des réponses à voix haute. Cette dernière stratégie fait déjà partie intégrante de l'approche *Résous!*, mais il apparaît tout aussi important d'intégrer des choix de méthodes à proposer aux élèves, de même que d'intercaler des tâches faciles et difficiles en respect aux prémisses de la ZPD des élèves pour favoriser l'engagement cognitif. Les propos des élèves ayant un TSA, recueillis lors de la présente étude, sont tout à fait pertinents en lien avec la nécessité de leur proposer des choix, notamment pour remédier à l'imposition d'une méthode d'apprentissage à laquelle ils accordent peu de valeur et la trop grande facilité des exercices proposés pour certains d'entre eux. À cet effet, l'utilisation des méthodes probantes mentionnées par Steinbrenner et al. (2020) s'avère être une avenue intéressante et nécessaire dans une perspective de différenciation pédagogique.

3.3 Limites actuelles et perspectives futures

3.3.1 Formation offerte à l'enseignante

D'abord, dans certaines études d'interventions précédemment effectuées (Krawec et al., 2012; Montague et al., 2014), les enseignants sélectionnés ont participé à une formation de trois jours, contrairement à une formation d'une journée et demie offerte pour la présente recherche. Par ailleurs, le nombre d'enseignants assistant aux formations était beaucoup plus élevé dans chacune des autres études ($N = 24$ et $N = 16$, respectivement), ce qui peut allonger le temps de formation requis. Toutefois, les articles ne précisent pas davantage le contenu des formations et elles n'ont pas pu être répliquées dans le cadre de l'étude actuelle. De ce fait, il est impossible de contrôler la qualité de formation donnée et les répercussions de celle-ci sur l'enseignement de l'approche et le rendement des élèves. Dans le cadre des futures recherches en français portant sur *Résous!*, l'utilisation d'une traduction du manuel *Implementing Solve it!* (Montague, 2008) devrait être utilisée afin d'uniformiser l'ensemble des formations données aux enseignants et d'ainsi réduire les répercussions d'une possible variabilité dans la qualité des formations offertes.

3.3.2 Contrôle statistique de l'hétérogénéité des aptitudes des élèves

Dans le cadre du présent essai, aucune analyse statistique n'a été effectuée afin de prendre en considération l'hétérogénéité des habiletés antérieures des élèves. Ceci se serait avéré intéressant, afin de contrôler l'influence du niveau scolaire des élèves sur leur rendement, dans le cadre de l'utilisation de *Résous!*. Pour les études futures, il est suggéré de : (a) sélectionner des élèves ayant un rendement plus faible en mathématique pour vérifier l'hypothèse actuelle de l'effet négatif de la dynamique

motivationnelle des élèves,(b) utiliser un groupe témoin d'élèves ayant un développement typique afin de comparer les effets de l'approche sur ces deux groupes d'élèves et (c) contrôler différentes variables du rendement scolaire des élèves comme la compréhension de lecture.

3.3.3 Contexte de pandémie de COVID-19

Une autre limite concerne le contexte de la pandémie de COVID-19 durant lequel la présente étude a été effectuée. Afin de permettre aux enseignants de s'ajuster à cette nouvelle réalité en début d'année scolaire 2020-2021, la mise à l'essai de *Résous!* s'est effectuée entre mars et juin 2021, ce qui correspond à la mi- et à la fin d'année scolaire. Or, la valeur accordée aux mathématiques et l'engagement cognitif des élèves tendent à diminuer au fur et à mesure que l'année scolaire progresse (Claveau, 2006). Compte tenu de cela, il est suggéré que les futures études portant sur l'approche *Résous!* soient implantées dès le début de l'année scolaire.

CONCLUSION

En plus de la différenciation pédagogique, la conception universelle de l'apprentissage est une théorie qui doit également être prise en compte dans l'enseignement des mathématiques auprès d'une clientèle d'élèves ayant un TSA. Elle avance que la diversité des apprenants doit être considérée comme une norme, chacun construisant ses savoirs d'une façon qui lui est propre. Ces deux approches combinées fournissent une assise robuste et solide dans l'enseignement et l'évaluation des apprentissages auprès de tous les élèves. Toutes deux favorisent l'utilisation d'approches d'enseignement flexibles et adaptées aux besoins différenciés de chacun. Ainsi, en prenant en considération les principes de base de ces deux théories, les élèves évoluant en classe spécialisée au secondaire ne devraient pas se voir présenter une seule façon de faire ou méthode unique afin de résoudre des problèmes mathématiques. Au contraire, la présente recherche apporte un appui supplémentaire au besoin manifeste des élèves ayant un TSA de se voir proposer diverses façon de construire leur savoir-faire. À cet effet, l'approche *Résous!* devrait faire partie des moyens enseignés aux élèves, puisqu'elle intègre de nombreuses interventions pédagogiques probantes, mais elle ne devrait pas être exclusive. Il est essentiel que les enseignants en adaptation scolaire connaissent les différentes méthodes probantes à utiliser auprès des élèves ayant un TSA. Toutefois, actuellement, au Québec, il n'existe pas de documentation permettant aux enseignants de connaître rapidement et efficacement ces méthodes. Le *Référentiel d'intervention en mathématique* produit par le MEES (2019) constitue une base utile pour l'enseignement des mathématiques, mais il ne permet pas de prendre en considération les caractéristiques particulières des élèves ayant un TSA. Par ailleurs, la nouvelle formation en ligne créée par le MEQ (2022), en collaboration avec la TÉLUQ, exige de nombreuses heures de formation de la part du personnel enseignant et elle ne permet pas d'obtenir un aperçu rapide des méthodes d'intervention probantes à utiliser auprès de cette clientèle. Il s'avèrerait primordial de développer une plateforme de transmission des connaissances en enseignement afin que les enseignants puissent appliquer efficacement de telles méthodes appuyées par la recherche.

En somme, l'utilisation d'une pédagogie différenciée qui intègre la pratique de méthodes probantes révèle être la meilleure façon de répondre aux besoins hétérogènes des élèves ayant un TSA. Des facteurs intrinsèques (p. ex., habiletés cognitives, motivation, etc.) et extrinsèques (p. ex., méthodes d'enseignement utilisées, stratégies démontrées, etc.) à l'élève doivent être pris en considération afin de mettre en place les meilleures pratiques d'enseignement pour les élèves ayant un TSA.

ANNEXE A

Processus cognitifs et stratégies métacognitives *Résous!*: pour les élèves ayant un TSA (Schaefer Whitby, 2018/sous presse)

Étapes du processus	Stratégies métacognitives	Défis pour les élèves ayant un TSA	Soutien à l'enseignement
Lis (pour comprendre)	<p>Dire : Je lis le problème. Si je ne comprends pas, je relis.</p> <p>Questionner : Est-ce que j'ai lu et compris le problème ?</p> <p>Vérifier : Pour m'assurer que j'ai bien compris le problème.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Interprétation littérale des mots • Identification des indices du contexte pour trouver la signification des pronoms. • Synthétiser les détails pour comprendre l'idée principale. • Effectuer des inférences pour comprendre l'idée principale. 	<ul style="list-style-type: none"> • Démontrer par l'intermédiaire d'une réflexion à voix haute comment définir le sens des mots. • Enseigner le repérage anaphorique pour trouver la signification des pronoms. • Relever des indices contextuels qui aident à donner un sens au problème. • Dire à l'élève de penser à ce qu'il est en train de lire et à ce que cela représente dans sa tête (entamer le processus de visualisation).
Paraphrase (dans tes propres mots)	<p>Dire : Je souligne les informations importantes. Je mets le problème dans mes propres mots.</p> <p>Questionner : Est-ce que j'ai bien surligné l'information importante ? Quelle est la question ? Qu'est-ce que je cherche ?</p> <p>Vérifier : Que j'ai surligné les informations en lien avec la question.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Difficulté à générer de nouveaux mots pour paraphraser. • Souligner toutes les phrases. • Se montrer incapable de comprendre pourquoi des informations non pertinentes se trouvent dans le problème. • Répéter les mots exacts. • Citer les détails, mais sans déterminer le 	<ul style="list-style-type: none"> • Expliquer à l'élève qu'il y a souvent des détails dans l'énoncé du problème qui ne sont pas indispensables à sa résolution. • Demander aux élèves d'identifier les éléments sans importance et de les rayer. • Demander aux élèves de résumer le problème en une phrase.

		problème menant à la solution.	<ul style="list-style-type: none"> Utiliser une phrase commençant par : Le problème est...
<p>Visualise (une image ou un schéma)</p>	<p>Dire : Je fais un dessin ou un diagramme. Je montre la relation avec les parties du problème.</p> <p>Questionner : Est-ce que mon dessin représente bien le problème ?</p> <p>Vérifier : Que mon dessin est en lien avec les informations du problème.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Dessiner une représentation picturale au lieu d'une représentation schématique. Utiliser la même représentation schématique pour résoudre tous les types de problèmes. Créer une représentation qui ne relie pas les détails à la solution du problème. 	<ul style="list-style-type: none"> Montrer à l'élève comment connecter les détails nécessaires à la résolution du problème par l'intermédiaire de la représentation schématique. Présenter différents types de représentations schématiques afin que l'élève ne reste pas bloquer avec une seule représentation pour tous les problèmes. Utiliser la technique concret-figuratif-abstrait pour aider les élèves à voir les liens.
<p>Formule une hypothèse (élabore un plan pour résoudre le problème)</p>	<p>Dire : Je décide des étapes et des opérations nécessaires pour résoudre le problème. J'écris les symboles des opérations nécessaires.</p> <p>Questionner : Si je fais..., quel résultat vais-je obtenir ? Si je fais..., que dois-je faire ensuite ? Combien d'étapes sont nécessaires ? De quelles opérations ai-je besoin pour résoudre le problème? Ai-je énuméré les opérations dans l'ordre?</p>	<ul style="list-style-type: none"> Lister les étapes dans le désordre. Oublier certaines étapes à mesure que le problème devient plus complexe. 	<ul style="list-style-type: none"> Utiliser une phrase commençant par : « Premièrement je vais, ____, puis je vais ____, etc. » Lister les opérations au fur et à mesure que l'élève complète la phrase. Demander à l'élève d'écrire les symboles des opérations dans l'ordre. Les élèves peuvent alors utiliser les étapes pour guider leurs calculs.

	<p>Vérifier : Je vérifie mon plan. Est-il logique?</p>		
<p>Estime (prédis la réponse)</p>	<p>Dire : J'arrondis le nombre vers le haut ou vers le bas. Je résous le problème dans ma tête. J'écris mon estimation.</p> <p>Questionner : Est-ce que j'ai arrondi les nombres vers le haut ou vers le bas? Est-ce que j'ai écrit mon estimation?</p> <p>Vérifier : Que j'ai utilisé les informations importantes. Que j'ai suivi toutes les étapes.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Avoir du mal à comprendre pourquoi estimer peut aider au lieu d'utiliser les chiffres exacts. • Redonner les chiffres exacts. • Arrondir à l'unité. 	<ul style="list-style-type: none"> • Intégrer une règle concernant les estimations « afin de définir une fourchette de vérification, vous devez arrondir vers le haut ou vers le bas à _____. » • Montrer divers exemples d'estimation.
<p>Calcule (effectue les opérations arithmétique)</p>	<p>Dire : Je fais les opérations dans le bon ordre.</p> <p>Questionner : Est-ce que j'ai suivi chaque étape? Est-ce que ma réponse est comparable à mon estimation ? Est-ce que ma réponse a du sens ? Est-ce que les décimales et les symboles d'unités sont à la bonne place ?</p> <p>Vérifier : Que j'ai effectué toutes les opérations dans le bon ordre.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Effectuer les opérations dans le bon ordre. • Comprendre que c'est correct lorsque les nombres sont différents de l'estimation. • Suivre leur progression dans les problèmes comprenant plusieurs étapes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Dire aux élèves d'utiliser leur hypothèse et de vérifier chaque étape au fur et à mesure qu'ils l'exécutent.
<p>Vérifie (assure-toi que tout est exact)</p>	<p>Dire : Je relis le problème. Je vérifie le plan pour m'assurer qu'il est correct.</p> <p>Questionner : Est-ce que j'ai vérifié toutes les</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Refaire le problème entièrement. • Sauter cette étape quand ils savent que tout est fait correctement. 	<ul style="list-style-type: none"> • Demander aux élèves de comparer par rapport à l'estimation et leur donner une fourchette pour qu'ils aient l'assurance que

	<p>étapes ? Est-ce que j'ai vérifié les calculs ? Est-ce que ma réponse est bonne ?</p> <p>Vérifier : Que tout est correct. Sinon, je reviens en arrière. Je demande de l'aide au besoin.</p>		<p>le problème est correct.</p> <ul style="list-style-type: none">• Vérifier deux fois l'hypothèse et s'assurer qu'ils ont terminé et vérifié chaque étape.
--	--	--	---

ANNEXE B

Méthodes pédagogiques jugées probantes auprès des adolescents ayant un TSA (Steinbrenner et al., 2020)

