

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

TROUBLE DU DÉFICIT DE L'ATTENTION AVEC OU SANS HYPERACTIVITÉ ET MATHÉMATIQUES :
EFFET DE LA SÉVÉRITÉ DES COMPORTEMENTS D'INATTENTION SUR LES COMPÉTENCES DE BASE
EN MATHÉMATIQUES, LE CALCUL ET LA RÉOLUTION DE PROBLÈMES

ESSAI DOCTORAL

PRÉSENTÉ

COMME EXIGENCE PARTIELLE

DU DOCTORAT EN PSYCHOLOGIE (PSY.D.)

PAR

JEAN-CYPRIEN BÉCUE

NOVEMBRE 2022

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

Le mot « remercier » et ses origines viennent d’occuper 20 minutes de ma vie, mais rassurez-vous, je ne suis pas souffrant. L’étymologie est une obsession personnelle. Il est divertissant de découvrir que derrière ce terme se cache, au départ, une sémantique de rétribution mercantile, issue du latin *merces*, terme dont le sens confine aux notions de récompense, de prix, de salaire, ou d’intérêt. Quitte à laisser temporairement de côté le monde merveilleux de l’étymologie, je préfère parler ici de gratitude. J’aimerais que chaque personne qui trouvera son nom dans ces quelques lignes considère les mots qui lui sont adressés comme les témoins non-exhaustifs de ma gratitude.

Mes premiers mots vont à ma directrice de thèse, Marie-Claude Guay. Ma chère Marie-Claude, je ne sais même pas comment te témoigner ma gratitude, tant je te suis redevable. Il y a 3 ans, après plus de 4 années d’errance au sein d’une première direction de thèse pour le moins dysfonctionnelle, tu as accepté à la volée de me prendre sous ton aile, sans hésitation, malgré la surcharge de travail chronique à laquelle tu es confrontée. Ensemble, nous avons pensé, conçu, mis en place et mené à son terme ce projet. Repartir de zéro après tant d’années d’errance n’aurait jamais été possible sans ta confiance, ton esprit affûté et ta bienveillance. Je me considère extrêmement chanceux que la vie t’ait mis sur ma route. Ta confiance m’est précieuse et dépasse de très loin le seul cadre de la recherche et de l’université. J’espère continuer à m’en montrer digne dans les années à venir.

Au même titre, il serait impensable de ne pas mentionner un autre mentor exceptionnel, Éric Siéoff, mon directeur de maîtrise. Éric, vous avez cru en moi à une époque où, autrement, je me serais enlisé dans une certaine médiocrité. Curieux mélange d’intransigeance et de bienveillance, vous m’avez inculqué une rigueur et une discipline qui m’accompagnent encore à ce jour. Votre appui pour me permettre aller chercher un doctorat au Québec fut déterminant. Bien que j’aie choisi une voie différente, je garde précieusement dans mon cœur comme un honneur l’offre que vous m’avez faite d’effectuer un doctorat à vos côtés. Je ne pourrais jamais assez vous remercier d’avoir fait de moi quelqu’un.

Ma rigueur, je la dois certainement encore à trois autres figures d’enseignement. Paul Jacqmarcq, professeur de philosophie à la fin de mes études secondaires, ignore certainement à quel point un simple sermon résonne (ou devrais-je dire « raisonne »?) encore entre mes deux oreilles aujourd’hui. Quelques mots bien choisis peuvent bousculer une vie, et de toutes les personnes citées, Paul Jacqmarcq est

certainement le premier à m'avoir empêché de sombrer dans la médiocrité. Mes remerciements vont également à Caroline Baclet-Roussel, ma « maman psy », la première à m'avoir inculqué les rudiments de la pratique rigoureuse en neuropsychologie clinique et à Christiane Flessas qui aura eu le rôle difficile (surtout avec un têtard comme moi!) de venir affiner encore ces connaissances et cette rigueur l'an passé.

Des remerciements particuliers pour Nathalie Poirier et Julie Leclerc, professeure du département de psychologie de l'UQAM, qui ont accepté de prendre part à l'évaluation de cet ouvrage. Un clin d'œil rapide à Hugues Leduc, statisticien du département de psychologie de l'UQAM, bras-droit du célèbre superhéros Stats-Man, dont l'aide autant que les bons mots et la chaleur furent inestimables. Des remerciements spéciaux également pour Shayma Meneceur et Manon Larochelle, qui m'ont assisté avec diligence lors de l'étape harassante du recrutement expérimental. Sans elles, ce projet n'aurait certainement pas pu être aussi bien mené à son terme. Je remercie également mes participants sans lesquels rien de tout cela n'aurait été possible. Ensuite, mes trois mousquetaires québécois, Manuel, Mirko et Camille, ma garde rapprochée. Mes amis, vous êtes uniques, et je vous aime. Curieusement, vous ne vous êtes jamais rencontrés, il faudrait corriger cela un jour. Merci d'être dans ma vie! J'en pense tout autant pour mes trois Guillaume, désormais dispersés entre la France, la Belgique et l'Allemagne. Vous me manquez! Bien d'autres personnes merveilleuses ont croisé ma route ou peuplent et enrichissent mon quotidien. Des clin d'yeux en pagaille pour Édith, Taline, Gabrielle, Valérie, Étienne, Lucie, Yanick, Hélène, Marie-Claude (alias Dre T.), Janie, Mélissande et Shayma. J'aurais bien des choses à dire à chacun. La place manque, mais sachez que la vie serait plate sans vous!

J'aimerais aussi remercier Roxanne, qui a partagé ma vie pendant plus de 3 ans. La vie nous a amenés à nous séparer, mais je serais bien ingrat de passer sous silence tout l'amour, le soutien et le bonheur que tu m'as offerts. Allez savoir si on a le droit de remercier un petit chat : je remercie Succube, petit démon de jais qui m'a donné tant d'amour avant de nous quitter, emportée par un cancer.

Pour finir, à ma grand-mère, Nicole Renard, et à mon grand-père, Jean-Guy Bécue, qui me manquent terriblement, merci ! À mon père, Jean-Nicolas Bécue, dont je réalise que j'aimerais le connaître davantage, merci ! À mes sœurs, Sophie-Caroline et Marie-Isabelle, perdues de vue, mais que j'aime malgré nos différents, merci ! Et enfin, à mes frères Pierre-Elliott et Louis-Gabriel, que j'aime bien plus que de raison, merci !

Tous, je vous sais gré bien plus que vous ne l'imaginez !

DÉDICACE

À ma grand-mère, Nicole Renard, qui ne m'aura finalement jamais connu véritablement docteur, terminant sa dernière promenade quelques semaines avant que je n'atteigne la ligne d'arrivée.

À mon grand-père, Jean-Guy Bécue, dont je porte fièrement le nom, ainsi que le souvenir. Il semble que je me sois « hâté trop lentement », clin d'œil latiniste dont je suis certain qu'il t'aurait fait sourire.

L'autre Jean-Guy.

AVANT-PROPOS

« Quelle drôle d'idée! » me direz-vous. Être diplômé d'une maîtrise en psychologie, être inséré sur le marché de l'emploi, après 6 années d'université et 3 mémoires, et décider de venir étudier 7 années supplémentaires à l'autre bout du monde. Me croirez-vous si je vous dis que je me suis toujours considéré comme un grand paresseux? Personne ne me croit jamais, à part mon père et mes frères, peut-être. Un drôle de paresseux dont la fierté à elle seule a suffi à animer tant d'efforts dans une vie. Psychologue diplômé en France, mon orgueil a été piqué au vif lorsque j'ai appris que mes confrères canadiens et québécois devaient obtenir un doctorat pour avoir le même titre. L'égo est une surprenante créature...

Bien des péripéties et tumultes (et même quelques avanies) ont traversé ma route au cours de ces presque 8 années. L'une des plus grosses embûches fut certainement la survenue d'un changement de direction de thèse, assorti d'un changement de sujet, en mars 2019. Malgré l'irréversible marche forcée qui s'ensuivit, grand bien m'en fit. A ceux qui liront ces quelques lignes et surtout le contenu qu'elles précèdent, sachez que je me suis toujours destiné à la pratique clinique mais que j'espère m'être montré digne des attentes de l'essai doctoral et du temps que vous m'accorderez. Plus généralement, ce document consacre une petite trace de mon passage et sanctionnera (positivement, je l'espère) mes aspirations à devenir neuropsychologue, pour la deuxième fois. Puissé-je me montrer à la hauteur de cette profession que je chéris.

A ma directrice, à mes évaluateurs, ainsi qu'à ceux qui, par affection, par intérêt ou par curiosité (ou même par erreur !), seraient sur le point de s'aventurer au-delà de cet avant-propos : Bonne lecture!

TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS	ii
DÉDICACE	iv
AVANT-PROPOS.....	v
LISTE DES TABLEAUX	viii
LISTE DES ABRÉVIATIONS, DES SIGLES ET DES ACRONYMES.....	ix
LISTE DES SYMBOLES ET DES UNITÉS	x
RÉSUMÉ.....	xi
INTRODUCTION	1
CHAPITRE 1 CONTEXTE THÉORIQUE.....	3
1.1 Savoirs mathématiques.....	3
1.1.1 Compétences de base en mathématiques et cognition	4
1.1.2 Compétences de calcul et cognition	5
1.1.3 Compétences de résolution de problèmes et cognition	6
1.2 Trouble du déficit de l'attention avec ou sans hyperactivité.....	6
1.2.1 Troubles spécifiques des apprentissages et TDAH	7
1.2.2 TDAH et difficultés d'apprentissage	8
1.2.3 Approche catégorielle et approche dimensionnelle du TDAH	9
1.3 Mathématiques et TDAH.....	10
1.3.1 Mesures des performances mathématiques et TDAH.....	11
1.3.2 Évolution des compétences mathématiques et TDAH	12
1.3.3 Covariables des mathématiques et du TDAH	12
1.3.3.1 Fonctionnement intellectuel, mathématiques et TDAH.....	13
1.3.3.2 Mémoire de travail, vitesse de traitement, mathématiques et TDAH	13
1.3.3.3 Sexe, mathématiques et TDAH	13
1.4 Problématique et objectifs.....	14
1.4.1 Problématique	14
1.4.2 Objectifs	14
CHAPITRE 2 Article	16
2.1 Résumé.....	16
2.2 Introduction	17
2.3 Objectifs et hypothèses.....	21
2.4 Méthode.....	22

2.4.1	Participants	22
2.4.2	Instruments de mesure.....	22
2.4.2.1	Questionnaires psychométriques	22
2.4.2.2	Épreuves psychométriques - Covariables.....	23
2.4.2.3	Épreuves psychométriques - Variables dépendantes.....	23
2.4.3	Procédure.....	24
2.5	Résultats.....	25
2.5.1	Analyses préliminaires	25
2.5.2	Matrice de corrélation	25
2.5.3	Régressions hiérarchiques	26
2.6	Discussion.....	29
2.7	Limites	33
2.8	Conclusions	34
2.9	Références.....	35
CHAPITRE 3 DISCUSSION GÉNÉRALE		42
3.1	Rôle différencié de l'inattention et de l'hyperactivité-impulsivité	43
3.2	Liens entre les mathématiques et les variables de contrôle	45
3.2.1	Liens entre le QI et les performances mathématiques.....	45
3.2.2	Liens entre la mémoire de travail, la vitesse de traitement de l'information et les performances mathématiques	46
3.2.3	Liens entre le sexe et les performances mathématiques	46
3.2.3.1	Sexe et temps d'exécution.....	47
3.3	Téléneuropsychologie : Méthode d'expérimentation à distance	48
3.4	Perspectives de recherches futures	51
3.5	Conclusions	52
ANNEXE 1 : Questionnaire "histoire médicale et des apprentissages"		53
RÉFÉRENCES		58