Méthodes probantes	Description
Intervention basée sur les antécédents	<p>Les interventions basées sur les antécédents (IBA) comprennent une variété de modifications apportées à l'environnement/contexte dans le but de changer ou de façonner le comportement d'un apprenant. Les interventions basées sur les antécédents sont généralement mises en œuvre après une évaluation fonctionnelle du comportement qui peut aider à identifier la fonction d'un comportement perturbateur ainsi que les conditions environnementales qui peuvent être liées à un comportement au fil du temps. Une fois que les facteurs environnementaux susceptibles de renforcer le comportement perturbateur ont été identifiés, les IBA sont mises en œuvre pour modifier l'environnement ou l'activité de manière à ce que le facteur ne suscite plus le comportement perturbateur. En plus de cibler les comportements difficiles, l'IBA peut également être utilisée pour augmenter l'occurrence des habiletés ou des comportements souhaités. Les procédures IBA les plus courantes sont les suivantes 1) la modification des activités, du matériel ou des horaires pédagogiques, 2) l'intégration du choix de l'apprenant dans les activités et le matériel, 3) la préparation préalable des apprenants aux activités à venir, 4) la variation du format, du niveau de difficulté ou de l'ordre d'enseignement pendant les activités pédagogiques, 5) l'enrichissement de l'environnement pour fournir des indices supplémentaires ou l'accès à du matériel supplémentaire, et 6) la modification des horaires et de la distribution des messages d'encouragement et de renforcement. Les stratégies d'IBA sont souvent utilisées en conjonction avec d'autres pratiques fondées sur des preuves, telles que la formation à la communication fonctionnelle, l'extinction et le renforcement.</p>
Interventions cognitivo-comportementales/pédagogiques	<p>Les interventions basées sur les stratégies cognitives, comportementales et pédagogiques (SCCP) reposent sur l'idée que l'apprentissage et le comportement sont influencés par les processus cognitifs. Les apprenants apprennent à examiner leurs propres pensées et émotions, puis à utiliser des stratégies étape par étape pour changer leur façon de penser, leur comportement et leur conscience de soi. Ces interventions peuvent être utilisées avec les apprenants qui présentent un comportement problématique lié à des émotions ou des sentiments spécifiques, tels que la colère ou l'anxiété (par exemple, la thérapie cognitivo-comportementale). Ces interventions peuvent également être utilisées pour aider les apprenants à acquérir des habiletés sociales et académiques grâce à l'enseignement explicite de stratégies d'apprentissage. Les interventions SCCP sont souvent utilisées en conjonction avec d'autres pratiques fondées sur des preuves, notamment la modélisation, les supports visuels, l'incitation, le renforcement,</p>

	les récits sociaux, l'instruction et les interventions basées sur les pairs et les interventions mises en œuvre par les parents.
Enseignement par essais discrets	L'enseignement par essais discrets (EED) est une approche pédagogique individuelle (le plus souvent) utilisée pour enseigner des habiletés de manière planifiée, contrôlée et systématique. L'entraînement par essais discrets se caractérise par des essais répétés, ou en masse, qui ont un début et une fin bien définis. Dans le cadre de l'EED, l'utilisation des antécédents et des conséquences est soigneusement planifiée et mise en œuvre. L'essai pédagogique commence lorsque l'enseignant présente une direction ou un stimulus clair, qui suscite un comportement cible. Des félicitations positives et/ou des récompenses tangibles sont utilisées pour renforcer les habiletés ou les comportements souhaités. Des données sont généralement collectées à chaque essai. Parmi les autres pratiques utilisées dans le cadre de l'EED figurent l'analyse des tâches, l'incitation, le délai et le renforcement.
Modelage	Le modelage (MD) implique la démonstration d'un comportement cible désiré qui entraîne l'utilisation du comportement par l'apprenant et qui conduit à l'acquisition du comportement cible. Ainsi, l'apprenant acquiert une habileté ciblée par le biais d'un apprentissage par observation. La MD est souvent combinée à d'autres stratégies telles que l'incitation et le renforcement.
Intervention et enseignement par les pairs	Dans le cadre de l'instruction et de l'intervention par les pairs (IIBP), l'interaction sociale entre pairs est la caractéristique déterminante de l'intervention. Le plus souvent, mais pas toujours, le pair de l'apprenant est un enfant du même âge ayant un développement typique. Il existe deux types d'IIBP, qui se caractérisent par le rôle du pair et de l'enseignant. Dans l'enseignement et les interventions médiées par les pairs (EIMP), le pair reçoit une formation et possiblement un accompagnement de la part d'un adulte (par exemple, un enseignant, un clinicien) pour effectuer des initiatives sociales ou donner des instructions d'une manière qui soutienne l'objectif d'apprentissage de l'apprenant ayant un TSA. Dans une variante de cette approche, un frère ou une sœur de l'apprenant peut jouer le rôle de pair (par exemple, intervention avec médiation par la fratrie), mais les procédures sont les mêmes. Dans l'instruction et les interventions médiées par l'adulte (IIMA), l'enseignant ou d'autres adultes organisent l'environnement social (par exemple, en rapprochant les enfants) et encadrent, incitent ou renforcent l'apprenant et le pair pour qu'ils s'engagent dans l'interaction sociale.
Incitation	Les procédures d'incitation (PP) comprennent le soutien apporté aux apprenants pour les aider à utiliser une habileté spécifique. Une aide verbale, gestuelle ou physique est apportée aux apprenants pour les aider à acquérir ou à s'engager dans un comportement ou une habileté ciblée. Les incitations sont généralement données par un adulte ou un pair avant ou pendant que l'apprenant tente d'utiliser une habileté. Ces procédures sont souvent utilisées en conjonction avec d'autres pratiques fondées sur des preuves, notamment le délai et le renforcement, ou font partie de protocoles pour l'utilisation d'autres

	pratiques fondées sur des preuves, telles que l'apprentissage des aptitudes sociales, l'enseignement par essais discrets et la modélisation vidéo.
Renforcements	Le renforcement (R) est l'application de conséquences après l'acquisition d'une habileté ou d'un comportement qui augmente l'utilisation par l'apprenant de cette habileté ou de ce comportement dans des situations futures. Le renforcement comprend le renforcement positif, le renforcement négatif (différent de la punition), le renforcement non-contingent et l'économie de jetons. Le renforcement est une pratique fondamentale fondée sur des données probantes en ce sens qu'il est presque toujours utilisé avec d'autres pratiques fondées sur des données probantes, notamment l'incitation, l'enseignement par essais discrets, la formation à la communication fonctionnelle et l'intervention naturaliste.
Analyse des tâches	L'analyse des tâches (AT) est le processus de décomposition d'une habileté comportementale complexe en une séquence d'éléments plus petits afin d'enseigner cette habileté. On peut enseigner à l'apprenant à exécuter les différentes étapes de la séquence progressivement jusqu'à ce qu'il maîtrise l'ensemble du comportement ou de la tâche (également appelé « enchaînement vers l'avant »), ou on peut enseigner à l'apprenant à exécuter les différentes étapes en commençant par la dernière étape et en remontant progressivement le long de la séquence jusqu'à ce qu'il maîtrise l'ensemble de la tâche depuis le début (enchaînement à rebours). L'AT peut également être utilisée pour présenter à l'apprenant une tâche complète en une seule fois, avec des étapes claires sur la manière de réaliser l'habileté du début à la fin. D'autres pratiques, telles que le renforcement, la modélisation vidéo ou le délai, doivent être utilisées pour faciliter l'apprentissage des petites étapes. Au fur et à mesure que les petites étapes sont maîtrisées, l'apprenant devient plus indépendant dans sa capacité à réaliser l'ensemble de l'habileté attendue.
Intervention et enseignement assisté par la technologie	Les interventions et l'enseignement assistés par la technologie (IEAT) sont ceux dans lesquels la technologie est l'élément central d'une intervention. Étant donné l'augmentation rapide de l'inclusion de la technologie dans les interventions, cette base de données probantes est ciblée pour inclure la technologie qui est spécifiquement conçue ou employée pour soutenir l'apprentissage ou la performance d'un comportement ou d'une habileté pour un apprenant. Les interventions qui utilisent une forme plus générale de technologie pour mettre en œuvre une méthode alternative (par exemple, l'affichage d'un support visuel sur un appareil mobile, la modélisation vidéo, une alarme sur un téléphone dans le cadre de l'autogestion) ne sont pas incluses dans cette base de données. Les IEAT comprennent des technologies telles que les robots, les logiciels informatiques ou en ligne, les applications pour appareils et les réseaux virtuels. Les caractéristiques communes de ces interventions sont la technologie elle-même (comme indiqué) et les procédures pédagogiques pour apprendre à utiliser la technologie ou soutenir son utilisation dans des contextes appropriés.

	<p>- Interventions manuelles répondant aux critères : Logiciel MindReading, logiciel FaceSayTM (Symbionica, LLC)</p> <p>- Remarque : la communication améliorée et alternative (CAA) qui intègre la technologie fait partie de la base de données probantes pour la CAA et non pour le IEAT.</p>
Délai d'attente	<p>La temporisation (TD) est une pratique utilisée pour estomper systématiquement l'utilisation de messages-guides pendant les activités d'enseignement. Cette procédure prévoit un bref délai entre l'instruction initiale et toute instruction ou incitation supplémentaire. Les recherches fondées sur des données probantes se concentrent sur deux types de procédures de temporisation : progressive et constante.</p> <p>de procédures de temporisation : progressives et constantes. Dans le cas d'un délai progressif, le praticien augmente graduellement le temps d'attente entre une instruction et toute incitation susceptible d'être utilisée pour susciter une réponse de la part de l'apprenant. Au fur et à mesure que l'apprenant devient plus compétent dans l'utilisation de l'habileté, la formatrice augmente progressivement le temps d'attente entre l'instruction et l'incitation. Dans le cas d'une temporisation constante, un temps fixe est toujours utilisé entre l'instruction et l'invite au fur et à mesure que l'apprenant devient plus compétent dans l'utilisation de la nouvelle habileté. Le délai est toujours utilisé en conjonction avec une procédure d'incitation (par exemple, l'incitation la moins fréquente, l'incitation simultanée, l'orientation graduelle).</p>
Modélisation vidéo	<p>La modélisation vidéo est une méthode d'enseignement qui utilise la technologie vidéo pour enregistrer et montrer une démonstration du comportement ou de l'habileté ciblée. La démonstration est montrée à l'apprenant, qui a alors l'occasion d'exécuter le comportement cible sur le moment ou ultérieurement. Les types de modélisation vidéo comprennent l'adulte ou le pair en tant que modèle vidéo, l'auto-modélisation vidéo, la modélisation vidéo du point de vue, l'incitation vidéo et le retour d'information vidéo. La modélisation vidéo est souvent utilisée avec d'autres pratiques jugées probantes telles que l'analyse des tâches, l'incitation et les stratégies de renforcement.</p>
Supports visuels	<p>Les supports visuels sont des indices concrets qui fournissent des informations sur une activité, une routine ou une attente ou qui soutiennent la démonstration d'une habileté. Les supports visuels sont souvent combinés à d'autres pratiques telles que l'incitation et le renforcement, et ils sont également intégrés dans de nombreuses interventions plus complexes ou groupées. Parmi les supports visuels courants, on peut citer les calendriers visuels, les calendriers d'activités, les systèmes de travail, les organisateurs graphiques, les indices visuels et les scripts.</p>

Méthode avec quelques preuves	
Enseignement basé sur les schémas	Non spécifiée dans le document original. Référence : Rockwell, S. B., Griffin, C. C., et Jones, H. A. (2011). Schema-based strategy instruction in mathematics and the word problem-solving performance of a student with autism. <i>Focus on Autism and Other Developmental Disabilities</i> , 26(2), 87-95. https://doi.org/10.1177/1088357611405039

ANNEXE C

Bibliographie annotée des études d'intervention de Solve it! (Schafer Whitby, 2018/sous presse)

Le programme de résolutions de problèmes mathématiques **Solve it!** a été évalué et validé à la fois par l'intermédiaire d'études de cas unique et d'essais contrôlés randomisés. Cette bibliographie annotée rapporte les études qui ont permis d'établir la base de recherche.

Chung, K.K.H., et Tam, T.H. (2005). Effects of cognitive-based instruction on mathematical problem solving by learners with mild intellectual disabilities. *Journal of Intellectual and Developmental Disabilities, 30(4), 207-216*

Chung et Tam ont évalué l'efficacité de trois méthodes d'enseignement de résolution de problèmes mathématiques auprès d'élèves du premier cycle du secondaire présentant une déficience intellectuelle légère (QI = 55-70). Les méthodes comprenaient l'enseignement traditionnel, l'enseignement à partir d'exemples concrets et l'enseignement de stratégies cognitives. L'enseignement des stratégies cognitives a été spécialement adapté pour le programme. Les différentes étapes proposées pour l'enseignement des stratégies cognitives comprenaient : lire, sélectionner, dessiner, écrire et vérifier. Les étapes des stratégies cognitives sont identiques à celles du programme **Solve it!** de Montague. Dans le cadre de leur recherche, Chung et Tam ont utilisé un modèle expérimental intersujet pour déterminer l'efficacité des exemples de résolution de problèmes mathématiques, et ce, de façon immédiate et différée.

Les résultats de l'étude ont indiqué que les élèves présentant une déficience intellectuelle ayant reçu un enseignement basé sur les stratégies cognitives réussissaient mieux que les élèves présentant une déficience intellectuelle ayant reçu un enseignement traditionnel. Les données rapportaient que les stratégies cognitives utilisées lors de la résolution de problèmes mathématiques peuvent être adaptées selon les besoins d'une population donnée et que l'enseignement de stratégies cognitives auprès d'élèves ayant une déficience intellectuelle légère est efficace.

Coughlin, J., et Montague, M. (2010). The effects of cognitive strategy instruction on the mathematical problem solving of adolescents with spina bifida. *Journal of Special Education, 45(3), 171-183. doi: 10.1177\0022466910363913*

Coughlin et Montague ont étudié les effets de la version modifiée du programme **Solve it!** auprès d'élèves atteints de spina bifida. Lors de cette étude, une méthode expérimentale intersujet et à niveau de base multiple a été employée. Coughlin et Montague ont retiré les problèmes requérant des processus d'estimation pour ne garder que les problèmes à une seule étape.

Tous les élèves ont atteint les objectifs liés à la résolution de problèmes à une étape et deux élèves ont généralisé leurs stratégies aux résolutions de problèmes mathématiques à deux étapes. Les résultats de cette étude suggèrent que les élèves atteints de spina bifida peuvent développer leurs compétences en résolution de problèmes mathématiques grâce au programme **Solve it!**. Les données rapportent que des ajustements mineurs peuvent être faits en fonction des caractéristiques des élèves ciblés, et ce, sans affecter les données de l'étude.

Krawek, J., Huang, J., Montague, M., Kressler, B., & Melia de Alba, A. (2012). The effects of cognitive strategy instruction on knowledge of math problem solving processes of middle school student with learning disabilities, *Learning Disabilities Quarterly*, 36(2), 80-92.

Cette étude mesure l'utilité du programme **Résous!** auprès d'élèves rencontrant ou non des difficultés d'apprentissage. La comparaison de ces deux groupes se base sur le niveau de compétences et de connaissances que les élèves développent en lien avec la résolution de problèmes mathématiques. Les résultats de cette étude rapportent que le programme **Solve it!** constitue une intervention efficace pour l'enseignement de la résolution de problèmes mathématiques. De plus, les élèves du groupe démontrent de meilleures compétences en résolution de problèmes mathématiques.

Les auteurs suggèrent que leur étude met de l'avant le rôle indispensable de l'enseignement de stratégies visant à résoudre des problèmes mathématiques de façon optimale. Ils mentionnent que « le programme Résous! semble améliorer l'exactitude de la résolution de problèmes mathématiques des élèves en développant leur répertoire de stratégies efficaces, leur donnant ainsi les outils nécessaires à la résolution de problèmes mathématiques » (p.86).

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

Le but de cette étude est de déterminer si les stratégies cognitives, les stratégies métacognitives ou les deux types de stratégies permettent de développer les compétences en résolution de problèmes mathématiques. Un modèle expérimental à cas unique et à niveau de base multiple a été utilisé pour déterminer la relation fonctionnelle entre la résolution de problèmes mathématiques et l'emploi du programme **Solve it!**. Les résultats de l'étude indiquent que les élèves réussissent mieux lorsque les deux types de stratégies cognitives leur sont enseignés, au lieu d'un seul. Les résultats suggèrent également que les deux types de stratégies cognitives sont bénéfiques à la résolution de problèmes mathématiques, mais que les stratégies métacognitives sont les plus importantes.

Montague, M., Applegate, B., & Marquard, K. (1993). Cognitive strategy instruction and mathematical problem-solving performance of student with learning disabilities. *Learning Disabilities Research and Practice, 8(4), 251-261.*

La recherche a été menée auprès de 72 élèves du premier cycle du secondaire rencontrant des difficultés d'apprentissage. Dans le cadre de cette étude, l'enseignement du programme **Solve it!** a été fait en sous-groupes de 8 à 12 élèves. Trois périodes d'enseignement ont eu lieu sur une période de cinq à sept jours. Les données collectées avant et après le test ont été analysées dans le cadre d'un modèle quasi expérimental. Les résultats indiquent qu'à la suite de l'enseignement du programme **Solve it!**, les élèves ont obtenu des résultats semblables à ceux de la moyenne des élèves du premier cycle du secondaire et ont maintenu leurs résultats pendant une période de quatre mois. Les élèves ont également été en mesure de généraliser leur démarche de résolution de problèmes mathématiques à des problèmes plus complexes. Ainsi les résultats de cette étude valident l'utilisation du programme **Solve it!** comme intervention efficace pour l'enseignement de la résolution de problèmes mathématiques chez les élèves rencontrant des difficultés d'apprentissage.

Montague, M., & Bos, C. (1986). The effect of cognitive strategy training on verbal math problem solving performance of learning disabled adolescents. *Journal of Learning Disabilities, 19, 26-33.*

compétences en résolution de problèmes mathématiques d'élèves du premier cycle du secondaire rencontrant ou non des difficultés d'apprentissage. Les stratégies du programme

Montague et Bos ont mené des études quant à l'emploi de stratégies cognitives en huit étapes afin de résoudre des problèmes mathématiques à l'oral chez des élèves de deuxième cycle du secondaire rencontrant des difficultés d'apprentissage. Les huit étapes sont : lire, statuer le problème, paraphraser, visualiser, formuler une hypothèse, estimer, calculer et s'autoverifier. Les techniques enseignées incluent la modélisation, la rétroaction corrective, la répétition orale, l'autoquestionnement et les directives. L'étude a été menée auprès de six élèves de deuxième cycle du secondaire rencontrant des difficultés en mathématiques. L'intervention consistait à la fois en un enseignement et une acquisition. Les résultats de cette étude indiquaient une relation positive entre l'emploi de stratégies cognitives et le pourcentage de réussite lors de la résolution de problèmes mathématiques à l'oral. Les données variaient sur le plan du maintien et de la généralisation. Une seconde période d'enseignement a eu lieu et a permis d'accroître le pourcentage lié au maintien des acquis. Les données de cette étude suggèrent ainsi qu'une seconde période d'enseignement est nécessaire pour le maintien des acquis.

Montague, M., Enders, C., & Dietz, S. (2011). Effects of cognitive strategy instruction on math problem solving of middle school students with learning disabilities. *Learning Disabilities Quarterly, 34(4), 262-272.*

Dans le cadre de cette étude d'essai contrôlé randomisé à grande échelle, les auteurs ont testé l'utilité du programme **Solve it!** sur les

Résous! ont été enseignées à des élèves de classes ordinaires par des enseignants de l'enseignement général. Les résultats indiquent que tous les élèves ayant bénéficié de l'enseignement des stratégies du programme **Solve it!** obtiennent des résultats significativement supérieurs en résolution de problèmes mathématiques, et ce, tout au long de l'année scolaire, comparativement aux élèves n'ayant pas bénéficié de cet enseignement. Les bénéfices de l'enseignement ne diffèrent pas, que les élèves rencontrent ou non des difficultés d'apprentissage, et qu'ils aient des résultats faibles ou des résultats dans la moyenne. Ainsi les données suggèrent que les enseignants de classes ordinaires sont en mesure d'enseigner le programme **Solve it!** avec fidélité.

Whitby, P.J.S. (2014). The effects of Solve It ! on the mathematical word problem solving ability of adolescents with autism spectrum disorder. Focus on Autism and Developmental Disabilities, 28(2), 78-88. doi:10.1177/1088357612468764.

L'objectif de cette étude était d'évaluer l'utilité du programme **Résous!** auprès de trois élèves ayant un trouble du spectre de l'autisme (TSA) et fréquentant le premier cycle du secondaire. Un modèle expérimental à niveau de base multiple, à cas unique et intersujet a été employé dans le cadre de cette étude. Les résultats de l'étude rapportaient une relation positive entre l'enseignement du programme **Solve it!** et l'augmentation du pourcentage de réussite en résolution de problèmes mathématiques. Le maintien des acquis variait selon les participants. Les trois participants ont généralisé les stratégies apprises aux autres matières du programme scolaire pendant la phase d'acquisition. Ainsi, les résultats indiquent que le programme **Solve it!** est un programme d'enseignement efficace pour la résolution de problèmes mathématiques chez les élèves ayant un TSA. Des enseignements supplémentaires peuvent être dispensés pour faciliter la procédure.

APPENDICE A

Fiche signalétique des parents

PROJET DE RECHERCHE *RÉSOUS!*

Aux parents de : _____

Bonjour,

Tout d'abord, je vous remercie d'avoir accepté que votre jeune participe à mon projet de recherche. J'ai bon espoir que l'approche *Résous!* lui apportera des outils précieux pour la résolution de problèmes mathématiques.

Comme mentionné dans le formulaire de consentement, je vous envoie une fiche signalétique à remplir qui me permettra de mieux connaître les caractéristiques de chacun. Ces informations ne seront pas publiées, votre anonymat sera conservé, et elles ne me permettront qu'à mieux comprendre les résultats de ma recherche.

Je vous remercie encore une fois de votre collaboration,

N'hésitez pas à m'écrire pour toute question,

Mylène Bessette

Étudiante au doctorat en psychologie/neuropsychologie

Laboratoire de recherche sur les familles d'enfants ayant un TSA

Codification: # _____

Parent qui remplit le questionnaire : ___ Mère ___ Père ___ Autre : Précisez _____

Date : _____

Informations sur les parents

	Mère	Père
Date de naissance		
Études/formations		
Emploi actuel		
Nombre d'heures travaillées par semaine		
Langue maternelle		
Langue principalement parlée à la maison		
Dernier cours de mathématiques complété (ex. niveau 4 ^e secondaire ou CEGEP profil Sciences nature)		

Statut familial

___ Famille nucléaire

___ Parents séparés ou divorcés

Modalité de garde : _____

___ Famille d'accueil Depuis quand : _____

Informations sur l'enfant ayant un TSA

Date de naissance : _____

Sexe : ___ M ___ F

Diagnostic : _____

Autres diagnostics/problèmes de santé physique ou psychologique : _____

Prend-il des médicaments? ___ Non ___ Oui Lesquels? _____

Si connu, quotient intellectuel de votre enfant (QI) : _____

Niveau scolaire :

- En lecture : _____
- En écriture : _____
- En mathématiques : _____

Notes obtenues au dernier bulletin :

- En lecture : _____
- En écriture : _____
- En mathématiques : _____

Vie quotidienne

Votre enfant a-t-il des devoirs/étude à la maison? ___ Oui ___ Non

Si oui, avec qui l'enfant fait-il ses devoirs/études? ___ Seul ___ Mère ___ Père ___ Autre : Spécifiez :

Combien de temps passe-t-il à faire ses devoirs : _____ heures par jour OU _____ heures par semaine

Travaillez-vous les mathématiques à la maison? ____ Oui ____ Non

Si oui, de quelle façon?

Si non, pourquoi?

Jouez-vous à des jeux de société à la maison? ____ Oui ____ Non

Si oui, lesquels?

APPENDICE B

Fiche signalétique de l'enseignant

Avant de commencer la formation, merci de préciser :

Codification (ne pas remplir) : # _____

Identification de l'enseignant (Nom, Prénom) : _____

Sexe : _____ M _____ F

École : _____

Titre de la classe : _____

Programme enseigné selon le MEES : _____

Années d'expérience en enseignement

Tranche d'années d'expérience en enseignement :

_____ Moins d'un _____ 1 à 5 ans _____ 6 à 10 ans _____ 11 à 15 ans _____ 20 ans et plus

Tranche d'années d'expérience en enseignement auprès d'élèves ayant un TSA :

_____ Moins d'un _____ 1 à 5 ans _____ 6 à 10 ans _____ 11 à 15 ans _____ 20 ans et plus

Formation académique

Veillez préciser pour chaque diplôme obtenu ou en cours d'obtention :

Diplôme 1 :

Universitaire : _____ 1^{er} cycle _____ 2^e cycle _____ 3^e cycle

Programme : _____

Université : _____

Diplôme 2 :

Universitaire : _____ 1^{er} cycle _____ 2^e cycle _____ 3^e cycle

Programme : _____

Université : _____

Diplôme 3 :

Universitaire : _____ 1^{er} cycle _____ 2^e cycle _____ 3^e cycle

Programme : _____

Université : _____

Formation continue spécialisée

Veillez préciser toute formation continue effectuée en lien avec le TSA :

Formation 1 :

Titre de la formation : _____

Nombre d'heures : _____

Offerte par : _____

Formation 2 :

Titre de la formation : _____

Nombre d'heures : _____

Offerte par : _____

Formation 3 :

Titre de la formation : _____

Nombre d'heures : _____

Offerte par : _____

Formation 4 :

Titre de la formation : _____

Nombre d'heures : _____

Offerte par : _____

Formation 5 :

Titre de la formation : _____

Nombre d'heures : _____

Offerte par : _____

Méthodes d'enseignement des mathématiques

Quelle(s) méthode(s) utilisez-vous afin d'enseigner la résolution de problèmes mathématiques aux élèves de votre groupe :

Êtes-vous satisfait(e) des résultats obtenus avec ces méthodes? ____ oui ____ non

Pourquoi? _____

(suite)

Nom _____

3) Pour une semaine, le journal local est imprimé en 762 954 copies. Du lundi au samedi, un total de 255 960 copies sont imprimées en matinée et 396 475 copies sont imprimées en soirée. Combien de copies sont imprimées le dimanche ?