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Matrice de corrélation de Pearson (N = 45)	26
Tableau 2 : Régressions hiérarchiques reliées à l'épreuve numération (N=45).....	27
Tableau 3 : Régressions hiérarchiques reliées aux épreuves de calcul (N=45)	28
Tableau 4 : Régressions hiérarchiques reliées aux épreuves de résolution de problèmes (N=45).....	28

LISTE DES ABRÉVIATIONS, DES SIGLES ET DES ACRONYMES

APA	<i>American psychiatric association</i>
p. ex.	« par exemple »
etc.	<i>De et cætera desunt</i> : « et le reste manquant »
IC	Intervalle de confiance
IEA	<i>International association for the evaluation of educational achievement</i>
INSPQ	Institut national de santé publique du Québec
MEES	Ministère de l'éducation et de l'enseignement supérieur du Québec
OQLF	Office québécois de la langue française
QI	Quotient intellectuel
s. d.	Sans date
TDAH	Trouble du déficit de l'attention avec ou sans hyperactivité
VT	Vitesse de traitement de l'information

LISTE DES SYMBOLES ET DES UNITÉS

ΔR^2	Coefficient de détermination partiel
B	Coefficient de régression
β	Coefficient de régression bêta
R^2	Coefficient de détermination
SEb	Erreur standard de la courbe de régression

RÉSUMÉ

Cet essai doctoral investigate le rôle spécifique de la sévérité des symptômes comportementaux d'inattention et d'hyperactivité-impulsivité du TDAH sur différentes performances en mathématiques chez l'adolescent. Son but est de clarifier leurs effets sur les compétences de base en mathématiques, sur les performances de calcul et sur les capacités de résolution de problèmes, lesquelles se distinguent à la fois conceptuellement et par les variables indépendantes susceptibles de les influencer (QI, sexe, mémoire de travail, vitesse de traitement de l'information). Quarante-cinq adolescents âgés de 12 à 16 ans et 11 mois ont été recrutés pour cette étude. Chacun d'eux a complété des questionnaires et de multiples épreuves psychométriques mathématiques et non-mathématiques durant 2h30 d'entrevue d'évaluation. Leurs performances ont été standardisées et comparées aux données normatives des épreuves administrées. Par la suite, une matrice de corrélation a permis de montrer l'existence d'un lien négatif privilégié et spécifique entre la sévérité des symptômes d'inattention et les performances obtenues dans l'ensemble des épreuves mathématiques. Plusieurs analyses de régressions hiérarchiques ont permis d'identifier qu'une importante part de la variance des performances mathématiques est imputable à la sévérité de l'inattention, en particulier concernant les compétences de base en mathématiques, ceci une fois prises en considération les nombreuses covariables susceptibles d'expliquer autrement le phénomène. Les résultats abondent dans le sens de la littérature scientifique qui les précède, innovant notamment par l'exploration concomitante de différentes sphères mathématiques pour de mêmes participants, par le contrôle adéquat de multiples covariables, mais également par la démonstration d'atteintes significatives des compétences de base en mathématiques en fonction de la sévérité de l'inattention chez ces jeunes. Ce constat indique la nécessité d'intervenir spécifiquement en mathématiques auprès des jeunes dont la sévérité des symptômes d'inattention est importante, en mettant un accent particulier sur les compétences de base en mathématiques, dont l'incidence est susceptible de se répercuter sur les autres compétences.

Mots clés : Mathématiques, TDAH, Adolescent, Sévérité de l'inattention, Sévérité de l'hyperactivité-impulsivité

INTRODUCTION

L'un des pères de la méthode scientifique moderne, Sir Francis Bacon (1561-1626), s'exprimait en ces termes : « Si l'esprit d'un homme s'égare, faites-lui étudier les mathématiques, car dans les démonstrations, pour peu qu'il s'écarte, il sera obligé de recommencer. ». De bons mots, sous-tendant l'idée que les mathématiques forgeraient rigueur et discipline. Mais que faire alors, lorsque notre esprit s'égare bien malgré nous? Lorsque l'on perd constamment le fil de sa pensée et qu'il ne s'agit pas de défaillance coupable. Un état pénible dont chacun d'entre nous aura déjà fait l'expérience occasionnelle, que ce soit par le fait de pensées intrusives, de distractions envahissantes ou par simple manque de sommeil. Bien difficile dans ces heureusement rares situations, de réussir à maintenir un raisonnement logique sans en perdre l'essence, sans commettre d'erreur ou sans perdre un temps précieux. Que ferions-nous alors, si cet état d'égarement passager devenait chronique, quotidien, en dépit de nos efforts désespérés? Le sentiment de désarroi mêlé de frustration, que pourrait susciter une telle situation, traduit probablement une part du ressenti des personnes souffrant d'un trouble du déficit de l'attention avec ou sans hyperactivité (TDAH) face aux apprentissages.

Le TDAH est le trouble neurodéveloppemental le plus répandu à travers le monde. Ce trouble se caractérise par la présence de multiples symptômes d'inattention, d'hyperactivité et d'impulsivité. Selon une méta-analyse, sa prévalence est estimée à hauteur de 5,29% (IC95% [5,01%-5,56%]) des enfants et adolescents (Polanczyk et al., 2007; Polanczyk et al., 2014) et il persiste chez une grande partie des patients à l'âge adulte (Kessler et al., 2010). Au Québec, le TDAH se chiffrait à 4,1% des enfants en 2016 selon un rapport publié par l'Institut national de santé publique (INSPQ, 2019). Il se caractérise par des effets sur l'ensemble des sphères de vie et nombre d'études se sont intéressées à ses conséquences sur la réussite scolaire à long terme (Arnold et al., 2015; Jangmo et al., 2019). Les jeunes présentant un TDAH obtiennent de moins bons résultats scolaires, sont davantage sujets à l'absentéisme (Barbarese et al., 2007), au redoublement et au décrochage (Barbarese et al., 2007; Fried et al., 2013), et sont moins sélectionnés par les programmes secondaires contingentés (Jangmo et al., 2019). Ils ont également moins souvent accès aux études post-secondaires, pour lesquelles ils présentent davantage de risques d'abandon (Nugent & Smart, 2014). À terme, des répercussions majeures sont observées, avec des taux d'emploi plus faibles, de moindres revenus par comparaison aux gens ayant un niveau de fonctionnement intellectuel semblable, davantage de recours aux aides sociales et des prises de décisions financières plus délétères (emprunts, assurances, factures, etc.) (Bangma et al., 2019; Barkley et al., 2006; Beauchaine et al., 2020; Fletcher,

2014). Les répercussions scolaires du TDAH sont donc un enjeu majeur tant sur le plan immédiat qu'à longue échéance.

Parmi les apprentissages académiques les plus essentiels figurent les mathématiques. Omniprésentes, à la fois « science et langage universel » selon les mots du programme de formation de l'école québécoise, elles sont retrouvées dans de nombreuses disciplines scolaires, ainsi que dans de multiples métiers et activités (MEES, 2021). La numératie correspond à « la capacité d'une personne à comprendre et à utiliser des concepts mathématiques, lui permettant de maîtriser suffisamment l'information quantitative et spatiale pour être fonctionnelle en société. » (OQLF, 2018). Dans un document déposé en 2017, le Ministère de l'Éducation et de l'Enseignement Supérieur du Québec (MEES) rappelait notamment la dimension cruciale des compétences en numératie considérées comme un fondement de l'autonomie, requis « pour faire des choix éclairés dans sa vie personnelle, professionnelle et citoyenne ». De fait, la réussite en mathématiques constitue un enjeu d'une grande importance pour la plupart des sociétés modernes, si bien que malgré un classement au 16e rang mondial chez les élèves de 4e année, et au 6e rang mondial chez les élèves de 8e année (IEA 2019), loin devant le reste du Canada, le Québec entreprend de nombreuses démarches visant à intervenir auprès des élèves en difficulté dans cette discipline (MEES, 2019).

Paradoxalement, si l'éventail des interventions auprès des élèves en difficultés est largement développé pour les élèves présentant de l'hyperactivité, et bien que l'effet du TDAH sur la réussite scolaire à long terme soit connu, l'effet spécifique du TDAH sur les performances mathématiques a été jusqu'alors peu étudié dans la littérature scientifique. Tandis que la complexité des mathématiques s'accroît significativement au cours du cheminement scolaire, particulièrement à l'adolescence, seules quelques études ont exploré les effets du TDAH sur les performances mathématiques, le plus souvent durant l'enfance exclusivement. Ces investigations ont majoritairement été faites de façon globale et superficielle, ceci malgré la multiplicité des différents concepts et compétences qui composent cette discipline. Cet essai doctoral vise à améliorer les connaissances générales sur ce sujet, notamment en documentant de façon plus détaillée les performances dans différentes sphères mathématiques chez les adolescents souffrant d'un TDAH. Les résultats de cette étude permettront de fournir un meilleur éclairage sur les sphères les plus affectées, d'ouvrir des perspectives d'études futures, de mieux ajuster les évaluations spécialisées et de mieux intervenir chez ces jeunes dans le but de leur offrir les meilleures chances de succès, tant académiques que professionnelles.

CHAPITRE 1

CONTEXTE THÉORIQUE

Traiter des liens entre TDAH et mathématiques implique de prime abord de tenter de les définir individuellement, ceci avant de pouvoir aborder l'importance de les explorer et de les caractériser davantage. L'intrication entre les deux sera ensuite explorée au gré des données de la littérature scientifique et des covariables susceptibles d'en influencer la relation. Enfin, un rappel sera fait de la problématique, des objectifs et des hypothèses qui en ont découlé, animant par la même occasion le présent projet.

1.1 Savoirs mathématiques

Les mathématiques sont désignées comme l' « ensemble des sciences qui ont pour objet la quantité et l'ordre » (Le Robert, s. d.), ou encore comme la « science qui étudie par le moyen du raisonnement déductif les propriétés d'êtres abstraits (nombres, figures géométriques, fonctions, espaces, etc.), ainsi que les relations qui s'établissent entre eux. » (Larousse, s. d.). Dans cette discipline, les chercheurs en psychologie et en apprentissage distinguent fréquemment deux catégories de compétences : celles sollicitant davantage des connaissances procédurales et celles sollicitant davantage des connaissances conceptuelles (Hiebert, 1986). Les connaissances procédurales désignent les savoirs relatifs à l'aspect formel du langage mathématique (symboles, représentations), ainsi qu'à l'application de procédures et d'étapes clefs afin de résoudre un calcul ou un problème. Les connaissances conceptuelles désignent le réseau de relations s'établissant entre différents savoirs existants, ainsi qu'avec des informations nouvellement acquises. En d'autres mots, il s'agit de la représentation mentale qu'a un individu des règles et de la structure qui régissent les mathématiques (Rittle-Johnson et al., 2016). Les connaissances conceptuelles s'apparentent ainsi davantage à des réseaux qu'à des connaissances isolées. La propension dans laquelle les compétences mathématiques sollicitent ces deux types de connaissances varie. Certaines compétences, plus routinières comme le calcul, tendent à solliciter davantage la sphère procédurale, et d'autres, moins routinières comme la résolution de problèmes, sollicitent davantage la sphère conceptuelle (Braithwaite & Sprague, 2021). Le nuancier sous-tendu par cette approche souligne implicitement l'existence de

déterminants multiples pour les compétences mathématiques et donc, la pertinence de les considérer de façon séparée.