4) Après avoir travaillé durant 24 semaines, Julien a économisé 50,90 \$. Avec cet argent, il achète une radio qui coûte 49,50 \$ et quatre piles qui coûtent 0,35 \$ chacune. Combien de monnaie lui reviendra-t-il ?

(suite)

Nom _____

5) **Marcus loue son bateau de pêche à 50,00 \$ par jour. S'il l'a loué 20 jours au cours de l'été dernier, combien d'argent a-t-il fait ?**

6) **Il y a quatre plateaux de beignes garnis à la gelée de cerise sur l'étagère. Chaque plateau contient 72 beignes. Un client achète 45 beignes pour les invités d'une fête. Combien de beignes restent-ils sur l'étagère ?**

(suite)

Nom _____

7) Tanya gagne 6,25 \$ de l'heure. Andréa gagne 7,90 \$ de l'heure. Combien d'argent est-ce qu'Andréa fait de plus que Tanya, si toutes les deux travaillent une journée de huit heures ?

8) Il y a 1458 kilomètres qui séparent la ville Chicago de celle de Denver. Il y a 1530 kilomètres qui séparent Denver de San Francisco. Quelle est la distance totale de Chicago à San Francisco en passant par Denver ?

(suite)

Nom _____

9) Il nous faut des timbres pour envoyer 22 colis. Chaque colis demande un timbre de 0,60 \$ et un de 0,32 \$. Combien d'argent nous faut-il faire l'achat des timbres nécessaire à l'envoi des colis ?

10) Christine achète six livres à 1,95 \$ chacun. Elle utilise un billet de 20,00 \$ pour payer les livres. Combien de monnaie lui remettra-t-on ?

APPENDICE D

Calendrier d'apprentissage

À implanter selon la grille-matière des classes sélectionnées (uniformisée)		
<input type="checkbox"/>	Jour 1 (sem 8 mars)	Formation enseignante
<input type="checkbox"/>	Jour 2 (sem 15 mars) Mercredi 17 mars	MPSA-SF - Entrevues auprès des élèves par l'expérimentatrice de la recherche (environ 30 minutes par élève) CM1 - Prétest (10 problèmes) auprès de tous les élèves (Enseignante)
<input type="checkbox"/>	Mercredi 24 mars Vendredi 26 mars	Leçon scénarisée 1 – Introduction Leçon scénarisée 2 – Acquisition Contrôle de maîtrise 1
<input type="checkbox"/>	Mardi 30 mars Jeudi 1 ^{er} avril	Leçon scénarisée 3 – Acquisition Leçon scénarisée 4 Contrôle de maîtrise 2
<input type="checkbox"/>	Mercredi 7 avril Jeudi 8 avril	Leçon scénarisée 5 – Acquisition EDA 2 - 1^{er} Post-test (10 problèmes)
<input type="checkbox"/>	Lundi 12 avril Mercredi 14 avril	Leçon scénarisée 6 Leçon scénarisée 7 Contrôle de maîtrise 3
<input type="checkbox"/>	Lundi 19 avril Mercredi 21 avril	Leçon scénarisée 8 Leçon scénarisée 9 Contrôle de maîtrise 4
<input type="checkbox"/>	Mardi 27 avril Vendredi 30 avril	Leçon scénarisée 10 EDA 3 - 2^e Post-test (10 problèmes)
<input type="checkbox"/>	Semaine 4 (sem 10 mai)	(MPSA-SF – 2 ^e Entrevues auprès des élèves par l'expérimentatrice de la recherche (environ 30 minutes par élève)
<input type="checkbox"/>	Semaine 5 (sem 17 mai)	EDA 4 - 3^e Post-test
<input type="checkbox"/>	Semaine 6 (sem 24 mai)	(MPSA-SF – 2 ^e Entrevues auprès des élèves par l'expérimentatrice de la recherche (environ 30 minutes par élève)
<input type="checkbox"/>	Semaine 7 juin	EDA 5- 4^e Post-test

Note : CM = contrôle de maîtrise ; EDA = Évaluation des acquis

APPENDICE E

Lettre de sollicitation aux enseignants

PROJET DE RECHERCHE SUR L'EFFICACITÉ DE L'APPROCHE *SOLVE IT!* SUR LES HABILITÉS EN RÉSOLUTION DE PROBLÈMES D'ÉLÈVES AYANT UN TROUBLE DU SPECTRE DE L'AUTISME EN CONTEXTE DE CLASSES SPÉCIALISÉES AU SECONDAIRE

Montréal, le 15 décembre 2020

Madame, Monsieur,

La capacité à résoudre des problèmes mathématiques est une compétence souvent difficile à acquérir pour les jeunes ayant un trouble du spectre de l'autisme (TSA) et il n'existe, à ce jour et à notre connaissance, aucune méthode pédagogique validée en français permettant d'enseigner cette habileté selon les caractéristiques particulières de cette clientèle. Il importe donc de d'élargir le répertoire de stratégies éducatives offertes à l'égard de cette compétence pour les jeunes ayant un TSA.

Le but de mon étude est de documenter l'efficacité de l'approche d'enseignement de stratégies en résolution de problème *Solve it!* en classe spécialisée auprès d'une clientèle d'adolescents ayant un TSA ainsi que de connaître leur sentiment de compétence, leurs attitudes et leurs stratégies relativement à cette discipline. Cette approche a déjà été validée auprès de trois adolescents ayant un TSA dans un contexte d'enseignement individuel où des améliorations significatives de leur performance en résolution de problèmes ont été observées. Ma recherche permettra de valider cette approche en contexte de classe spécialisée auprès des adolescents ayant un TSA, et, possiblement, de proposer des moyens supplémentaires afin d'adapter l'approche aux besoins et aux caractéristiques de ces jeunes.

Pour ce faire, je suis à la recherche d'enseignants en adaptation scolaire œuvrant en classe spécialisée au 1^{er} cycle du secondaire auprès de jeunes ayant un TSA qui seraient intéressés à implanter cette approche auprès de leurs élèves.

En acceptant de participer à cette recherche, vous recevrez une formation complète de deux jours pour implanter efficacement l'approche dans votre classe ainsi que tout le matériel traduit en français nécessaire à son enseignement. Il vous sera possible de conserver et de réutiliser ce matériel. Vous aurez aussi à répondre à un court questionnaire concernant votre niveau d'étude et vos méthodes

d'enseignement ainsi qu'à remplir un journal de bord tout au long de l'utilisation de l'approche pour la durée du projet recherche qui sera d'environ 16 semaines.

Les jeunes participant à la recherche doivent avoir un niveau de lecture fonctionnel équivalent au moins à une 3^e année du primaire, de même qu'un niveau d'habileté en résolutions de problèmes équivalent au moins à une 5^e année du primaire. Ils seront appelés à répondre à un questionnaire mathématique d'environ 30 minutes à deux reprises, au début et à la fin du projet, de même qu'à participer en classe à l'enseignement de l'approche par le biais de différentes activités pédagogiques.

Pour obtenir de plus amples informations ou pour participer à cette recherche, veuillez contacter Mylène Bessette par courriel à l'adresse courriel située en bas de page. Il vous sera possible de discuter en toute confiance des implications de votre participation à ce projet de recherche. Je vous remercie à l'avance du temps et de l'énergie consacrée à l'avancement de mon projet de recherche.

Cordialement,

Mylène Bessette, B.Éd.

Étudiante au doctorat en psychologie, Université du Québec À Montréal

Sous la direction de Nathalie Poirier, Ph.D., professeure et chercheure au département de psychologie

APPENDICE F

Formulaire de consentement pour les parents

Projet de recherche sur l'effet de l'approche *Solve it!* sur les habiletés en résolution de problème d'élèves ayant un trouble du spectre de l'autisme en contexte de classes spécialisées au secondaire

Formulaire de consentement à l'intention des parents

Description du projet de recherche

L'enseignante de votre enfant a donné son accord afin de participer au présent projet de recherche réalisé par Mylène Bessette, B.Éd., sous la direction de Mme Nathalie Poirier, Ph.D. (Université du Québec à Montréal). Ce projet de recherche vise à documenter les effets de l'approche *Solve it!* sur les habiletés en résolution de problèmes d'adolescents ayant un trouble du spectre de l'autisme (TSA) et évoluant dans un contexte de classe spécialisée au secondaire. Cette étude vise également à documenter les perceptions de compétence, les attitudes et les stratégies utilisées dans le domaine des mathématiques par les adolescents ayant un TSA afin d'adapter du mieux possible l'approche aux besoins et aux caractéristiques de cette clientèle. *Solve it!* est une approche d'enseignement de stratégies cognitives et métacognitives en résolution de problèmes mathématiques qui consiste à enseigner des stratégies explicites aux élèves ayant un TSA à l'aide d'étapes bien définies. Cette approche a déjà été validée auprès de trois adolescents ayant un TSA dans un contexte d'enseignement individuel où des améliorations significatives de leur performance en résolution de problèmes ont été observées. Cette recherche permettra de valider cette approche en contexte de classe spécialisée auprès des adolescents ayant un TSA, et, possiblement, de proposer des moyens supplémentaires afin d'adapter l'approche aux besoins et aux caractéristiques de ces jeunes.

La participation à ce projet de recherche implique la participation de votre enfant en classe à l'apprentissage de l'approche *Solve it!*. Celui-ci participera à deux entrevues individuelles d'environ 30 minutes (au début et à la fin du projet de recherche) pendant lesquelles il sera questionné sur ses habiletés en résolution de problèmes, sur son sentiment de compétence et sa motivation à l'égard des mathématiques, de même que sur les stratégies utilisées lors des résolutions de problèmes mathématiques. Lors de cette entrevue, l'équipe du projet de recherche respectera de façon stricte les

règles sanitaires mises en place par l'école de votre enfant (distanciation physique, équipement de protection, etc.). Par la suite, son enseignante débutera l'enseignement de *Solve it!* qui sera réparti sur 16 semaines. Lors des différentes séances d'enseignement, votre enfant apprendra des stratégies afin de résoudre efficacement des problèmes mathématiques. Pour mesurer sa progression et l'apprentissage des stratégies, un prétest et six post-tests seront complétés par votre enfant en classe.

Risques et avantages

Solve it! est une approche qui a déjà été utilisée auprès de trois adolescents ayant un TSA pour lesquels leurs résultats et stratégies utilisées en contexte de résolution de problèmes mathématiques se sont grandement améliorés. Il est donc avantageux pour votre enfant de recevoir l'enseignement des stratégies cognitives et métacognitives propres à l'approche de *Solve it!* en classe et il est probable qu'il en bénéficiera à long terme. Toutefois, votre enfant pourrait vivre de l'anxiété lors des entrevues prévues au début et à la fin de la recherche et qui modifieront sa routine habituelle. Afin de le préparer à ces entrevues, et selon ses besoins, différentes adaptations pourront être mises en place. Par exemple, une photo de l'évaluatrice pourrait être remise à l'enseignante pour qu'elle la montre aux élèves et que son visage ne leur soit pas inconnu. De même, un fiche visuelle pourrait être utilisée pour leur expliquer leur participation au projet de recherche et favoriser leur compréhension. Si votre enfant utilise des aides particulières en classe pour l'apaiser (renforceurs, objet à manipuler, etc.), celles-ci pourront également être utilisées lors des entretiens. Soyez assurés que nous travaillerons en collaboration avec l'enseignante de votre enfant afin de lui offrir la meilleure expérience possible.

Anonymat

Aux fins d'analyse, l'entrevue de votre enfant sera enregistrée sur bande audio. Cette dernière ne sera accessible qu'aux membres de l'équipe de recherche. Cette bande audio, les résultats de votre enfant aux tests de mathématiques et tous les documents liés au projet de recherche seront conservés sous clés dans un local du département de psychologie de l'UQÀM pour une période de cinq ans après la fin de la recherche. Toutes les informations obtenues par le biais de cette étude seront traitées de façon strictement confidentielle et des codes numériques remplaceront les noms des participants dans tous les documents liés à la recherche afin de préserver l'anonymat des participants.

Les résultats de cette étude pourront faire l'objet d'une publication ou d'une présentation scientifique et ils seront utilisés dans le cadre de la rédaction d'un essai doctoral. L'anonymat des participants sera conservé dans tous les types de publication. Si vous le désirez, une copie papier de ces documents pourra vous être acheminée et vous pourrez consulter l'essai en ligne lors de sa publication sur le site Archipel de l'UQAM (<https://archipel.uqam.ca/>). Vous pourrez en tout temps et pour toute question supplémentaire contacter l'expérimentatrice en utilisant les coordonnées fournies au bas de la feuille.

Approbation éthique

Le Comité d'éthique de la recherche pour les projets étudiants impliquant des êtres humains (CERPE) a approuvé le projet de recherche auquel vous allez participer. Pour des informations concernant les responsabilités de l'équipe de recherche au plan de l'éthique de la recherche avec des êtres humains ou pour formuler une plainte, vous pouvez contacter la coordination du CERPE par courriel au cerpe.fsh@uqam.ca.

Participation volontaire et possibilité de retrait

La participation de votre enfant à ce projet de recherche est volontaire. Vous êtes donc libre de refuser qu'il y participe. Vous pouvez également le retirer de ce projet à n'importe quel moment, sans avoir à donner de raisons et sans pénalité d'aucune forme, en faisant connaître votre décision au chercheur responsable de ce projet. Votre enfant peut également choisir de se retirer de ce projet de son propre chef, sans justification et sans pénalité d'aucune forme, et ce, nonobstant votre consentement. Toutes les données le concernant seront détruites.

Pour toute question additionnelle sur le projet et sur votre participation vous pouvez communiquer avec les responsables du projet dont les coordonnées figurent au bas de ce document.

Cordialement,

Mylène Bessette, B.Éd.
Étudiante au doctorat en psychologie
Université du Québec À Montréal

Sous la direction de Nathalie Poirier, Ph.D.
Professeure au département de psychologie
Université du Québec À Montréal

J'ai pris connaissance de l'information contenue dans ce document, je la comprends et je consens en toute liberté à ce que mon enfant (Nom, Prénom) _____ participe à cette recherche.

Oui Non

J'ai discuté avec mon enfant du présent projet de recherche et il accepte d'y participer volontairement.

Oui Non

Nom et prénom du parent (en lettres moulées)

Signature du parent

Date

Nom et prénom de l'enfant (en lettres moulées)

Signature de l'enfant (si possible)

Date

APPENDICE G

Formulaire de consentement pour l'enseignant

Projet de recherche sur l'effet de l'approche *Solve it!* sur les habiletés en résolution de problème d'élèves ayant un trouble du spectre de l'autisme en contexte de classes spécialisées au secondaire

Formulaire de consentement à l'intention des enseignants

Le présent projet de recherche réalisé par Mylène Bessette, B.Éd., sous la direction de Mme Nathalie Poirier, Ph.D. (Université du Québec à Montréal) vise à documenter les effets de l'approche *Solve it!* sur les habiletés en résolution de problèmes d'adolescents ayant un trouble du spectre de l'autisme (TSA) et évoluant dans un contexte de classe spécialisée au secondaire. Cette étude vise également à documenter les perceptions de compétence, les attitudes et les stratégies utilisées dans le domaine des mathématiques par les adolescents ayant un TSA afin d'adapter du mieux possible l'approche aux besoins et aux caractéristiques de cette clientèle. *Solve it!* est une approche d'enseignement de stratégies cognitives et métacognitives en résolution de problèmes mathématiques qui consiste à enseigner des stratégies explicites aux élèves ayant un TSA à l'aide d'étapes bien définies. Cette approche a déjà été validée auprès de trois adolescents ayant un TSA dans un contexte d'enseignement individuel où des améliorations significatives de leur performance en résolution de problèmes ont été observées. Cette recherche permettra de valider cette approche en contexte de classe spécialisée auprès des adolescents ayant un TSA, et, possiblement, de proposer des moyens supplémentaires afin d'adapter l'approche aux besoins et aux caractéristiques de ces jeunes.

La participation à ce projet de recherche implique votre participation à deux journées complètes (environ 6 heures chacune) de formation virtuelle rémunérées portant sur l'approche *Solve it!* et son enseignement auprès d'une clientèle d'adolescents ayant un TSA. Cette formation vous sera donnée par l'expérimentatrice principale de ce projet de recherche, Mylène Bessette, orthopédagogue et étudiante au doctorat en psychologie, par l'entremise du logiciel Zoom. À la fin de ces journées de formation, le programme complet de l'approche *Solve it!* traduit en français vous sera remis aux fins d'application dans votre classe. Vous devrez mettre en place l'approche auprès de vos élèves participants selon le calendrier d'apprentissage de 16 semaines qui vous sera remis et qui constitue le programme de l'approche *Solve it!*. Au courant de ces 16 semaines, vous devrez appliquer rigoureusement le programme planifié tout en complétant une liste de vérification et un journal de bord afin d'assurer une mise en place adéquate et

fidèle de l'approche. Le journal de bord vous permettra de consigner vos observations pertinentes lors de l'enseignement de l'approche. De façon générale, une première semaine intensive puis une leçon hebdomadaire et/ou un test d'une durée d'environ 50 minutes sont à prévoir auprès de vos élèves. Il vous sera possible de conserver le manuel de l'approche et de le réutiliser dans votre classe à la fin du projet de recherche. L'expérimentatrice procédera également à une entrevue d'environ 30 minutes avec chaque élève au début et à la fin de l'enseignement de l'approche. Il vous faudra donc prévoir des périodes pendant lesquelles les élèves pourront sortir de classe.

Un inconvénient lié à ce projet de recherche est le cadre strict dans lequel vous devrez enseigner les stratégies proposées par l'approche *Solve it!*. Certaines enseignantes pourraient se sentir restreinte dans leur autonomie professionnelle ou encore dérangées par les limites imposées. Cependant, le journal de bord vous permettra de consigner ces inconvénients et il vous sera possible en tout temps de contacter l'expérimentatrice afin d'en discuter.

Tous les documents liés au projet de recherche seront conservés sous clés dans un local du département de psychologie de l'UQAM pour une période de cinq ans après la fin de la recherche. Toutes les informations obtenues par le biais de cette étude seront traitées de façon strictement confidentielle et des codes numériques remplaceront les noms des participants dans tous les documents et publications liés à la recherche afin de préserver leur anonymat. Si vous le désirez, une copie des documents publiés pourra vous être acheminée.

Le Comité d'éthique de la recherche pour les projets étudiants impliquant des êtres humains (CERPE) a approuvé le projet de recherche auquel vous allez participer. Pour des informations concernant les responsabilités de l'équipe de recherche au plan de l'éthique de la recherche avec des êtres humains ou pour formuler une plainte, vous pouvez contacter la coordination du CERPE par courriel au cerpe.fsh@uqam.ca.

Pour toute question additionnelle sur le projet et sur votre participation vous pouvez communiquer avec les responsables du projet dont les coordonnées figurent au bas de ce document.

En tout temps, il vous sera possible de vous retirer de ce projet de recherche, et ce, sans préjudice.

Cordialement,

Mylène Bessette, B.Éd.
Étudiante au doctorat en psychologie
Université du Québec À Montréal

Sous la direction de Nathalie Poirier, Ph.D.
Professeure au département de psychologie
Université du Québec à Montréal

J'ai pris connaissance de l'information contenue dans ce document, je la comprends et je consens en toute liberté à participer à cette recherche.

Oui Non

Signature de l'enseignant

Date

Nom et prénom de l'enseignant

APPENDICE H

Certificat éthique

CERTIFICAT D'APPROBATION ÉTHIQUE

Le Comité d'éthique de la recherche pour les projets étudiants impliquant des êtres humains (CERPE FSH) a examiné le projet de recherche suivant et le juge conforme aux pratiques habituelles ainsi qu'aux normes établies par la *Politique No 54 sur l'éthique de la recherche avec des êtres humains* (Janvier 2016) de l'UQAM.

Titre du projet:	L'EFFET DE L'APPROCHE SOLVE IT! SUR LES HABILITÉS EN RÉOLUTION DE PROBLÈMES D'ÉLÈVES AYANT UN TROUBLE DU SPECTRE DE L'AUTISME EN CONTEXTE DE CLASSES SPÉCIALISÉES AU SECONDAIRE
Nom de l'étudiant:	Mylène BESSETTE
Programme d'études:	Doctorat en psychologie
Direction de recherche:	Nathalie POIRIER

Modalités d'application

Toute modification au protocole de recherche en cours de même que tout événement ou renseignement pouvant affecter l'intégrité de la recherche doivent être communiqués rapidement au comité.

La suspension ou la cessation du protocole, temporaire ou définitive, doit être communiquée au comité dans les meilleurs délais.

Le présent certificat est valide pour une durée d'un an à partir de la date d'émission. Au terme de ce délai, un rapport d'avancement de projet doit être soumis au comité, en guise de rapport final si le projet est réalisé en moins d'un an, et en guise de rapport annuel pour le projet se poursuivant sur plus d'une année. Dans ce dernier cas, le rapport annuel permettra au comité de se prononcer sur le renouvellement du certificat d'approbation éthique.



Anne-Marie Parisot

Professeure, Département de linguistique

Présidente du CERPÉ FSH

APPENDICE I

Accusé d'acceptation de l'article

Monday, November 13, 2023 at 21:05:54 Eastern Standard Time

Objet: [rse] Décision du rédacteur

Date: lundi 13 novembre 2023 à 17:22:12 heure normale de l'Est

De: Carole Bergeron

À: Bessette, Mylène

Cc: Nathalie Poirier, carole.bergeron.1@umontreal.ca

Mylène Bessette:

Nous avons pris une décision concernant votre soumission à la *Revue des sciences de l'éducation*, "Les effets de la méthode Résous ! en contexte de classe spécialisée au secondaire pour les élèves ayant un trouble du spectre de l'autisme".

Notre décision est d'accepter votre manuscrit.

Félicitations !

Assurez-vous toutefois de remplacer vous-mêmes les "et al." par des "et coll."

Marc-André Éthier
Université de Montréal
marc.andre.ethier@umontreal.ca

Revue des sciences de l'éducation
<http://www.erudit.org/ojs/index.php/rse>

BIBLIOGRAPHIE

- American Psychiatric Association. (2022). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (5th ed., text rev.). <https://doi.org/10.1176/appi.books.9780890425787>
- Anglim, J., Prendeville, P. et Kinsella, W. (2017). The self- efficacy of primary teachers in supporting the inclusion of children with autism spectrum disorder. *Educational Psychology in Practice*, 34(1), 73-88. <https://doi.org/10.1080/02667363.2017.1391750>
- Aubineau, M. et Blicharska, T. (2020) High-functioning autistic students speak about their experience of inclusion in mainstream secondary schools. *School Mental Health*, 12(3), 537–555. <https://doi.org/10.1007/s12310-020-09364-z>
- Bae, Y. S., Chiang, H.-M. et Hickson, L. (2015). Mathematical word problem solving ability of children with autism spectrum disorder and their typically developing peers. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 45(7), 2200-2208. <https://doi.org/10.1007/s10803-015-2387-8>
- Baghdadli, A., Rattaz, C., et Ledésert, B. (2011). Étude des modalités d’accompagnement des personnes avec troubles envahissants du développement (TED) dans trois régions françaises - Synthèse. Ministère du Travail, de l’Emploi et de la Santé de la République Française.
- Bal, V.H., Kim, S.H., Fok, M. et Lord, C. (2019). Autism spectrum disorder symptoms from ages 2 to 19 years: Implications for diagnosing adolescents and young adults. *Autism Research*, 12(1), 89-99. <https://doi.org/10.1002/aur.2004>
- Barnett, J. E. H., et Cleary, S. (2015). Review of evidence-based mathematics interventions for students with autism spectrum disorders. *Education and training in autism and developmental disabilities*, 50(2), 172. <https://www.jstor.org/stable/24827533>
- Baron-Cohen, S. (1989). The autistic child's theory of mind: A case of specific developmental delay. *Journal of child Psychology and Psychiatry*, 30(2), 285-297. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.1989.tb00241.x>
- Bélangier N. (2006). Conditions favorisant l’inclusion scolaire : attitudes des enseignantes du primaire. In C. Dionne et N. Rousseau (Éds.) *Transformation des pratiques éducatives : La recherche sur l’inclusion scolaire* (pp.63-90). Presses de l’université du Québec.
- Bernard, M. A., Thiébaud, E., Mazetto, C., Nassif, M. C., De Souza, M. C. C., Nader-Grosbois, N., Seynhaeve, I., De La Iglesia Gutierrez, M., Olivar Parra, J.-S., Dionne, C., Rousseau, M., Stefanidou, K., Aiad, F., Sam, N., Belal, L., Fekih, L., Blanc, R., Bonnet-Brilhault, F., Gattegno, M.P., Adrien, J. L. (2016). L’hétérogénéité du développement cognitif et socio-émotionnel d’enfants atteints de trouble du spectre de l’autisme en lien avec la sévérité des troubles. *Neuropsychiatrie de l’Enfance et de l’Adolescence*, 64(6), 376-382. <https://doi.org/10.1016/j.neurenf.2016.05.002>