En convergence avec cette approche, eut-égard à la variété des fonctions cognitives impliquées, de nombreux travaux portant sur les apprentissages en mathématiques témoignent de la nécessité d'approcher les mathématiques selon différentes facettes plutôt que comme un bloc monolithique (p. ex. Cirino et al., 2016; Fuchs et al., 2010; Jögi & Kikas, 2015). À titre d'exemple, dans une étude longitudinale prenant place entre la fin de la 1^{re} et la fin de la 3^e année de primaire, Jögi et Kikas (2015) ont mis en évidence que l'évolution des aptitudes de calcul était principalement influencée par les capacités mathématiques préalables au premier temps de mesure, ainsi que par les habiletés de langage, tandis que les compétences de résolution de problèmes sont également influencées par l'intelligence non-verbale, le fonctionnement exécutif et les capacités de persistance à la tâche. Les habiletés mathématiques ne sont donc pas soumises aux mêmes déterminants, et bien qu'en apparence unies sous une même appellation, elles correspondent à des entités distinctes susceptibles d'évoluer de façon partiellement asynchrone. Ainsi, pour aborder la question de la réussite académique en mathématique, il convient donc d'évaluer plusieurs compétences séparément. Certains auteurs ont d'ailleurs démontré que les compétences en calcul et en résolution de problèmes contribuent en partie séparément à la réussite académique en mathématiques (Nunes et al., 2012), confirmation post-hoc du même phénomène. Cet essai doctoral se propose d'étudier distinctement diverses compétences mathématiques. Pour ce faire nous avons isolé séparément trois ensembles de compétences : les compétences dites « de base » en mathématiques, les compétences de calcul, et les compétences en résolution de problèmes.

1.1.1 Compétences de base en mathématiques et cognition

Les compétences de base en mathématiques désignent à la fois des capacités se regroupant sous l'appellation de sens du nombre et les faits arithmétiques fondamentaux. Il n'existe pas de définition consensuelle du sens du nombre, mais il pourrait être défini comme les capacités naturelles et innées de l'humain et de plusieurs espèces animales à percevoir, manipuler et comprendre d'emblée les notions de grandeurs et de quantités simples dès le début de la vie, sans apprentissage préalable. Ces capacités présentent une corrélation modérée, mais significative avec les performances académiques en mathématique tout au long de l'enfance et de l'adolescence (Tosto et al., 2017). Les troubles atteignant le sens du nombre, comme la dyscalculie, sont d'ailleurs associés à de grandes difficultés dans le traitement des informations de nature mathématique et à une altération majeure des performances spécifiquement

dans cette discipline (APA, 2013). La notion de faits arithmétiques fondamentaux désigne de multiples connaissances acquises au début de la scolarité, nécessaires à la compréhension et à l'application de raisonnements mathématiques plus avancés tels que les calculs complexes et l'algèbre (De Smedt, 2016). Ces connaissances, telles que les représentations symboliques (chiffres arabes, droites numériques, signes opératoires, notations scientifiques, etc.), constituent des prémices nécessaires à toute tâche mathématique avancée telles que les opérations numériques ou algébriques et les résolutions de problème. Ainsi, les compétences de base comprennent les capacités à dénombrer, compter, transcoder, approximer, comparer et ordonner des valeurs, comprendre des représentations symboliques. Elles comprennent également des notions plus complexes telles que les décimales, les fréquences, les exposants, les racines et autres notations scientifiques. Les compétences de base en mathématique constituent de facto des prémices nécessaires à toute compétence mathématique. Sur le plan cognitif, les compétences de base en mathématiques présentent des liens de prédiction privilégiés avec les performances mathématiques futures en calcul et en résolution de problèmes, qu'il s'agisse de sens du nombre (Agrillo et al., 2013; Chen & Li, 2014; Tosto et al., 2017) ou de faits arithmétiques (Gimbert et al., 2019; Tosto et al., 2017). Fait notable, concernant le sens du nombre, ces liens sont indépendants des différentes variables non-mathématiques fréquemment associées à la réussite en mathématique telles que le niveau de fonctionnement intellectuel (Wang et al., 2017), les compétences verbales, la mémoire de travail, la vitesse de traitement de l'information, le traitement visuospatial et la fluidité de lecture (Halberda et al., 2008; Östergren & Träff, 2013; Tosto et al., 2017).

1.1.2 Compétences de calcul et cognition

Les compétences de calcul désignent les capacités à résoudre des opérations (p. ex. sommations, soustractions, produits, divisions, factorisations, etc.) portant sur des valeurs entières, décimales, fractionnaires ou algébriques. Autrement dit, il s'agit d'une méthode visant à représenter des relations logiques entre différents symboles associés à des grandeurs, ceci afin de les transformer au moyen d'opérateurs logiques. La compétence de calcul repose en partie sur les compétences de base en mathématiques, en témoignent notamment les améliorations significatives des performances de calcul à la suite d'un entraînement des compétences « d'approximations arithmétiques non-symboliques » (Park & Brannon, 2014). D'autres auteurs ont d'ailleurs démontré cette influence dans une étude longitudinale, laquelle mettait en évidence qu'une portion directe des apprentissages initiaux en arithmétique était imputable aux compétences de base en mathématiques (Östergren & Träff, 2013). Il ne s'agit cependant pas du seul prédicteur, puisqu'il existe d'autres fonctions cognitives qui sont fréquemment reliées au calcul

dans la littérature scientifique, notamment la vitesse de traitement de l'information et la mémoire travail (Jenks et al., 2009; Mayes & Calhoun, 2007). Au sein de la mémoire de travail, ce serait la fonction dite de « mise à jour » qui serait déterminante selon certains auteurs (Bellon et al., 2019; Re et al., 2016), soit la capacité de la mémoire de travail à éliminer les informations non-pertinentes et à renouveler l'information au sein de ses systèmes fluides. Enfin, Bellon et collaborateurs (2019) avancent également un rôle clef des capacités générales de métacognition, soit les capacités à surveiller et à réguler ses propres performances cognitives.

1.1.3 Compétences de résolution de problèmes et cognition

Les compétences de résolution de problèmes en mathématiques regroupent les capacités à identifier un problème, à élaborer une stratégie visant à le résoudre, ainsi que la capacité à mettre en œuvre de cette stratégie au moyen de connaissances arithmétiques. Du fait du vaste champ qu'elle couvre, la résolution de problèmes est influencée par les compétences de calcul (Fung & Swanson, 2017; Jögi & Kikas, 2015; Swanson & Fung, 2016; Zheng et al., 2011) et les compétences de base en mathématiques (Braithwaite & Sprague, 2021; Fuchs et al., 2010). La résolution de problèmes est également liée à de nombreuses fonctions cognitives non- mathématiques telles que la mémoire de travail, la boucle phonologique, l'intelligence fluide, les habiletés de lecture (Fung & Swanson, 2017; Jögi & Kikas, 2015; Swanson & Fung, 2016; Zheng et al., 2011), l'inhibition cognitive, la mise à jour de la mémoire de travail, l'inhibition et la planification (Best et al., 2011; Jögi & Kikas, 2015). Fait notable, l'étude réalisée par Best et collaborateurs (2011) a permis de mettre en évidence que les fonctions exécutives collectivement présentent un lien de corrélation significativement plus important avec les performances de résolution de problèmes qu'avec les performances de calcul, une différence susceptible de refléter l'opposition entre le traitement plus conceptuel attendu en résolution de problèmes et le traitement plus procédural et automatique attendu aux épreuves de calcul.

1.2 Trouble du déficit de l'attention avec ou sans hyperactivité

Le trouble du déficit de l'attention avec ou sans hyperactivité (TDAH) est le trouble neurodéveloppemental le plus répandu au monde (Polanczyk et al., 2014). Traditionnellement, selon l'approche dite athéorique, il est caractérisé d'un point de vue comportemental, c'est-à-dire par la présence persistante de symptômes comportementaux d'inattention, d'hyperactivité et d'impulsivité. La présence d'au moins 6 symptômes d'inattention donne lieu à un diagnostic de TDAH de forme inattentive, la présence d'au moins 6 symptômes d'hyperactivité ou d'impulsivité à un diagnostic de TDAH de forme hyperactive-impulsive, et

la présence combinée de ces deux conditions à un diagnostic de TDAH de forme mixte. Ces symptômes doivent apparaître avant l'âge de 12 ans, doivent être présents dans plusieurs milieux de vie de l'individu et ne doivent pas être mieux expliqués par un autre trouble (APA, 2013). En pratique, les individus ayant un TDAH peuvent donc présenter des comportements inattentifs, tels qu'un manque de persévérance ou de concentration, la présence de difficultés d'organisation et une tendance à s'absorber dans leurs pensées. Ils peuvent également présenter des comportements d'hyperactivité se manifestant par exemple par une tendance à l'agitation motrice, à l'impatience, ainsi que par la présence d'une loquacité excessive. L'impulsivité se présente souvent chez ces individus sous forme d'une non-prise en compte préalable des conséquences des actions posées ainsi que par la négligence des faits sociaux et comportements adaptés en société. Les jeunes ayant un TDAH présentent très fréquemment des difficultés d'apprentissage lors de leur cheminement académique (Arnold et al., 2015; Barbaresi et al., 2007; Jangmo et al., 2019; Nugent & Smart, 2014).

1.2.1 Troubles spécifiques des apprentissages et TDAH

Préambule nécessaire, il est important de définir ici deux notions : les troubles spécifiques des apprentissages et les difficultés d'apprentissage. Les troubles spécifiques des apprentissages sont des troubles neurodéveloppementaux reliant à une altération majeure et fondamentale des aptitudes dans un domaine académique précis (APA, 2013). Les difficultés d'apprentissage peuvent être définies comme des difficultés dans l'acquisition et dans la mise en application de connaissances académiques. La présente étude portera son intérêt sur les difficultés d'apprentissage en mathématiques, les jeunes présentant un trouble spécifique étant exclus. Bien que de telles difficultés puissent être présentes chez tout un chacun, l'étude porte son intérêt sur les difficultés d'apprentissage en mathématiques dans la mesure où il existe des raisons sérieuses de penser qu'elles sont sur-représentées dans la population ayant un TDAH par rapport à la population générale (p. ex. Capano et al., 2008; Kuzmina et al., 2021) en raison des difficultés attentionnelles et exécutives qui y sont fréquemment observées.