- Booth, R. D. et Happé, F. G. (2018). Evidence of reduced global processing in autism spectrum disorder. *Journal of autism and developmental disorders*, 48, 1397-1408. <https://doi.org/10.1007/s10803-016-2724-6>
- Brault-Labbé, A. et Dubé, L. (2010). Engagement scolaire, bien-être personnel et autodétermination chez des étudiants à l'université. *Revue canadienne des sciences du comportement*, 42(2), 80–92. <https://doi.org/10.1037/a0017385>
- Brosnan, M. J., Gwilliam, L. R. et Walker, I. (2012). Brief report: The relationship between visual acuity, the embedded figures test and systemizing in autism spectrum disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 42(11), 2491-2497. <https://doi.org/10.1007/s10803-012-1505-0>
- Bull, R. et Lee, K. (2014). Executive functioning and mathematics achievement. *Child Development Perspectives*, 8(1), 36-41. <https://doi.org/10.1111/cdep.12059>
- Bullen, J. C., Swain Lerro, L., Zajic, M., McIntyre, N. et Mundy, P. (2020). A developmental study of mathematics in children with autism spectrum disorder, symptoms of attention deficit hyperactivity disorder, or typical development. *Journal of autism and developmental disorders*, 50, 4463-4476. <https://doi.org/10.1007/s10803-020-04500-9>
- Bullen, J. C., Zajic, M. C., McIntyre, N., Solari, E. et Mundy, P. (2022). Patterns of math and reading achievement in children and adolescents with autism spectrum disorder. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 92, 101933. <https://doi.org/10.1016/j.rasd.2022.101933>
- Charitaki, G., Soulis, S. G. et Tyropoli, R. (2019). Academic self-regulation in autism spectrum disorder: A principal components analysis. *International Journal of Disability, Development and Education*, 68(1), 26-45. <https://doi.org/10.1080/1034912X.2019.1640353>
- Chen, L., Abrams, D. A., Rosenberg-Lee, M., Iuculano, T., Wakeman, H. N., Prathap, S., Chen, T. et Menon, V. (2019). Quantitative analysis of heterogeneity in academic achievement of children with autism. *Clinical Psychological Science*, 7(2), 362-380.
- Chung, K. K. et Tam, Y. (2005). Effects of cognitive-based instruction on mathematical problem solving by learners with mild intellectual disabilities. *Journal of Intellectual and Developmental Disability*, 30(4), 207-216. <https://doi.org/10.1080/13668250500349409>
- Clark, M., et Adams, D. (2020a). The self-identified positive attributes and favourite activities of children on the autism spectrum. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 72, 101512. <https://doi.org/10.1016/j.rasd.2020.101512>
- Clark, M., et Adams, D. (2020b). Parent-reported barriers and enablers of strengths in their children with autism. *Journal of Child and Family Studies*, 29, 2402-2415 <https://doi.org/10.1007/s10826-020-01741-1>
- Claveau, C. (2006). *Les fluctuations de la motivation pour les mathématiques en cours d'année scolaire chez des élèves du primaire*. [Thèse de doctorat, Université du Québec à Montréal]. Archipel.
- Cohen J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Routledge Academic.

- Costello, S. et Boyle, C. (2013). Pre-service secondary teachers' attitudes towards inclusive education. *Australian Journal of Teacher Education*, 38(4), 129–143. <https://doi.org/10.14221/ajte.2013v38n4.8>
- Coughlin, J. et Montague, M. (2011). The effects of cognitive strategy instruction on the mathematical problem solving of adolescents with spina bifida. *The Journal of Special Education*, 45(3), 171-183. <https://doi.org/10.1177/0022466910363913>
- Council for Exceptional Children. (2014). Standards for evidence-based practices in special education. <https://www.cec.sped.org/; /media/Images/Standards/CEC%20EBP %20Standards%20cover/CECs %20Evidence% 20Based%20Practice%20Standards.pdf>
- Cox, S. K. et Root, J. R. (2021). Development of mathematical practices through word problem-solving instruction for students with autism spectrum disorder. *Exceptional Children*, 87(3), 326–343. <https://doi.org/10.1177/0014402921990890>
- Craig, F., Margari, F., Legrottaglie, A. R., Palumbi, R., De Giambattista, C. et Margari, L. (2016). A review of executive function deficits in autism spectrum disorder and attention-deficit/hyperactivity disorder. *Neuropsychiatric disease and treatment*, 12, 1191. <https://doi.org/10.2147/NDT.S104620>
- Davidson, M. M. (2021). Reading Comprehension in School-Age Children With Autism Spectrum Disorder: Examining the Many Components That May Contribute. *Language, Speech, and Hearing Services in Schools*, 52, 181–196. https://doi.org/10.1044/2020_LSHSS-20-00010
- De Corte, E. et L. Verschaffel. (2008). Apprendre et enseigner les mathématiques : un cadre conceptuel pour concevoir des environnements d'enseignement-apprentissage stimulants. Dans M. Crahay, L. Verschaffel, E. De Corte et J. Grégoire (dir.), *Enseignement et apprentissage des mathématiques. Que disent les recherches psychopédagogiques* (p. 25-54). De Boeck.
- Demetriou, E., Lampit, A., Quintana, D., Naismith, S.L., Song, Y. J. C., Pye, J. E., Hickie, I. et Guastella, A. J. (2018). Autism spectrum disorders: A meta-analysis of executive function. *Molecular Psychiatry*, 23(5), 1198–1204. <https://doi.org/10.1038/mp.2017.75>
- Donaldson, J. B. et Zager, D. (2010). Mathematics interventions for students with high functioning autism/asperger's syndrome. *Teaching Exceptional Children*, 42(6), 40-46. <https://doi.org/10.1177/004005991004200605>
- Dunst, C. J., Trivette, C. M. et Masiello, T. (2011). Exploratory investigation of the effects of interest-based learning on the development of young children with autism. *Autism*, 15(3), 295–305. <https://doi.org/10.1177/1362361310370971>
- Éducation Québec. (2021). Taux de diplomation et de qualification après 7 ans, parmi les élèves identifiés TED qui entrent en 1^{re} secondaire au réseau public pour les cohortes de 2007-2008 à 2011-2012. Gouvernement du Québec. http://www.education.gouv.qc.ca/fileadmin/site_web/documents/daai/2020-2021/20-269_Diffusion.pdf

- Erotocritou Stavrou, T. et Koutselini, M. (2016). Differentiation of teaching and learning: teachers' perspective. *Universal Journal of Education Research*, 4(11), 2581-2588.
<https://doi.org/10.13189/ujer.2016.041111>
- Estes, A., Rivera, V., Bryan, M., Cali, P. et Dawson, G. (2011). Discrepancies between academic achievement and intellectual ability in higher-functioning school-aged children with autism spectrum disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 41(8), 1044-1052.
<https://doi.org/10.1007/s10803-010-1127-3>
- Fagnant, A., Demonty, I. et Lejong, M. (2003). La résolution de problèmes : un processus complexe de « modélisation mathématique ». *Bulletin d'informations pédagogiques*, 54, 29-39.
- Fernandez, D. M. (2021). *Understanding elementary special education teachers' experiences teaching students with autism spectrum disorder. [Dissertation doctorale, Capella University]*. Capella University ProQuest Dissertations Publishing.
- Flores, M. M., Nelson, C., Hinton, V., Franklin, T. M., Strozier, S. D., Terry, L. et Franklin, S. (2013). Teaching reading comprehension and language skills to students with autism spectrum disorders and developmental disabilities using direct instruction. *Education and training in autism and developmental disabilities*, 48, 41-48. <http://www.jstor.org/stable/23879885>
- Forget, A. (2018). Penser la différenciation pédagogique. Carnets des Sciences de l'éducation, Université de Genève.
- Frith, U. et Happé, F. (1999). Theory of mind and self-consciousness: What is it like to be autistic? *Mind & language*, 14(1), 82-89. <https://doi.org/10.1111/1468-0017.00100>
- Furlano, R., Kelley, E. A., Hall, L. et Wilson, D. E. (2015). Self-perception of competencies in adolescents with autism spectrum disorders. *Autism Research*, 8(6), 761-770.
<https://doi.org/10.1002/aur.1491>
- Gauthier, C., Bissonnette, S. et Richard, M. (2007). L'enseignement explicite. In *Enseigner* (pp. 107-116): Presses universitaires de France.
- Georgiades S., Szatmari, P., Boyle, M., Hanna, E., Duku, E., Zwaigenbaum, L., Bryson, S., Fombonne, E., Volden, J., Mirenda, P., Smith, I., Roberts, W., Vaillancourt, T., Waddell, C., Bennett, T., et Thompson, A. (2013). Investigating phenotypic heterogeneity in children with autism spectrum disorder: a factor mixture modeling approach. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 54(2), 206–215. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2012.02588.x>
- Georgiou, A., Soulis, S. G. et Rapti, D. (2018). Motivation in Mathematics of High Functioning Students With Autism Spectrum Disorder (ASD). *Journal of Psychology Research*, 8(3), 96–106.
<https://doi.org/10.17265/2159-5542/2018.03.002>
- Geary, D. C. (2004). Mathematics and learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 37(1), 4-15.
<https://doi.org/10.1177/00222194040370010201>

- Goldstein, G., Minshew, N. J. et Siegel, D. J. (1994). Age differences in academic achievement in high-functioning autistic individuals. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 16(5), 671-680. <https://doi.org/10.1080/01688639408402680>
- Goulet, M.-P. (2018). *Méthodes de résolution de problèmes écrits présentées au primaire: pratiques associées et effets de ces méthodes sur l'activité mathématique des élèves*. [Thèse de doctorat, Université du Québec à Rimouski]. Sémaphore : Dépôt numérique de l'UQAR. <https://semaphore.uqar.ca/id/eprint/1541>
- Gouvernement du Québec. (2023). Banque de données des statistiques officielles sur le Québec : Fréquentation scolaire. Effectif scolaire handicapé ou en difficulté d'adaptation ou d'apprentissage (EHDA) et effectif scolaire ordinaire de la formation générale des jeunes, selon les handicaps et difficultés et la fréquentation ou non d'une classe ordinaire, Québec, de 2012-2013 à 2021-2022. https://bdso.gouv.qc.ca/pls/ken/ken2122_navig_niv_2.page_niv2?p_iden_tran=REPERXRFMU85652770234%7DKiEe&p_id_ss_domn=825
- Griswold, D. E., Barnhill, G. P., Myles, B. S., Hagiwara, T. et Simpson, R. L. (2002). Asperger syndrome and academic achievement. *Focus on Autism and Other Developmental Disabilities*, 17(2), 94-102. <https://doi.org/10.1177/10883576020170020401>
- Gunn, K. C. M. et Delafield-Butt, J. T. (2016). Teaching children with autism spectrum disorder with restricted interests: A review of evidence for best practice. *Review of Educational Research*, 86(2), 408–430. <https://doi.org/10.3102/0034654315604027>
- Happé, F., Booth, R., Charlton, R. et Hughes, C. (2006). Executive function deficits in autism spectrum disorders and attention-deficit/hyperactivity disorder: examining profiles across domains and ages. *Brain and cognition*, 61(1), 25-39. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2006.03.004>
- Hill, E. L. (2004). Evaluating the theory of executive dysfunction in autism. *Developmental review*, 24(2), 189-233. <https://doi.org/10.1016/j.dr.2004.01.001>
- Hwang, J. et Riccomini, P. J. (2016). Enhancing mathematical problem solving for secondary students with or at risk of learning disabilities: A literature review. *Learning Disabilities Research et Practice*, 31, 169–181. <https://doi.org/10.1111/ldrp.12105>
- Jeste, S. S. et Geschwind, D. H. (2014). Disentangling the heterogeneity of autism spectrum disorder through genetic findings. *Nature Reviews Neurology*, 10(2), 74-81. <https://doi.org/10.1038/nrneurol.2013.278>
- Jitendra, A., DiPipi, C. M. et Perron-Jones, N. (2002). An exploratory study of schema-based word-problem—Solving instruction for middle school students with learning disabilities: An emphasis on conceptual and procedural understanding. *The Journal of Special Education*, 36(1), 23-38. <https://doi.org/10.1177/00224669020360010301>
- Jitendra, A., Griffin, C. C., Haria, P., Leh, J., Adams, A. et Kaduvettoor, A. (2007). A comparison of single and multiple strategy instruction on third-grade students' mathematical problem solving. *Journal of Educational Psychology*, 99(1), 115. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.99.1.115>