Quoique n'étant pas directement explorés dans cette étude, les troubles spécifiques des apprentissages sont susceptibles d'apporter certains éclairages et indices utiles à la compréhension des difficultés d'apprentissage en mathématiques. Le TDAH est notamment connu pour être associé à la présence fréquente de troubles spécifiques des apprentissages (APA, 2013). Entre 30% et 50% des jeunes présentant un TDAH auraient également un trouble spécifique des apprentissages (Gillberg et al., 2004 ; Silva et al., 2015). La présence de troubles des apprentissages dans le TDAH est observée tant en lecture et en écriture,

alors nommée dyslexie-dysorthographe (25 - 40% - Pennington, 2006), qu'en mathématiques, également appelée dyscalculie (11% - Monuteaux et al., 2005). Selon plusieurs auteurs, le fait que la concomitance de ces troubles soit nettement sur-représentée par rapport à leurs occurrences isolées dans la population générale (~5%) pourrait être le reflet d'atteintes génétiques communes (Greven et al., 2014; Rosenberg et al., 2012; Shero et al., 2021; Willcutt et al., 2010) entre le TDAH et les troubles des apprentissages. Une partie des altérations génétiques serait ainsi partagée, favorisant leur apparition conjointe. Certains auteurs proposent d'ailleurs une étiologie plus précise, indiquant des liens spécifiques entre les dispositions génétiques reliées aux habiletés de lectures et celles reliées à l'inattention (Rosenberg et al., 2012) ou à la vitesse de traitement de l'information (Willcutt et al., 2010), ou encore des liens privilégiés entre les génomes reliés à l'inattention et aux mathématiques (Greven et al., 2014). L'hypothèse de bases génétiques partiellement communes est intéressante dans la mesure où, même en l'absence de troubles des apprentissages spécifiques, le TDAH est régulièrement associé à des difficultés d'apprentissage, lesquelles sont fréquemment rapportées dans la littérature scientifique. Il pourrait donc exister, tel que suggéré par ces études, un lien privilégié entre les capacités d'apprentissage et certaines fonctions spécifiquement altérées dans le TDAH, telles que l'attention.

1.2.2 TDAH et difficultés d'apprentissage

Tel que mentionné ci-avant, le TDAH est fréquemment associé à une baisse des performances académiques dont les effets sont généralement documentés de deux façons : à l'aide d'épreuves de rendement portant sur une discipline spécifique et à l'aide de paramètres indicatifs du succès scolaire. Les épreuves de rendement éprouvent l'acquisition des connaissances attendues en fonction de normes tandis que les paramètres indicatifs du succès académique se réfèrent à des indices circonstanciés de réussite tels que le nombre de redoublements, le niveau d'étude maximal complété, l'absentéisme, etc. Dans une revue systématique de la littérature scientifique réalisée entre 1980 et 2012, Arnold et collaborateurs (2015) ont mis en exergue des altérations significatives des épreuves de rendement académique chez les patients ayant un TDAH comparativement à la population générale. Ces mêmes auteurs soulignent également que les jeunes présentant un TDAH passent davantage d'années aux études, malgré la complétion d'études moins avancées. Ils ont également plus de difficultés à terminer l'école secondaire et ont moins accès à l'université. De fait, on observe davantage de redoublement, et ces élèves sont davantage scolarisés en classes spéciales et dans des établissements présentant une côte plus faible sur la scène académique. Fait notable, la mise en place d'une médication régulière permet à moyenne échéance de limiter l'échec scolaire et d'améliorer globalement les résultats aux évaluations (Arnold et al.,

2015; Jangmo et al., 2019), tout en favorisant l'accès à de meilleures écoles secondaires (Jangmo et al., 2019). En revanche, les auteurs ne rapportent pas d'amélioration significative des performances aux épreuves de rendement en mathématiques lors de la mise en place d'une médication psychostimulante, tandis qu'une amélioration significative est observée aux épreuves de lecture (Arnold et al., 2015). Ces données confirment l'existence d'une altération significative du succès scolaire et du rendement scolaire dans certaines disciplines chez les jeunes présentant un TDAH.

Les difficultés d'apprentissage chez les jeunes affectés par un TDAH ont largement été étudiées du point de vue de la lecture, de l'écriture, de la compréhension et de la rédaction de textes (DuPaul et al., 2012; Friedman et al., 2016; Rodríguez et al., 2017; Willcutt et al., 2010). Longtemps dominante, l'étude des difficultés liées au langage écrit n'a laissé que peu de place à l'étude des difficultés mathématiques dans le TDAH. Au cours de la dernière décennie, ce sujet a toutefois fait l'objet d'un intérêt croissant, un revirement qui semble d'autant plus pertinent que certains auteurs indiquent que des difficultés d'apprentissage en mathématiques seraient présentes chez 18,1% des enfants souffrant d'un TDAH (Capano et al., 2008). L'existence de difficultés d'apprentissage en mathématiques dans cette étude était attestée par des performances se situant entre -1 et -1,5 écart-type par rapport à la moyenne. La pertinence d'investiguer les liens entre TDAH et les performances mathématiques est d'autant plus flagrante qu'une méta-analyse confirme le rôle prééminent des performances de lecture, de mathématiques et d'attention comme étant les meilleurs prédicteurs de la réussite académique à long terme (Duncan et al., 2007).

1.2.3 Approche catégorielle et approche dimensionnelle du TDAH

Avant d'aborder plus en détail la thématique des difficultés d'apprentissage en mathématiques dans le TDAH, il semble important de mentionner un enjeu d'actualité concernant l'approche diagnostique et de recherche du TDAH. L'approche diagnostique traditionnelle susmentionnée propose de répartir le diagnostic de TDAH selon plusieurs catégories (APA, 2013). Elle est ainsi qualifiée d'approche « catégorielle », dans la mesure où elle éprouve la validité du diagnostic selon un seuil arbitraire de symptômes accumulés. Dans cette approche, seul le nombre de symptômes comportementaux en présence importe, la répartition des comportements d'inattention et d'hyperactivité-impulsivité donnant lieu à quatre conclusions possibles : 1- l'absence de diagnostic ; 2- le trouble du déficit de l'attention sans hyperactivité-impulsivité ; 3- le TDAH à prédominance hyperactive-impulsive ; 4- le TDAH mixte. Ne tenant pas compte de la sévérité des symptômes, cette catégorisation tend à gommer les différences internes, parfois

substantielles entre les patients ayant reçu un même diagnostic. Elle tend également à accentuer l'apparente différence qu'ils ont avec les autres diagnostics. Il s'agit de l'approche la plus utilisée à ce jour. L'approche dite « dimensionnelle » est une approche émergente depuis une dizaine d'années. Elle propose de considérer les symptômes du TDAH comme des marqueurs dimensionnels d'un spectre plus large dont les manifestations les plus sévères seraient caractéristiques du TDAH (Heidbreder, 2015). De nombreuses études récentes ont pris le parti de comparer les deux approches et celles-ci tendent à montrer que l'approche dimensionnelle serait la plus représentative de la réalité observable (Marcus & Barry, 2011; Salum et al., 2014). Tenir compte de la sévérité des symptômes permettrait notamment de mieux prédire les altérations du fonctionnement quotidien, tant dans la population générale que dans un sous-groupe de patients diagnostiqués (Arildskov et al., 2021), de mieux prédire chez quels enfants TDAH les symptômes se maintiendront à l'adolescence ou à l'âge adulte (Cheung et al., 2015) et de dresser des profils cliniques plus stables, moins fluctuants selon la maturation (Schmiedeler & Schneider, 2013). En 2017, une étude en imagerie cérébrale a d'ailleurs démontré la pertinence de l'approche dimensionnelle, sans toutefois écarter l'approche catégorielle, toutes deux corrélées de façons différentes aux altérations micro-structurelles de la substance blanche dans le cerveau d'enfants âgés de 8 à 15 ans ayant un TDAH (Wu et al., 2016). En cohérence avec ces observations, McLennan (2016) propose une approche clinique du TDAH davantage sur le mode d'un continuum tenant compte de la sévérité des symptômes et de leur mise en relation avec des atteintes fonctionnelles, plutôt que sur un mode catégoriel, afin d'optimiser l'offre de soins. Si l'approche catégorielle facilite le diagnostic initial, de plus en plus d'études tendent donc à considérer la sévérité des symptômes afin d'obtenir un meilleur reflet des difficultés attendues au regard de la symptomatologie individuelle. La littérature scientifique concernant le TDAH et les mathématiques est encore pauvre à cet égard, mais tend à se développer actuellement dans la même direction.

1.3 Mathématiques et TDAH

Depuis les trente dernières années, un nombre restreint, mais croissant d'études clame la présence de difficultés d'apprentissage en mathématiques chez les jeunes présentant un TDAH. Moins d'une centaine d'études se sont spécifiquement intéressées à ce sujet à ce jour. Celles qui l'ont fait ont utilisé des méthodes et définitions variées, tant en ce qui concerne les mathématiques qu'en ce qui concerne la classification des symptômes du TDAH. En 2015, la seule recension systématique portant sur ce sujet à ce jour a permis d'identifier 34 études offrant des résultats pertinents (Tosto et al., 2015). Parmi les constats clefs de cette étude, la conclusion d'une altération avérée des performances mathématiques chez les enfants présentant un TDAH par comparaison aux enfants de la population générale dans 26 de ces études

(76,47%). Second constat clef, un petit nombre de ces études, utilisant essentiellement une approche catégorielle, permettait déjà de distinguer la nature des symptômes du TDAH et leurs effets individuels sur les performances mathématiques : l'inattention jouerait un rôle prépondérant dans les difficultés observées en mathématiques chez ces jeunes (82% des études), par opposition aux comportements d'hyperactivité-impulsivité (38% des études). Un résultat teinté d'une certaine ambiguïté, les participants affectés par un TDAH mixte présentant également des difficultés en mathématiques dans la plupart des études (p. ex. Antonini et al., 2013; Gremillion & Martel, 2012). De fait, les auteurs indiquaient aussi de multiples limites et voies de recherche à explorer, parmi lesquelles le caractère arbitraire du seuil de significativité des critères diagnostiques d'inattention et d'hyperactivité-impulsivité par opposition à une approche de nature dimensionnelle qui permettrait davantage de nuances. Les auteurs critiquaient également le caractère développementalement instable des critères diagnostiques, susceptibles de fluctuer significativement au cours du développement et invitant à explorer des perspectives longitudinales. En filigrane, derrière cette dernière observation, il apparaît pertinent de souligner que la majorité des études portait sur une population d'enfant. Enfin, Tosto et collaborateurs (2015) soulignaient la très grande variabilité des mesures définissant les mathématiques d'une étude à l'autre, ainsi que la grande variation des covariables pour lesquelles un contrôle était effectué. Bien que certaines études plus récentes aient entrepris d'adapter leurs devis expérimentaux en conséquence, notamment concernant une approche davantage dimensionnelle des symptômes du TDAH, ces critiques et ces constats demeurent pertinents et ont été au cœur de notre démarche de recherche.

1.3.1 Mesures des performances mathématiques et TDAH

Lorsque l'on s'intéresse aux performances mathématiques dans le TDAH, l'une des problématiques majeures qui émerge est la question de savoir si les mesures utilisées sont bel et bien représentatives des compétences mathématiques dans leur ensemble. En effet, malgré la diversité des compétences mathématiques enseignées à l'école (géométrie, arithmétique, algèbre, résolution de problèmes), malgré la contribution indépendante de ces différentes compétences à la réussite en mathématiques (Nunes et al., 2012), et malgré la variation majeure des déterminants cognitifs mathématiques et non-mathématiques de chacune desdites compétences, la plupart des études portant sur le TDAH et les mathématiques ne considère qu'un score unique de mathématique, parfois composite (p. ex. DuPaul et al., 2017; Greven et al., 2014), mais bien souvent le fruit d'une simple tâche arithmétique de calcul (p. ex. Antonini et al., 2013; Friedman et al., 2017; Sturm et al., 2018; Tamm et al., 2016). Ainsi, si ces études observent de meilleures performances chez les enfants de la population générale que chez les jeunes

affectés d'un TDAH, les conclusions qu'elles peuvent en tirer sont limitées. Il est à souligner que certaines rares études ont également exploré séparément d'autres compétences comme la résolution de problèmes (p. ex Bullen et al., 2020; Gremillion & Martel, 2012; Hart et al., 2010; Massetti et al., 2007) et certaines compétences de base en mathématiques (Kaufmann & Nuerk, 2008; Orbach et al., 2020).

1.3.2 Évolution des compétences mathématiques et TDAH

Une autre problématique concerne l'évolution des dites difficultés en mathématiques à l'adolescence dans le TDAH, la plupart des études ayant été réalisées durant l'enfance. Ces difficultés sont susceptibles d'évoluer tant à cause de la complexité grandissante des mathématiques enseignées qu'à cause de l'évolution des symptômes du TDAH. En effet, au cours de la maturation cérébrale, le profil symptomatologique du TDAH est susceptible de fluctuer en intensité (atténuation, aggravation), mais également par sa nature (modification du portrait symptomatique) (Lahey et al., 2005; Larsson et al., 2011; Todd et al., 2008). Les symptômes s'entre-influencent de façon asymétrique, la sévérité de l'hyperactivité-impulsivité à l'enfance permettant de prédire l'inattention à l'adolescence sans que la réciproque soit vraie (Greven et al., 2011). De plus, les fluctuations observées sont non-linéaires et divergent selon les catégories de symptômes (inattention, hyperactivité-impulsivité), mais également en fonction de leur sévérité initiale (Arnold et al., 2014). Par ailleurs, au Québec, l'éducation secondaire en mathématique se caractérise par une complexification et une abstraction significative des concepts étudiés (algèbre, probabilité, statistique, trigonométrie), la nécessité d'un usage intégré des différents apprentissages préalables (p. ex. résolution de situations-problèmes complexes) et une transversalité plus importante vis-à-vis les autres disciplines (p.ex. usage spécifique des mathématiques en biologie, physique ou chimie) (MEES, 2016). À l'heure actuelle, seules six études ont documenté les altérations des compétences mathématiques en calcul ou en résolution de problèmes chez les adolescents présentant un TDAH (Becker et al., 2018; Biederman et al., 1998; Bullen et al., 2020; DuPaul et al., 2017; Faraone et al., 2002; Lawrence et al., 2020), quatre d'entre elles ayant utilisé une approche catégorielle et aucune n'ayant effectué cet exercice concernant les compétences de base en mathématiques.

1.3.3 Covariables des mathématiques et du TDAH

Une troisième problématique consiste à s'interroger sur l'absence de *gold standard* concernant les variables de contrôle utilisées dans les études, laquelle fragilise parfois la crédibilité de leurs résultats, mais également la possibilité de les comparer pour en extraire une essence commune.

1.3.3.1 Fonctionnement intellectuel, mathématiques et TDAH

Il existe des liens significatifs entre le fonctionnement intellectuel tel que représenté par le Quotient intellectuel (QI) et les performances mathématiques (Parkin & Beaujean, 2012; Primi et al., 2010). Dans un devis expérimental longitudinal, Watkins et Styck (2017) ont mis en évidence un lien stable positif significatif entre le score de QI global et des scores composites de performances mathématiques obtenus à l'aide de différentes épreuves psychométriques chez des jeunes ayant 8.7 ans lors de la première mesure et 11.6 ans lors de la seconde mesure. Au-delà des performances globales, tel que mentionné au début de cet essai doctoral, le fonctionnement intellectuel présente des liens particuliers avec chacun des types de compétences mathématiques. Ainsi, dans la population générale, il n'existe pas de lien clair entre le fonctionnement intellectuel général et le sens du nombre (Vanbinst et al., 2018), tandis que les aptitudes de calcul subissent des influences claires des habiletés de langage et que les aptitudes de résolution de problèmes sont influencées non seulement par les habiletés de langage, mais également par l'intelligence non-verbale (Jögi & Kikas, 2015). Ainsi, s'il n'existe pas de lien de causalité entre la présence d'un TDAH et la qualité du fonctionnement intellectuel d'une personne, il est cependant nécessaire d'en vérifier l'influence lorsque l'on explore la relation entre le TDAH et les mathématiques.

1.3.3.2 Mémoire de travail, vitesse de traitement, mathématiques et TDAH

À l'instar du fonctionnement intellectuel, une influence de la mémoire de travail n'est observée que sur les performances de calcul et en résolution de problèmes (Bellon et al., 2019; Fung & Swanson, 2017). La mémoire de travail n'exerce pas d'influence connue sur les compétences de base en mathématiques (Tosto et al., 2017). En revanche, la vitesse de traitement de l'information n'est reliée qu'aux compétences de calcul (Mayes & Calhoun, 2007). Une autre particularité de la mémoire de travail et de la vitesse de traitement est qu'elles sont fréquemment altérées dans le TDAH (Thaler et al., 2012). Ces multiples liens invitent donc à contrôler séparément les influences de ces différents paramètres sur les liens entre TDAH et compétences mathématiques.

1.3.3.3 Sexe, mathématiques et TDAH

Concernant les performances mathématiques, le sexe est une variable dont les effets restent à ce jour difficiles à cerner. Les liens entre les performances mathématiques et le sexe sont absents dans la plupart des cas (Hyde, 2016; Reynolds et al., 2015), mais parfois également influencés par des stéréotypes culturels en défaveur des jeunes filles qui présenteraient alors plus de difficultés, mais seulement dans certaines cultures données (p. ex États-Unis, Russie ; Shen et al., 2016). Certains auteurs modèrent

toutefois le rôle des stéréotypes qui, s'il est bien présent, ne permet pas d'expliquer la totalité des différences observées (Stoet & Geary, 2012). Inversement, il arrive que certaines études observent des performances mathématiques en faveur des jeunes filles lorsque l'on regarde les performances scolaires (Li et al., 2018; Stoet & Geary, 2015). De surcroît, les études considérant cette variable dans les liens entre TDAH et mathématiques indiquent des résultats contradictoires, certaines indiquant davantage de difficultés chez les filles TDAH (Carr et al., 2008; Kuzmina et al., 2021; Sturm et al., 2018), et d'autres chez les garçons TDAH (Voyer & Voyer, 2014). Le rôle incertain et fluctuant de cette variable nécessite donc d'en vérifier les effets lors de l'investigation des relations entre TDAH et mathématiques.

1.4 Problématique et objectifs

1.4.1 Problématique

Les performances mathématiques chez les jeunes ayant un TDAH ont jusqu'alors été investiguées de façon morcelée et bien souvent incomplètes. Les études ont pour l'immense majorité été réalisées sans tenir compte des différentes natures de performances mathématiques ou en inférant une certaine homogénéité de celles-ci malgré la variabilité notable des nombreux déterminants qui les influencent. De plus, la plupart des études ont été réalisées chez l'enfant, ne permettant pas d'inférences claires sur l'incidence du TDAH sur les performances mathématiques plus complexes acquises à l'adolescence. De surcroît, ces études ont été essentiellement réalisées selon une approche catégorielle stricte, sans tenir compte de la sévérité des symptômes observés. Enfin, nombre d'entre elles ne contrôlent pas adéquatement pour plusieurs covariables connues pour leur influence sur les performances en mathématiques ou susceptibles de jouer un rôle parasitaire dans la compréhension des résultats. Cet essai doctoral vise à répondre à ces enjeux afin d'améliorer les connaissances générales sur ce sujet, en documentant de façon détaillée l'incidence des symptômes comportementaux du TDAH sur les sphères de compétences mathématiques susmentionnées chez l'adolescent.

1.4.2 Objectifs

Le second chapitre de cet essai doctoral présente l'article scientifique soutenant l'étude et détaillant ses résultats. Quarante-cinq jeunes âgés de 12 à 16 ans et 11 mois et présentant un TDAH diagnostiqué ont été recrutés, essentiellement via les réseaux sociaux, entre février 2020 et juin 2021. L'objectif principal était d'évaluer chez ces jeunes la contribution relative de la sévérité des comportements d'inattention et d'hyperactivité-impulsivité aux éventuelles difficultés dans différentes sphères mathématiques (compétences de base, calcul, résolution de problèmes) tout en tenant compte de nombreuses variables

indépendantes susceptibles d'influencer les performances individuelles (QI estimé, mémoire de travail, vitesse de traitement de l'information, sexe). Les normes des épreuves psychométriques ont permis de comparer les performances des jeunes à celles attendues dans la population générale. Dans un troisième et dernier chapitre, nous proposons une discussion générale sur les résultats de l'étude et sur les perspectives de recherches futures, d'ajustement des évaluations spécialisées et d'intervention scolaire qui en découlent, ceci afin d'offrir les meilleures chances de réussite aux jeunes présentant d'un TDAH.

CHAPITRE 2

Article

2.1 Résumé

Cette étude vise à évaluer les liens entre différentes natures de performances mathématiques (compétences de base, calcul, résolution de problèmes) et la sévérité des comportements d'inattention et d'hyperactivité-impulsivité chez des adolescents de 12 à 16 ans ($N = 45$) présentant un trouble du déficit de l'attention avec ou sans hyperactivité (TDAH). Cette étude vise également à déterminer la part de variation des dites performances mathématiques qui est imputable à la sévérité des comportements d'inattention et de l'hyperactivité-impulsivité une fois contrôlée la part imputable à différentes variables (QI estimé, mémoire de travail, vitesse de traitement de l'information, sexe). Des corrélations de Pearson mettent en évidence une association négative significative entre la sévérité des comportements d'inattention et l'ensemble des performances mathématiques (compétence de base ($r = -.51$), calcul ($r = -.44$), résolution de problèmes ($r = -.47$)) indiquant une diminution très significative des performances pour une inattention élevée. Aucune relation n'a été observée avec l'hyperactivité-impulsivité. Des régressions hiérarchiques confirment par ailleurs que la sévérité des comportements d'inattention explique une portion significative de la variance des compétences de base ($\Delta R^2 = .09$), des calculs ($\Delta R^2 = .07$) et des performances de résolution de problèmes ($\Delta R^2 = .06$), en sus des parts expliquées par les variables de contrôle. Ces résultats témoignent du rôle prépondérant de l'inattention sur les performances mathématiques, par opposition à l'hyperactivité-impulsivité. Nous interprétons ces données comme résultant possiblement d'une accumulation de lacunes progressives liée à l'inattention en classe ou comme la conséquence de dysfonctions exécutives fréquemment associées au TDAH. Plus d'études sont nécessaires afin de clarifier l'origine de ces atteintes, mais également dans le but de caractériser davantage la nature des altérations spécifiques en mathématique dans le TDAH. Il importe notamment de mieux explorer les effets de l'inattention sur les compétences de base en mathématiques, lesquelles sont hétéroclites et potentiellement susceptibles d'influencer en cascade les autres compétences. Mieux comprendre ces atteintes permettrait de favoriser une intervention ciblée chez les jeunes présentant de nombreux comportements d'inattention, et par le fait même, une meilleure réussite scolaire.

2.2 Introduction

Le trouble du déficit de l'attention avec ou sans hyperactivité (TDAH) est un trouble neurodéveloppemental caractérisé par des comportements d'inattention ou d'hyperactivité-impulsivité. Il s'agit d'un trouble prévalent qui affecte environ 5% des enfants et des adolescents (APA, 2013). Ses répercussions sur le fonctionnement quotidien perturbent l'ensemble des milieux de vie, dont le fonctionnement scolaire, via de moins bons résultats, davantage d'absentéisme, de redoublement et de décrochage (Barbarese et al., 2007; Fried et al., 2013). De fait, le TDAH limite l'accès aux études post-secondaires ; études pour lesquelles il augmente les risques d'abandon (Nugent & Smart, 2014).