- Jitendra, A., Griffin, C. C., McGoey, K., Gardill, M. C., Bhat, P. et Riley, T. (1998). Effects of mathematical word problem solving by students at risk or with mild disabilities. *The Journal of Educational Research*, 91(6), 345-355. <https://doi.org/10.1080/00220679809597564>
- Jitendra, A. K., Nelson, G., Pulles, S. M., Kiss, A. J. et Houseworth, J. (2016). Is mathematical representation of problems an evidence-based strategy for students with mathematics difficulties? *Exceptional Children*, 83(1), 412-438. <https://doi.org/10.1177/002246699703000404>
- Jones, C. R., Simonoff, E., Baird, G., Pickles, A., Marsden, A. J., Tregay, J., Happé, F. et Charman, T. (2018). The association between theory of mind, executive function, and the symptoms of autism spectrum disorder. *Autism Research*, 11(1), 95-109. <https://doi.org/10.1002/aur.1873>
- Jury, M., Perrin, A. L., Desombre, C. et Rohmer, O. (2021). Teachers' attitudes toward the inclusion of students with autism spectrum disorder: Impact of students' difficulties. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 83, 101746. <https://doi.org/10.1016/j.rasd.2021.101746>
- Kim, S. H., Bal, V. H. et Lord, C. (2018). Longitudinal follow-up of academic achievement in children with autism from age 2 to 18. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 59(3), 258-267. <https://doi.org/10.1111/jcpp.12808>
- Koegel, L. K., Singh, A. K. et Koegel, R. L. (2010). Improving motivation for academics in children with autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 40(9), 1057-1066. <https://doi.org/10.1007/s10803-010-0962-6>
- Krawec, J., Huang, J., Montague, M., Kressler, B. et Melia de Alba, A. (2013). The effects of cognitive strategy instruction on knowledge of math problem-solving processes of middle school students with learning disabilities. *Learning Disability Quarterly*, 36(2), 80-92. <https://doi.org/10.1177/0731948712463368>
- Lambert, R., et Tan, P. (2017). Conceptualizations of students with and without disabilities as mathematical problem solvers in educational research: A critical review. *Education Sciences*, 7(2), 51.
- Larkey, S. et Adkins, J. (2013). *Practical mathematics for children with an autism spectrum disorder and other developmental delays*. Jessica Kingsley Publishers.
- Lebeau, R. et Bouffard, T. (2022). Étude longitudinale des relations entre la perception de compétence, la motivation et le rendement scolaires. *Canadian Journal of Education/Revue canadienne de l'éducation*, 45(4), 987-1027. <https://doi.org/10.53967/cje-rce.5281>
- Lee, J., Bryant, D. P., Ok, M. W. et Shin, M. (2020). A systematic review of interventions for algebraic concepts and skills of secondary students with learning disabilities. *Learning Disabilities Research & Practice*, 35(2), 89-99. <https://doi.org/10.1111/ldrp.12217>
- Leonard, N. M. et Smyth, S. (2022). Does training matter? Exploring teachers' attitudes towards the inclusion of children with autism spectrum disorder in mainstream education in Ireland. *International journal of inclusive education*, 26(7), 737-751. <https://doi.org/10.1080/13603116.2020.1718221>

- Lessard, V., Chouinard, R. et Bergeron, J. (2009). Incidence de la motivation des élèves du secondaire sur leur classement en mathématiques. *Revue des sciences de l'éducation*, 35(3), 217-235.
<https://doi.org/10.7202/039863ar>
- Lindner, K. T., Nusser, L., Gehrler, K. et Schwab, S. (2021). Differentiation and grouping practices as a response to heterogeneity—teachers' implementation of inclusive teaching approaches in regular, inclusive and special classrooms. *Frontiers in Psychology*, 12, 676482.
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.676482>
- Mancil, G. R. et Pearl, C. E. (2008). Restricted Interests as Motivators: Improving Academic Engagement and Outcomes of Children on the Autism Spectrum. *Teaching Exceptional Children Plus*, 4(6), n6.
- Martinez-Murcia, F. J., Lai, M. C., Górriz, J. M., Ramirez, J., Young, A. M., Deoni, S. C. et Ecker, C., Lombardo, M. V., MRC AIMS Consortium, Baron-Cohen, S., Murphy, D. G., Bullmore, E. T., Suckling, J. (2017). On the brain structure heterogeneity of autism: Parsing out acquisition site effects with significance-weighted principal component analysis. *Human Brain Mapping*, 38(3), 1208-1223.
<https://doi.org/10.1002/hbm.23449>
- Mayes, S. D. et Calhoun, S. L. (2006). Frequency of reading, math, and writing disabilities in children with clinical disorders. *Learning and individual Differences*, 16(2), 145-157.
<https://doi.org/10.1016/j.lindif.2005.07.004>
- Mayes, S. D. et Calhoun, S. L. (2008). WISC-IV and WIAT-II profiles in children with high-functioning autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 38(3), 428-439.
<https://doi.org/10.1007/s10803-007-0410-4>
- Mehling, M.H. et Tassé, M.J. (2016). Severity of autism spectrum disorders: Current conceptualization, and transition to DSM-5. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 46, 2000–2016.
<https://doi.org/10.1007/s10803-016-2731-7>
- Meindl, J. N., Delgado, D. et Casey, L. B. (2020). Increasing engagement in students with autism in inclusion classrooms. *Children and Youth Services Review*, 111, 104854.
<https://doi.org/10.1016/j.childyouth.2020.104854>
- Minshew, N. J., Goldstein, G., Taylor, H. G. et Siegel, D. J. (1994). Academic achievement in high functioning autistic individuals. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 16(2), 261-270. <https://doi.org/10.1080/01688639408402637>
- Ministère de la Santé et des Services Sociaux. (2017). *Des actions structurantes pour les personnes et leur famille : Plan d'action sur le trouble du spectre de l'autisme 2017-2022*. Gouvernement du Québec.
- Ministère de l'Éducation de l'Ontario. (2007). *Pratiques pédagogiques efficaces pour les élèves atteints de troubles du spectre autistique : guide pédagogique*. Ministère de l'Éducation de l'Ontario.
<http://www.edu.gov.on.ca/fre/general/elemsec/speced/autismSpecDisf.pdf>
- Ministère de l'Éducation du Loisir et du Sport. (2010). *Rencontre des partenaires en éducation: document d'appui à la réflexion, Rencontre sur l'intégration des élèves handicapés ou en difficulté, Québec*.

- Ministère de l'Éducation du Québec. (1988). *Guide pédagogique. Primaire. Mathématique. Résolution de problèmes. Orientation générale. Fascicule K*. Gouvernement du Québec.
- Ministère de l'Éducation du Québec. (1999). *Politique de l'adaptation scolaire : Une école adaptée à tous ses élèves*. Gouvernement du Québec.
- Ministère de l'Éducation du Québec. (2006). *Programme de formation de l'école québécoise. Enseignement secondaire, premier cycle*. Gouvernement du Québec.
- Ministère de l'Éducation du Québec. (2022). *Favoriser la réussite éducation des élèves autistes*. <https://www.telug.ca/site/etudes/clom/favoriser-la-reussite-educative-des-eleves-autistes.php>
- Ministère de l'Éducation et de l'Enseignement Supérieur. (2019). *Référentiel d'intervention en mathématiques*. Gouvernement du Québec.
- Moll, K., Kunze, S., Neuhoff, N., Bruder, J., & Schulte-Körne, G. (2014). Specific learning disorder: prevalence and gender differences. *PLoS One*, 9(7), e103537.
- Montague, M. (1996). Assessing Mathematical Problem Solving. *Learning Disabilities Research and Practice*, 11(4), 238-248.
- Montague, M. (1997). Student perception, mathematical problem solving, and learning disabilities. *Remedial and Special Education*, 18(1), 46-53. <https://doi.org/10.1177/074193259701800108>
- Montague, M. (2008). *Implementing Solve it!. A professional development guide for facilitators : Exceptionnal innovations*.
- Montague, M. et Applegate, B. (1993). Mathematical problem-solving characteristics of middle school students with learning disabilities. *The Journal of Special Education*, 27(2), 175–201. <https://doi.org/10.1177/002246699302700203>
- Montague, M., Applegate, B. et Marquard, K. (1993). Cognitive strategy instruction and mathematical problem-solving performance of students with learning disabilities. *Learning Disabilities Research & Practice*, 8(4), 223-232.
- Montague, M. et Bos, C. (1986). The effect of cognitive strategy training on verbal math problem solving performance of learning disabled adolescents. *Journal of Learning Disabilities*, 19, 26-33.
- Montague, M., Bos, C. S. et Doucette, M. (1990). Cognitive and metacognitive characteristics of eighth grade students' mathematical problem solving. *Learning and Individual Differences*, 2(3), 371-388. [https://doi.org/10.1016/1041-6080\(90\)90012-6](https://doi.org/10.1016/1041-6080(90)90012-6)
- Montague, M., Bos, C. S. et Doucette, M. (1991). Affective, cognitive, metacognitive attributes of eighth-grade mathematical problem solvers. *Learning Disabilities Research et Practice*, 6(3), 145–151.

- Montague, M., Enders, C. et Dietz, S. (2011). Effects of cognitive strategy instruction on math problem solving of middle school students with learning disabilities. *Learning Disability Quarterly*, 34(4), 262-272. <https://doi.org/10.1177/0731948711421762>
- Montague, M., Krawec, J., Enders, C. et Dietz, S. (2014). The effects of cognitive strategy instruction on math problem solving of middle-school students of varying ability. *Journal of Educational Psychology*, 106(2), 469. <https://doi.org/10.1037/a0035176>
- Montague, M. et Van Garderen, D. (2003). A cross-sectional study of mathematics achievement, estimation skills, and academic self-perception in students of varying ability. *Journal of Learning Disabilities*, 36(5), 437-448. <https://doi.org/10.1177/00222194030360050501>
- Morsanyi, K., van Bers, B. M. C. W., McCormack, T. et McGourty, J. (2018). The prevalence of specific learning disorder in mathematics and comorbidity with other developmental disorders in primary school age children. *British Journal of Psychology*, 109(4), 917-940. <https://doi.org/10.1111/bjop.12322>
- Moudon, V. (2015). L'hétérogénéité en classe d'enseignement spécialisé : quelles stratégies d'enseignement mettre en place ? [mémoire de maîtrise, Haute École Pédagogique Bejune]
- Paré, M. (2011). Pratiques d'individualisation en enseignement primaire au Québec visant à faciliter l'intégration des élèves handicapés ou des élèves en difficulté au programme de formation générale [thèse de doctorat, Université de Montréal, Canada].
- Nader, A. M., Courchesne, V., Dawson, M. et Soulières, I. (2016). Does WISC-IV underestimate the intelligence of autistic children? *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 46(5), 1582–1589. <https://doi.org/10.1007/s10803-014-2270-z>
- Nader, A.-M., Jelenic, P. et Soulières, I. (2015). Discrepancy between WISC-III and WISC-IV cognitive profile in autism spectrum: what does it reveal about autistic cognition? *PLoS One*, 10(12), e0144645. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0144645>
- Noiseux, M. (2021). *Trouble du spectre de l'autisme et autres handicaps. Portfolio thématique*. Longueuil : Centre intégré de santé et services sociaux de la Montérégie-Centre, Direction de santé publique, équipe Surveillance. <http://extranet.santemonteregie.qc.ca/sante-publique/surveillance-etat-sante/portfolio.fr.html>
- Norbury, C. F. et Bishop, D. V. (2002). Inferential processing and story recall in children with communication problems: a comparison of specific language impairment, pragmatic language impairment and high-functioning autism. *International Journal of Language et Communication Disorders*, 37(3), 227-251. <https://doi.org/10.1080/13682820210136269>
- Oliveras-Rentas, R. E., Kenworthy, L., Roberson, R. B., Martin, A. et Wallace, G. L. (2012). WISC-IV profile in high-functioning autism spectrum disorders: impaired processing speed is associated with increased autism communication symptoms and decreased adaptive communication abilities. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 42(5), 655-664. <https://doi.org/10.1007/s10803-011-1289-7>