Les effets spécifiques du TDAH sur les aptitudes scolaires ont surtout été investigués du point de vue des habiletés de lecture et d'écriture (DuPaul et al., 2012), ayant notamment un effet délétère sur la compréhension de lecture (Friedman et al., 2016) et la rédaction de textes (Rodríguez et al., 2017). Les répercussions du TDAH sur les compétences en mathématiques sont moins bien connues, malgré un rôle déterminant dans le succès académique à long terme (Duncan et al., 2007), et un intérêt grandissant des chercheurs pour cette thématique, notamment chez l'enfant. Dans une recension systématique de la littérature scientifique, l'équipe de Tosto indique que la plupart des études optent pour un devis expérimental qui permet la comparaison des performances mathématiques entre les enfants avec un TDAH et les enfants de la population générale (Tosto et al., 2015). S'il existe certaines études n'ayant pas trouvé de différence entre ces deux groupes (Lamminmäki et al., 2009 ; Penny et al., 2016 ; Roy-Byrne et al., 1997 ; Schachar & Tannock, 1995), la plupart a montré que les enfants avec un TDAH réussissent moins bien en mathématiques que leurs pairs de la population générale (Tosto et al., 2015). Toutefois, jusqu'à présent, peu d'études ont comparé les performances des jeunes avec un TDAH avec celles des jeunes de la population générale sur plusieurs domaines distincts de compétences en mathématiques. Pourtant, le champ d'études en mathématiques est vaste et plusieurs compétences sont enseignées aux élèves, que ce soit la géométrie, le calcul, la résolution de problèmes, etc. Qui plus est, les contributions de ces différentes compétences à la réussite académique en mathématiques sont indépendantes (Nunes et al., 2012). Généralement, les études qui documentent les compétences en mathématiques des enfants avec un TDAH privilégient des épreuves standardisées se limitant au calcul (p. ex. Antonini et al., 2013; Friedman et al., 2017; Tamm et al., 2016). Quelques études ont mesuré leurs compétences en résolution de problèmes (Bullen et al., 2020; Gremillion & Martel, 2012; Hart et al., 2010; Massetti et al., 2007), soit la capacité à résoudre des problèmes à une ou plusieurs étapes nécessitant la compréhension et la maîtrise de processus mathématiques complexes et intégrés (probabilités, fractions, pourcentages, nombres

décimaux, etc.). Dans la plupart des cas, ces études mettent en évidence une altération des performances de résolution de problèmes dans le TDAH par comparaison aux enfants neurotypiques. D'autres études, beaucoup plus rares, ont mesuré les compétences de base en mathématiques (Kaufmann & Nuerk, 2008; Orbach et al., 2020) chez des enfants avec un TDAH, c'est-à-dire l'intuition mathématique et la maîtrise des bases nécessaires à toute procédure mathématique (comptage, dénombrement, comparaison de grandeurs, séquences numériques, transcodage, ordre de grandeur, etc.). Les résultats obtenus témoignent d'une altération des compétences de base en mathématiques par opposition aux jeunes de la population générale (Kaufmann & Nuerk, 2008; Orbach et al., 2020).

D'autres chercheurs ont mesuré les compétences en mathématique à partir des performances scolaires aux examens locaux ou nationaux (Lawrence et al., 2020 ; Villalba-Heredia et al., 2021), ainsi qu'à partir d'une seule question posée au parent ou à l'enseignant (Rigoni et al., 2020 ; Sjöwall & Thorell, 2014). Malheureusement, plusieurs études ne rapportent qu'un score composite global aux épreuves de performances en mathématiques (p. ex DuPaul et al., 2004 ; Greven et al., 2014). Afin de mieux documenter les compétences en mathématiques de jeunes avec un TDAH, il importe donc de diversifier les instruments de mesure afin d'évaluer différentes compétences sollicitées en mathématiques.

Par ailleurs, lorsque les études rapportent des difficultés en mathématiques chez les jeunes avec un TDAH, celles-ci sont généralement semblables pour les formes diagnostiques mixte et inattentive (Antonini et al., 2013 ; Gremillion & Martel, 2012). Dans certains rares cas, les performances mathématiques ont été analysées selon la nature et la sévérité des comportements d'inattention et d'hyperactivité-impulsivité, montrant des liens prépondérants entre les comportements d'inattention et les performances en mathématiques, par contraste aux comportements d'hyperactivité-impulsivité chez les jeunes TDAH (Gremillion & Martel, 2012 ; Greven et al., 2014 ; Orbach et al., 2020 ; Todd et al., 2002), mais également parmi l'ensemble des participants, incluant les jeunes de la population générale (Antonini et al., 2013; Bauermeister et al., 2011). Dans la revue de littérature scientifique de 2015, l'équipe de Tosto a montré que ce lien entre l'inattention et les performances en mathématiques est présent dans 82% des études, comparativement à 38% pour les comportements d'hyperactivité-impulsivité (Tosto et al, 2015).

Si le nombre d'études est limité concernant les compétences en mathématiques des enfants avec un TDAH, il est quasi-inexistant à l'adolescence (12 ans et plus). Pourtant, la prévalence du TDAH demeure élevée (~3% - Polanczyk et al., 2007; Wolraich, 2005) et les notions mathématiques se complexifient. À notre

connaissance, depuis les 25 dernières années, 21 études ont documenté les compétences en mathématiques d'adolescents avec un TDAH, mais 15 d'entre elles portent sur des échantillons de jeunes, sans distinction entre les enfants et les adolescents. Ainsi, ce ne sont que six études qui ont documenté les compétences en mathématiques d'adolescents avec un TDAH. Globalement, les résultats de ces études indiquent que les adolescents avec un TDAH sont plus en difficulté que leurs pairs sur les épreuves de calcul, qu'ils s'agissent d'épreuves standardisées (Biederman et al., 1998; Faraone et al., 2002) ou d'épreuves scolaires (Lawrence et al., 2020). Concernant les épreuves de résolution de problèmes, deux études seulement ont permis de mettre en évidence une atteinte significative des performances dans le TDAH par comparaison aux adolescents de la population générale (Becker et al., 2018; Bullen et al., 2020).

Par ailleurs, seules deux études récentes, avec des devis de recherche longitudinaux, se sont penchées sur le rôle de la sévérité des comportements caractéristiques du TDAH. Dans une étude portant sur 392 adolescents avec un TDAH âgés de 15 à 17.9 ans, l'évolution des comportements d'inattention, d'hyperactivité/impulsivité et des performances mathématiques, a été suivie individuellement à 6 reprises sur une durée totale de 96 mois depuis l'enfance (DuPaul et al., 2017). Les auteurs ont ainsi pu identifier différents ensembles de classes latentes, notamment six portraits d'évolution spécifiques pour les mathématiques, trois classes latentes pour l'inattention et trois classes latentes pour l'hyperactivité/impulsivité. Des analyses de corrélation ont ensuite permis de déterminer que les deux classes présentant la meilleure évolution de leurs performances mathématiques au cours des années sont associées aux deux classes latentes de comportements d'inattention présentant la meilleure amélioration. Inversement, les deux classes présentant la pire dégradation des performances mathématiques sont associées à la classe de comportements d'inattention présentant la dégradation la plus significative. Des résultats semblables, mais de moins forte amplitude, sont observés avec les comportements d'hyperactivité-impulsivité. De leur côté, Becker et al. (2018) ont évalué à cinq reprises les compétences mathématiques chez 930 enfants entre la prématernelle et la 9e année. Les sphères du calcul, de la fluidité mathématique (automatismes, calcul avec pression de temps) et de la résolution de problèmes ont été investiguées. Les analyses de régressions multiples montrent que seule la sévérité des comportements d'inattention durant l'enfance permet de prédire les difficultés futures en mathématiques, et ce, pour chacune des compétences évaluées. Ces mêmes analyses n'ont révélé aucune incidence des comportements d'hyperactivité-impulsivité durant l'enfance sur la variance des performances futures en mathématiques.

L'approche utilisée par Becker et al. (2018) et DuPaul et al. (2017) illustre un changement de paradigme important, lequel s'observe dans la littérature scientifique depuis quelques années seulement. Auparavant, une approche dite « catégorielle » du TDAH était prédominante, reposant sur un cumul de comportements d'inattention et d'hyperactivité/impulsivité franchissant un seuil diagnostique significatif. Cette approche tend à gommer artificiellement les différences internes des catégories diagnostiques, et à accentuer les contrastes externes avec les autres diagnostics. À l'antipode, l'approche dimensionnelle considère l'inattention et l'hyperactivité/impulsivité comme des facteurs latents au sein de la population générale, et propose d'analyser leur sévérité indépendamment de tout seuil diagnostique, considérant le TDAH comme résultant de manifestations extrêmes sur ce continuum (Antonini et al., 2013; Arildskov et al., 2021; Asherson & Trzaskowski, 2015; Colbert & Bo, 2017; Kuzmina et al., 2021; Sayal et al., 2015). Ainsi, un nombre encore limité d'études, mais grandissant, converge de facto vers une approche catégorielle plus nuancée, impliquant une meilleure considération du rôle spécifique des différents symptômes (Rigoni et al., 2020). Cette approche, que nous adoptons pour la présente étude, permet un meilleur reflet des difficultés attendues en mathématiques au regard de la symptomatologie individuelle.

En réponse aux critiques et recommandations soulevées par Tosto et al. (2015), les devis de recherche ont été améliorés dans les études récentes. Néanmoins, des lacunes récurrentes persistent, dont l'absence de définition consensuelle des aptitudes mathématiques, lesquelles sont bien souvent représentées par un score unique de calcul ou un score composite des différentes mesures mathématiques recueillies (Antonini et al., 2013; Friedman et al., 2017; Tamm et al., 2016). Également, plusieurs instruments de mesure rapportés ont de faibles qualités psychométriques (Ricketts et al., 2021; Rigoni et al., 2020; Sjöwall & Thorell, 2014; Villalba-Heredia et al., 2021), ou sont non-standardisés (DuPaul et al., 2016; Lawrence et al., 2020) et les balises de recrutement et d'échantillonnage sont parfois imprécises, limitant l'interprétation des résultats (p.ex. présence ou non de troubles concomitants, avec ou sans traitement pharmacologique du TDAH pendant l'évaluation des compétences en mathématiques). Enfin, il existe des lacunes fréquentes sur le plan des variables de contrôle, ce qui limite notre compréhension des liens entre le TDAH et les difficultés en mathématiques. À titre d'exemple, malgré ses indiscutables qualités, l'étude de Becker et al. (2018) ne contrôle pas le fonctionnement intellectuel (QI) des participants. Or, le QI est reconnu pour exercer une influence majeure sur la qualité des performances mathématiques (Parkin & Beaujean, 2012; Primi et al., 2010; Watkins & Styck, 2017), en particulier le raisonnement fluide et la compréhension verbale, composants essentiels dans l'estimation du QI (Bullen et al., 2020; Green et al., 2017; Primi et al., 2010). De plus, le langage joue un rôle de médiation dans la relation entre les comportements

d'inattention du TDAH et les performances de résolution de problèmes (Gremillion & Martel, 2012) ; affaiblissant les performances mathématiques en cas de moindres aptitudes langagières. Autres variables de contrôle omises dans certaines études (p. ex Kuzmina et al., 2021), la mémoire de travail et la vitesse de traitement de l'information, qui sont fréquemment altérées dans le TDAH (Thaler et al., 2012), dégradant de façon significative les facultés d'apprentissage en général (Cook et al., 2017; Mayes & Calhoun, 2007), notamment les performances mathématiques (Calub et al., 2019; Cook et al., 2017; Friedman et al., 2017; Mayes & Calhoun, 2007; Sturm et al., 2018; Thaler et al., 2012). Enfin, très peu d'études contrôlent les effets imputables au sexe dans les performances mathématiques. Pourtant, bien que les études semblent généralement converger vers une absence de différence dans la population générale (Else-Quest et al., 2010; Hyde, 2016; Li et al., 2018; Reynolds et al., 2015), des différences induites par les stéréotypes culturels sont fréquemment observées et ne peuvent être négligées (Shen et al., 2016; Tomasetto et al., 2011). De plus, le cas particulier du TDAH est ambivalent. En effet, certaines études suggèrent que les filles avec un TDAH ont davantage de difficultés que leurs homologues masculins en mathématiques (Carr et al., 2008; Kuzmina et al., 2021; Sturm et al., 2018), tandis que d'autres indiquent le contraire (Voyer & Voyer, 2014). Mieux contrôler le rôle de ces différentes variables dans les performances mathématiques des jeunes ayant un TDAH permettrait de circonscrire la part des difficultés imputable à ce trouble.

2.3 Objectifs et hypothèses

L'objectif général de la présente étude est donc de mieux documenter les compétences en mathématiques des adolescents avec un TDAH en recourant à un devis de recherche rigoureux. De façon plus spécifique, l'étude vise à évaluer les performances en mathématiques d'adolescents avec un TDAH sur trois compétences distinctes (les compétences de base, le calcul et la résolution de problèmes) au regard de la sévérité de leurs comportements (1) d'inattention et (2) d'hyperactivité-impulsivité ; ceci tout en contrôlant le rôle de quatre variables indépendantes (QI estimé, mémoire de travail, vitesse de traitement de l'information, sexe). Nous faisons l'hypothèse d'une corrélation négative entre les performances en mathématiques et la sévérité des comportements d'inattention ; signifiant que plus il y a de comportements d'inattention, moins bonnes sont les compétences en mathématiques dans les domaines évalués (compétences de base, calcul, résolution de problèmes). Également, nous faisons l'hypothèse de relations positives entre l'estimé du QI, la mémoire de travail, la vitesse de traitement de l'information et les compétences en mathématiques. Enfin, nous faisons l'hypothèse qu'il n'y aura pas de relation entre

les performances en mathématiques dans les trois domaines et la sévérité des comportements d'hyperactivité-impulsivité.

À notre connaissance, aucune étude n'a examiné la contribution de ces différentes variables dans un même modèle et aucune étude n'a mesuré la contribution des comportements d'inattention une fois que ces variables de contrôle sont prises en compte. Au regard de la littérature scientifique, nous formulons l'hypothèse d'une contribution significative de chacune des variables de contrôle sur les compétences en mathématiques et nous faisons l'hypothèse que la sévérité des symptômes d'inattention, incluse à la dernière étape, explique une proportion significative de la variance des différents scores en mathématiques.

2.4 Méthode

2.4.1 Participants

L'échantillon est composé de 45 adolescents francophones (24 filles et 21 garçons) ayant reçu un diagnostic de TDAH par un professionnel habilité au sens de la loi québécoise (Assemblée nationale du Québec, 2009). Âgés de 12 ans à 16 ans inclusivement (âge moyen = 14.0 ± 1.3), ils sont recrutés via les réseaux sociaux ou directement dans la communauté (cliniques, écoles, associations de parents). Les critères d'exclusion sont la présence concomitante d'un autre trouble neurodéveloppemental ou psychiatrique (p. ex. trouble spécifique des apprentissages en mathématiques, trouble du spectre de l'autisme, troubles anxieux, etc.), d'un trouble neurologique (épilepsie, tumeur cérébrale, etc.), ou de pathologies chroniques (maladies métaboliques, endocriniennes, etc.) (Annexe 1). Le fonctionnement intellectuel (QI) des participants a été estimé à l'aide de plusieurs épreuves de la WISC-V (Wechsler, 2014). Il n'y a pas de différence significative entre le QI estimé des participants et le QI global de l'échantillon normatif de la WISC-V ($t(373) = -1.720, p=.086$).

2.4.2 Instruments de mesure

2.4.2.1 Questionnaires psychométriques

Comportements d'inattention et comportements d'hyperactivité/impulsivité. Le questionnaire Conners-3 mesure, entre autres, les comportements d'inattention (10 questions - DSM-IV-TR Inattention) et d'hyperactivité/impulsivité (11 questions - DSM-IV-TR Impulsivité-Hyperactivité) sur une échelle de Likert en 4 points (0 = jamais/rarement – 3 = très souvent/très fréquemment) chez le jeune. Il est rempli par l'un

des parents ou par les deux parents conjointement et la durée de complétion est estimée à 20 minutes. Ce questionnaire est largement utilisé dans les études. Sa cohérence interne [.77-.97] et sa fiabilité [.71-.98] sont bonnes. La validité convergente est adéquate, ainsi que la validité discriminante (77,61%).

2.4.2.2 Épreuves psychométriques - Covariables

QI estimé. Le Quotient Intellectuel (QI) est estimé à partir des épreuves Similitudes (mesure l'abstraction verbale), Matrices (mesure le raisonnement logique) et Vocabulaire (mesure l'étendue du lexique). La durée de complétion estimée pour le participant est d'environ 45 minutes. Trois scores nuls consécutifs donnent lieu à une interruption pour chacune de ces épreuves. Un score composite est calculé à partir de la moyenne de la somme des notes standardisées de chacune des trois épreuves, lesquelles sont fortement corrélées au potentiel intellectuel général (Wechsler, 2014). La cohérence interne de la WISC-V est excellente (.95), ainsi que sa fidélité test-retest (.92). La validité convergente est également de bonne qualité [.78-.86]. Les normes canadiennes francophones ont été utilisées comme score de comparaison.

Mémoire de travail verbale et de vitesse de traitement de l'information (WISC-V). L'épreuve Séquences de chiffres – Ordre inverse (mémorisation et manipulation mentale de séries de chiffres) est utilisée comme mesure standardisée de la performance de mémoire de travail verbale, tandis que Code (identification et retranscription rapide de symboles) et Repérage de symboles (recherche et discrimination visuelle rapide) sont utilisées afin de déterminer l'indice de vitesse de traitement de l'information (VT) de chaque participant. L'épreuve séquence de chiffres – Ordre inverse est interrompue lorsque deux scores nuls consécutifs sont obtenus. Les épreuves Code et Repérage de symboles sont interrompues au bout de 120 secondes ou lorsque le participant achève le dernier élément. La durée de complétion estimée est d'environ 15 minutes. Les normes canadiennes francophones de ces épreuves ont été utilisées comme score de comparaison.

2.4.2.3 Épreuves psychométriques - Variables dépendantes

Plusieurs épreuves de la batterie KeyMath-3 ont été sélectionnées afin de mesurer des performances mathématiques variées et essentielles de nos participants. Cette batterie a été spécifiquement choisie pour plusieurs raisons : il s'agit d'une batterie standardisée présentant des normes canadiennes, permettant de mesurer différentes sphères de compétences mathématiques séparément et bénéficiant d'une traduction française.

Numération. L'épreuve numération de la batterie KeyMath-3 (Connolly, 2007) mesure la compréhension des nombres entiers et rationnels, ainsi que l'acquisition de nombreuses connaissances de base en mathématiques (identification, représentation, dénombrement, comparaison, arrondi, fractions, valeurs décimales, pourcentages). Quatre erreurs consécutives donnent lieu à une interruption de l'épreuve. La durée de complétion estimée pour le participant est d'environ 20 minutes. La cohérence interne pour cette épreuve chez les jeunes de 12 à 16 ans est excellente [.89-.95]. La fidélité test-retest pour l'ensemble de la batterie KeyMath-3 est bonne (.97) ainsi que sa validité convergente [.68-.92]. Les scores standardisés ont été déterminés selon les normes canadiennes par niveau scolaire.

Calcul. Un score composite moyen est calculé en utilisant les scores standardisés des épreuves « additions et soustractions » et « multiplications et divisions » de la batterie KeyMath-3 (Connolly, 2007), lesquelles proposent de multiples calculs sur papier selon une difficulté croissante (nombres entiers, décimaux, fractionnaires, puis algèbre). Pour chaque épreuve, quatre erreurs consécutives donnent lieu à une interruption. La durée de complétion estimée est d'environ 25 minutes. La cohérence interne pour ces épreuves chez les jeunes de 12 à 16 ans est excellente [.85-.93]. Les scores standardisés ont été déterminés selon les normes canadiennes par niveau scolaire.

Résolution de problèmes. Un score composite moyen est calculé en utilisant les scores standardisés des épreuves de « résolution de problèmes – démarche » et « résolution de problèmes – exécution » de la batterie KeyMath-3 (Connolly, 2007), qui mesurent respectivement la capacité à identifier un élément manquant et les stratégies appropriées afin de résoudre un problème et la mise en pratique de ces compétences dans des mises en contextes réalistes. Pour chaque épreuve, quatre erreurs consécutives donnent lieu à une interruption. La durée de complétion estimée est d'environ 25 minutes. La cohérence interne pour ces épreuves chez les jeunes de 12 à 16 ans est bonne [.72-.91]. Les scores standardisés ont été déterminés selon les normes canadiennes par niveau scolaire.

2.4.3 Procédure

La pandémie mondiale a poussé à privilégier des rencontres à distance (plateforme Zoom). Au total, sept participants ont été rencontrés en personne et 38 participants ont été rencontrés à distance. La faisabilité (lieu calme, sans distraction, soutien approprié), la qualité de la connexion et l'usage d'un matériel adéquat (ordinateur, tablette), tout en conservant un contrôle visuel (caméra ouverte) ont toujours été vérifiés.

Un entretien téléphonique initial permet de déterminer l'éligibilité du participant à l'étude. Le cas échéant, un consentement éclairé est obtenu de la part du participant et d'un de ses parents. Les questionnaires sont ensuite envoyés par courriel, ou dans de rare cas par la poste en cas d'incapacité à imprimer. Une version électronique ou papier complétée est renvoyée à l'expérimentateur. Enfin, l'évaluation du participant est d'une durée d'environ 2h30, et une courte pause est offerte au besoin. Le participant doit être sevré de sa médication pour le TDAH depuis au moins 24 h au moment de l'évaluation. Pour remercier les jeunes de leur participation, trois cartes cadeaux d'un montant de 50\$ et trois livres sont tirés au hasard. Cette étude a été approuvée par le Comité d'éthique de la recherche pour les projets étudiants (CERPE) de la faculté des sciences humaines de l'Université du Québec à Montréal (UQAM).

2.5 Résultats

2.5.1 Analyses préliminaires

Les analyses statistiques sont réalisées à l'aide du logiciel IBM SPSS Statistics (SPSS Versions 28). Des vérifications préliminaires sont effectuées quant à la normalité de la distribution des données de l'échantillon (Tabachnick et al., 2019). Aucune donnée extrême n'est présente dans la base de données. Le seuil de significativité statistique a été fixé à $p < .05$.