- Olivier, E., Archambault, I., De Clercq, M. et Galand, B. (2019). Student self-efficacy, classroom engagement, and academic achievement: Comparing three theoretical frameworks. *Journal of youth and adolescence*, 48, 326-340. <https://doi.org/10.1007/s10964-018-0952-0>
- Oswald, T. M., Beck, J. S., Iosif, A. M., McCauley, J. B., Gilhooly, L. J., Matter, J. C. et Solomon, M. (2016). Clinical and cognitive characteristics associated with mathematics problem solving in adolescents with autism spectrum disorder. *Autism Research*, 9, 480–490. <https://doi.org/10.1002/aur.1524>
- Ouellet, Y. (1997). Un cadre de référence en enseignement stratégique. *Vie pédagogique*, 104, 4-11.
- Paisley, C. A., Eldred, S. W., Cawley, A. et Tomeny, T. S. (2022). Teacher-reported classroom strategies and techniques for students with autism spectrum disorder. *Focus on Autism and Other Developmental Disabilities*, 0(0). <https://doi.org/10.1177/10883576221125485>
- Parsons, S. A., Vaughn, M., Scales, R. Q., Gallagher, M. A., Parsons, A. W., Davis, S. G., Pierczynski, M. et Allen, M. (2018). Teachers' instructional adaptations: A research synthesis. *Review of Educational Research*, 88(2), 205–242. <https://doi.org/10.3102/0034654317743198>
- Picard, C. (2018). *Enseigner la résolution de problèmes. Accompagner les élèves de 5 à 12 ans dans le développement de la compétence à résoudre des problèmes*. Chenelière Éducation.
- Plante, I., Chaffee, K.E., Olivier, E., Dupéré, V. et Bernier, V. (2022). Influence des pratiques perçues de gestion de classe et du climat de classe sur le rendement scolaire en mathématiques et en français : le rôle médiateur de la motivation. *Didactique*, 3(3), pp. 85- 113. <https://doi.org/10.37571/2022.0305>
- Prince-Embury, S., & Saklofske, D. (2016). *Resilience in children, adolescents and adults: translating research into practice*. New York: Springer.
- Poirier, N., Abouzeid, N., Taieb-Lachance, C. et Smith, E.-L. (2017). Le programme de formation et les stratégies éducatives déclarées offerts aux adolescents ayant un trouble du spectre de l'autisme qui fréquentent une classe spécialisée. *Canadian Journal of Education/Revue canadienne de l'éducation*, 40(4), 457-485. <https://www.jstor.org/stable/90018377>
- Pólya, G. (1945). *How to Solve It*. Princeton University Press.
- Purpura, D. J., Schmitt, S. A. et Ganley, C. M. (2017). Foundations of mathematics and literacy: The role of executive functioning components. *Journal of Experimental Child Psychology*, 153, 15-34. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2016.08.010>
- Reszka, S.S., Boyd, B.A., McBee, M., Hume, K. A. et Odom, S.L. (2014). Brief report: Concurrent validity of autism symptom severity measures. *Journal of Autism Developmental Disorders*, 44, 466–470. <https://doi.org/10.1007/s10803-013-1879-7>
- Reynolds, D., Teddlie, C., Stringfield, S. et Creemers, B. (2002). *World class schools: International perspectives on school effectiveness*. Routledge.
- Richoz, J.-C. (2009). *Gestion de classes et d'élèves difficiles*. Favre.

- Roberts, J., et Simpson, K. (2016). A review of research into stakeholder perspectives on inclusion of students with autism in mainstream schools. *International Journal of Inclusive Education*, 20(10), 1084-1096. <https://doi.org/10.1080/13603116.2016.1145267>
- Rockwell, S. B., Griffin, C. C. et Jones, H. A. (2011). Schema-Based Strategy Instruction in Mathematics and the Word Problem-Solving Performance of a Student With Autism. *Focus on Autism and Other Developmental Disabilities*, 26(2), 87-95. <https://doi.org/10.1177/1088357611405039>
- Root, J. R. (2019). Effects of explicit instruction on acquisition and generalization of mathematical concepts for a student with autism spectrum disorder. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 57, 1-6. <https://doi.org/10.1016/j.rasd.2018.09.005>
- Root, J. R., Ingelin, B. et Cox, S. K. (2021). Teaching mathematical word problem solving to students with autism spectrum disorder: A best-evidence synthesis. *Education and Training in Autism and Developmental Disabilities*, 56(4), 420–436. <https://doi.org/10.1177/00400599221116821>
- Rousseau, N. et Bergeron, L. (2017). Le parcours de formation axée sur l'emploi : la parole aux jeunes. *McGill Journal of Education/Revue des sciences de l'éducation de McGill*, 52(1), 135–148. <https://doi.org/10.7202/1040808ar>
- Sabapathy, T., Madduri, N., Deavenport-Saman, A., Zamora, I., Schrage, S., & Vanderbilt, D. (2017). Parent-reported strengths in children with autism spectrum disorders at the time of an interdisciplinary diagnostic evaluation. *Journal of Developmental and Behavioural Pediatrics*, 38(3), 181–186. <https://doi.org/10.1097/DBP.0000000000000423>
- Saloviita, T. (2020). Attitudes of teachers towards inclusive education in Finland. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 64(2), 270-282. <https://doi.org/10.1080/00313831.2018.1541819>
- Saggers, B. (2015). Student perceptions: Improving the educational experiences of high school students on the autism spectrum. *Improving Schools*, 18(1), 35-45. <https://doi.org/10.1177/1365480214566213>
- Schaefer Whitby, P. J. (2013). The effects of Solve it! on the mathematical word problem solving ability of adolescents with autism spectrum disorders. *Focus on Autism and Other Developmental Disabilities*, 28(2), 78-88. <https://doi.org/10.1177/1088357612468764>
- Schaefer Whitby, P. J. (2018). *Solve it! Teaching mathematical word problem solving to students with autism spectrum disorder: Exceptionnall innovations.*
- Schaefer Whitby, P. J. (Sous presse). *Résous! Enseigner la résolution de problèmes mathématiques écrits aux élèves ayant un trouble du spectre de l'autisme.* (Bessette, M., Poirier, N. et Monier-Giroux, L. Trad.). Exceptionnall innovations. (Titre original publié en 2018)
- Schaefer Whitby, P. J. et Mancil, G. R. (2009). Academic achievement profiles of children with high functioning autism and Asperger syndrome: A review of the literature. *Education and Training in Developmental Disabilities*, 44(4), 551-560. <https://www.jstor.org/stable/24234262>

- Scheeren, A. M., de Rosnay, M., Koot, H. M. et Begeer, S. (2013). Rethinking theory of mind in high-functioning autism spectrum disorder. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 54(6), 628-635. <https://doi.org/10.1111/jcpp.12007>
- Shen, C. et Tam, H.-P. (2008). The paradoxical relationship between student achievement and self-perception: A cross-national analysis based on three waves of TIMSS data. *Educational Research and Evaluation*, 14(1), 87-100. <https://doi.org/10.1080/13803610801896653>
- Simonoff, E., Kent, R., Stringer, D., Lord, C., Briskman, J., Lukito, S., Pickles, A., Charman, T. et Baird, G. (2020). Trajectories in symptoms of autism and cognitive ability in autism from childhood to adult life: Findings from a longitudinal epidemiological cohort. *Journal of the American Academy of Child et Adolescent Psychiatry*, 59(12), 1342-1352. <https://doi.org/10.1016/j.jaac.2019.11.020>
- Simonoff, E., Pickles, A., Charman, T., Chandler, S., Loucas, T. et Baird, G. (2008). Psychiatric disorders in children with autism spectrum disorders: prevalence, comorbidity, and associated factors in a population-derived sample. *Journal of the American Academy of Child et Adolescent Psychiatry*, 47(8), 921-929. <https://doi.org/10.1097/CHI.0b013e318179964f>
- Simpson, R. L. (2005). Evidence-based practices and students with autism spectrum disorders. *Focus on Autism and Other Developmental Disabilities*, 20(3), 140-149. <https://doi.org/10.1177/10883576050200030201>
- Somale, A., Kondekar, S. V., Rathi, S. et Iyer, N. (2016). Neurodevelopmental comorbidity profile in specific learning disorders. *International Journal of Contemporary Pediatrics*, 3(2), 355-361. <https://doi.org/10.18203/2349-3291.ijcp20160836>
- Steinbrenner, J. R., Hume, K., Odom, S. L., Morin, K. L., Nowell, S. W., Tomaszewski, B., Szendrey, S., MacIntyre, N. S., Yücesoy-Özkan, S. et Savage, M. N. (2020). *Evidence-based practices for children, youth, and young adults with autism*. Chapel Hill: The University of North Carolina, Frank Porter Graham Child Development Institute, National Clearinghouse on Autism Evidence and Practice Review Team. <https://ncaep.fpg.unc.edu/sites/ncaep.fpg.unc.edu/files/imce/documents/EBP%20Report%202020.pdf>
- Sturm, A., Kuhfeld, M., Kasari, C. et McCracken, J. (2017). Development and validation of an item response theory-based Social Responsiveness Scale short form. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 58(9), 1053–1061. <https://doi.org/10.1111/jcpp.12731>
- Suprayogi, M. N., Valcke, M. et Godwin, R. (2017). Teachers and their implementation of differentiated instruction in the classroom. *Teaching and Teacher Education*, 67, 291-301. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2017.06.020>
- Swanson, H.L. (2001). Reading intervention research outcomes and students with learning disabilities : What are the major instructional ingredients for successful outcomes? *Perspectives*, 27(2), 18-20.
- Tardif, J. (1991). *Pour un enseignement stratégique. L'apport de la psychologie cognitive*. Éditions logique.

- Taub, D. A., McCord, J. A. et Ryndak, D. L. (2017). Opportunities to learn for students with extensive support needs: A context of research supported practices for all in general education classes. *The Journal of Special Education*, 51(3), 127–137. <https://doi.org/10.1177/0022466917696263>
- Titeca, D., Roeyers, H., Loeyts, T., Ceulemans, A. et Desoete, A. (2015). Mathematical abilities in elementary school children with autism spectrum disorder. *Infant and Child Development*, 24(6), 606-623. <https://doi.org/10.1002/icd.1909>
- Trépanier, N. et Labonté, M. (2014). Un modèle d'équipe de soutien à l'enseignant pour offrir des services intégrés en contexte inclusif ontarien : le cas d'élèves présentant un trouble du spectre de l'autisme. *Revue francophone de la déficience intellectuelle*, 25, 131–147. <https://doi.org/10.7202/1028218ar>
- Tomlinson, C. A. et Imbeau, M. B. (2010). *Leading and Managing a Differentiated Classroom*. ASCD Books.
- Tong, S. X., Wong, R. W. Y., Kwan, J. L. Y. et Arciuli, J. (2020). Theory of mind as a mediator of reading comprehension differences between Chinese school-age children with autism and typically developing peers. *Scientific Studies of Reading*, 24(4), 292-306. <https://doi.org/10.1080/10888438.2019.1666133>
- Tremblay, P. (2015). Les attitudes d'enseignants du secondaire envers la Politique québécoise de l'adaptation scolaire. *Canadian Journal of Education/Revue canadienne de l'éducation*, 38(3), 1-29. <https://www.jstor.org/stable/10.2307/canajeducrevucan.38.3.06>
- Troyb, E., Orinstein, A., Tyson, K., Helt, M., Eigsti, I. M., Stevens, M. et Fein, D. (2014). Academic abilities in children and adolescents with a history of autism spectrum disorders who have achieved optimal outcomes. *Autism*, 18(3), 233-243. <https://doi.org/10.1177/1362361312473519>
- Viau, R. (2009). *La motivation en contexte scolaire*: Éditions du Renouveau pédagogique.
- Wagner, M., Marder, C., Blackorby, J., Cameto, R., Newman, L., Levine, P. et Davies-Mercier, E. (2003). *The achievements of youth with disabilities during secondary school*. SRI International.
- Wei, X., Christiano, E. R., Yu, J. W., Wagner, M. et Spiker, D. (2015). Reading and math achievement profiles and longitudinal growth trajectories of children with an autism spectrum disorder. *Autism*, 19(2), 200-210. <https://doi.org/10.1177/1362361313516549>
- Wei, X., Lenz, K. B. et Blackorby, J. (2013). Math growth trajectories of students with disabilities: Disability category, gender, racial, and socioeconomic status differences from ages 7 to 17. *Remedial and Special Education*, 34(3), 154-165. <https://doi.org/10.1177/0741932512448253>
- Williamson, P., Carnahan, C. R. et Jacobs, J. A. (2012). Reading comprehension profiles of high-functioning students on the autism spectrum: A grounded theory. *Exceptional Children*, 78(4), 449-469. <https://doi.org/10.1177/001440291207800404>

- Wong, C., Odom, S. L., Hume, K. A., Cox, A. W., Fettig, A., Kucharczyk, S., Brock, M.E., Plavnick, J.B., Fleury, V.P. et Schultz, T. R. (2015). Evidence-based practices for children, youth, and young adults with autism spectrum disorder: A comprehensive review. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 45(7), 1951-1966. <https://doi.org/10.1007/s10803-014-2351-z>
- Woodman, A. C., Smith, L. E., Greenberg, J. S. et Mailick, M. R. (2016). Contextual factors predict patterns of change in functioning over 10 years among adolescents and adults with autism spectrum disorders. *Journal of autism and developmental disorders*, 46, 176-189. <https://doi.org/10.1007/s10803-015-2561-z>
- Yates, M. K. (2016). *Building better schools: A new model for autism inclusion in Seattle* [Thèse de doctorat, University of Washington]. ResearchWorks Archive. <http://hdl.handle.net/1773/38031>
- Yeung, M. K., Han, Y. M. Y., Sze, S. L. et Chan, A. S. (2016). Abnormal frontal theta oscillations underlie the cognitive flexibility deficits in children with high-functioning autism spectrum disorders. *Neuropsychology*, 30(3), 281–295. <https://doi.org/10.1037/neu0000231>
- Zachor, D. A. et Ben-Itzhak, E. (2020). From toddlerhood to adolescence, trajectories and predictors of outcome: Long-term follow-up study in autism Spectrum disorder. *Autism Research*, 13(7), 1130-1143. <https://doi.org/10.1002/aur.2313>