2.5.2 Matrice de corrélation

Une matrice de corrélations de Pearson est réalisée afin de vérifier les liens entre les performances mathématiques et les différentes variables d'intérêt (sévérité de l'inattention, sévérité de l'hyperactivité/impulsivité), ainsi qu'avec différentes variables de contrôle (QI estimé, sexe, mémoire de travail verbale, vitesse de traitement de l'information) (Tableau 1). Les résultats montrent un lien négatif entre la sévérité des comportements d'inattention et les différentes performances en mathématiques (numération, calcul et résolutions de problèmes). Ainsi, plus les participants ont des comportements d'inattention, moins ils obtiennent de bonnes performances en mathématiques.

Tableau 1 : Matrice de corrélation de Pearson (N = 45)

Variable	1	2	3	4	5	6	7	8
1 – QI estimé ^a	-							
2 - Sexe	.38*	-						
3 – Empan inverse ^b	.37*	.26	-					
4 – Indice de VT ^c	.19	-.35*	.06	-				
5 - Inattention	-.42**	-.16	-0.00	-.19	-			
6 - Hyperactivité	-.04	.19	.09	-.12	.34*	-		
7 - Numération	.67***	.45**	.48***	.21	-.51***	.04	-	
8 – Opérations ^d	.57***	.28	.52***	.32*	-.44**	-.19	.78***	-
9 – Résolution de problèmes ^e	.69***	.46**	.49***	.18	-.47***	.04	.91***	.76***

Un lien fort est observé entre le sexe du participant et ses performances aux épreuves de numération et de résolution de problèmes. Les garçons présentent une meilleure performance que les filles à ces deux épreuves. En revanche, le sexe n'est pas relié aux performances de calcul. Par conséquent, cette variable est retirée de la suite des analyses pour les performances de calcul.

Par ailleurs, la performance de mémoire de travail présente des liens positifs avec les trois épreuves de mathématique. Ainsi, plus les compétences en mémoire de travail verbale sont élevées, plus le participant obtient de bonnes performances en mathématiques. Par ailleurs, les résultats montrent que la vitesse du traitement de l'information est uniquement reliée positivement à la performance à l'épreuve de calcul; plus les jeunes traitent rapidement l'information, plus ils sont bons en calcul. Toutefois, l'efficacité du traitement de l'information n'est pas reliée aux performances des participants aux épreuves de numération et de résolutions de problèmes. Par conséquent, cette variable est retirée de la suite des analyses pour les performances de numération et de résolution de problèmes.

La sévérité des comportements d'hyperactivité/impulsivité ne présente aucun lien significatif avec les performances mathématiques ou avec les variables de contrôle ; cette variable est également retirée de la suite des analyses.

2.5.3 Régressions hiérarchiques

Dans le but de mesurer la contribution individuelle de la sévérité des comportements d'inattention à la variance des performances mathématiques (numération, calcul, résolutions de problème), des analyses

de régressions hiérarchiques sont effectuées, tout en contrôlant pour les autres variables susceptibles d'influencer les performances en mathématiques (QI estimé, sexe, mémoire de travail, vitesse de traitement de l'information). Le premier bloc vise à contrôler la part de variance imputable au QI estimé dans l'ensemble des épreuves mathématiques. Un second bloc permet ensuite d'investiguer la contribution des performances de mémoire de travail. Un troisième bloc mesure la contribution à la variance du sexe aux épreuves de numération et de résolution de problèmes, et la contribution à la variance de la vitesse de traitement de l'information dans les épreuves de calcul. Enfin, pour les trois analyses de régression, au dernier bloc, l'on évalue la contribution de la sévérité des comportements d'inattention pour les trois composantes des épreuves mathématiques.

Concernant l'épreuve numération, la distribution des valeurs résiduelles témoigne d'un respect des hypothèses d'homoscédasticité et de linéarité. Les valeurs résiduelles respectent également une distribution normale. Le modèle de régression hiérarchique permet d'expliquer 63,2% de la variance des performances à l'épreuve numération (voir table 2). Le QI estimé explique 44,3% de la variance ($\Delta R^2 = 0.44$, $F(1,43) = 34.23$, $p < .001$). Les performances de mémoire de travail en expliquent 6,7% supplémentaires ($\Delta R^2 = 0.067$, $F(1,42) = 5.76$, $p = .021$). La contribution du sexe à la variance du modèle est non significative ($\Delta R^2 = 0.033$, $F(1,41) = 2.95$, $p = .17$). Enfin, une fois toutes ces contributions comptabilisées, la sévérité des comportements d'inattention permet encore d'expliquer un 8,8% additionnel de la variance totale ($\Delta R^2 = 0.088$, $F(1,40) = 9.58$, $p < .004$).

Tableau 2 : Régressions hiérarchiques reliées à l'épreuve numération (N=45)

Variable	B	SEb	β	R ²	ΔR^2
Bloc 1					
QI estimé	0.99	0.17	0.66	0.44	0.44***
Bloc 2					
Empan inverse	0.31	0.13	0.28	0.51	0.07*
Bloc 3					
Sexe	1.34	0.78	0.20	0.54	0.03
Bloc 4					
Inattention	-0.10	0.03	-0.33	0.63	0.09**
* p < .05. / ** p < .01. / *** p < .001.					

Pour les épreuves de calcul, la distribution des valeurs résiduelles témoigne d'un respect des hypothèses d'homoscédasticité et de linéarité. Les valeurs résiduelles respectent également une distribution normale. Le modèle de régression hiérarchique permet d'expliquer 55,9% de la variance des performances aux épreuves de calcul (voir table 3). Le QI estimé permet d'expliquer 32,8% de cette variance ($\Delta R^2 = 0.328$,

$F(1,43) = 20.94, p < .001$). Quant à elles, les performances en mémoire de travail permettent d'expliquer 11% de la variance additionnelle ($\Delta R^2 = 0.110, F(1,42) = 8.23, p = .006$), alors que la vitesse du traitement de l'information ne permet pas d'expliquer une portion significative de la variance ($\Delta R^2 = 0.046, F(1,41) = 3.64, p = .063$). Enfin, une fois ces contributions comptabilisées, la sévérité des comportements d'inattention permet encore d'expliquer jusqu'à 7,5% de la variance ($\Delta R^2 = 0.075, F(1,40) = 6.83, p = .013$).

Tableau 3 : Régressions hiérarchiques reliées aux épreuves de calcul (N=45)

Variable	B	SEb	β	R ²	ΔR^2
Bloc 1					
QI estimé	1.53	0.33	0.57	0.33	0.33***
Bloc 2					
Empan inverse	0.71	0.25	0.35	0.44	0.11**
Bloc 3					
Indice de VT	0.65	0.34	0.22	0.48	0.05
Bloc 4					
Inattention	-0.17	0.06	-0.31	0.56	0.07*

* $p < .05$. / ** $p < .01$. / *** $p < .001$.

Enfin, pour les épreuves de résolution de problèmes, la distribution des valeurs résiduelles témoigne d'un respect des assomptions d'homoscédasticité et de linéarité. Les valeurs résiduelles respectent également une distribution normale. Le modèle de régression hiérarchique permet d'expliquer 63,1% de la variance des performances aux épreuves de résolution de problèmes (voir table 4). Le QI estimé permet d'expliquer 47,4% de cette variance ($\Delta R^2 = 0.474, F(1,43) = 38.69, p < .001$). Les performances de mémoire de travail permettent d'expliquer 6,3% de la variance du modèle ($\Delta R^2 = 0.063, F(1,42) = 5.74, p = .021$). Le sexe ne permet pas d'expliquer une portion significative de la variance du modèle ($\Delta R^2 = 0.034, F(1,41) = 3.24, p = .079$). Enfin, la contribution de la sévérité des comportements d'inattention s'élève à hauteur de 6% de la variance ($\Delta R^2 = 0.060, F(1,40) = 6.55, p = .014$).

Tableau 4 : Régressions hiérarchiques reliées aux épreuves de résolution de problèmes (N=45)

Variable	B	SEb	β	R ²	ΔR^2
Bloc 1					
QI estimé	1.80	0.29	0.69	0.47	0.47***
Bloc 2					
Empan inverse	0.53	0.22	0.27	0.54	0.06*
Bloc 3					
Sexe	2.41	1.34	0.20	0.57	0.03
Bloc 4					
Inattention	-0.15	0.06	-0.28	0.63	0.06*

* $p < .05$. / ** $p < .01$. / *** $p < .001$.

2.6 Discussion

L'objectif de cette étude est de mieux documenter la présence des liens entre les comportements caractéristiques du TDAH, soit les comportements d'inattention et d'hyperactivité-impulsivité et les compétences en mathématiques. À notre connaissance, il s'agit d'une des premières études à documenter les compétences en mathématiques auprès d'adolescents avec un TDAH, avec un devis expérimental rigoureux qui inclut plusieurs variables de contrôle comme le QI estimé, la mémoire de travail, l'efficacité du traitement de l'information et le sexe et qui mesure diverses compétences sollicitées dans les mathématiques, soit les compétences de base, le calcul et la résolution de problèmes. Conformément à nos hypothèses, les résultats confirment la relation négative entre les comportements d'inattention et les performances en mathématiques, qu'il s'agisse des compétences de base ($r = -0.51$; $p < .01$), du calcul ($r = -0.44$; $p < .01$), ou de la résolution de problèmes ($r = -0.47$; $p < .01$) chez des adolescents avec un TDAH. Ainsi, plus l'inattention est sévère, moins bonnes sont les performances des jeunes dans toutes les sphères des mathématiques évaluées. En revanche, nous n'observons aucun lien entre la sévérité des comportements d'hyperactivité-impulsivité et les performances mathématiques. Nos données s'inscrivent ainsi dans la lignée des études ayant montré un lien spécifique entre les comportements d'inattention et les performances en mathématiques dans le TDAH chez l'adolescent (Becker et al., 2018; Greven et al., 2011; Greven et al., 2014), en opposition avec les rares études ayant montré des liens entre les performances mathématiques et les comportements d'hyperactivité-impulsivité (p. ex DuPaul et al., 2017).

Tels qu'attendus, de nombreux liens ont été observés entre les différentes variables de contrôle (QI estimé, mémoire de travail verbale, vitesse de traitement, sexe) et nos variables dépendantes, justifiant pleinement la nécessité de contrôler pour leurs effets. Concernant le cas particulier du sexe, les filles présentaient une moins bonne performance aux épreuves de compétence de base en mathématiques ($r = -0.45$; $p < .01$) et de résolution de problème ($r = -0.46$; $p < .01$). Ce phénomène pourrait être expliqué par le fait que chez les filles, les symptômes du TDAH sont plus discrets, car elles ont moins d'agitation motrice que les garçons (Loyer Carbonneau et al., 2020), si bien que les symptômes doivent être plus sévères pour être perçus (Mowlem et al., 2019). Il est possible que les jeunes filles recrutées aient présenté d'emblée des symptômes d'inattention plus importants, se répercutant ainsi sur leurs performances mathématiques. En convergence avec cette approche, certains auteurs indiquent d'ailleurs davantage de conséquences fonctionnelles et cognitives chez les jeunes filles pour un seuil d'inattention comparable à celui des garçons (Nikolas & Nigg, 2013).

Au total, chacun des trois modèles détaillés ci-après indique un effet délétère de la sévérité des comportements d'inattention sur la qualité des performances mathématiques chez l'adolescent avec un TDAH; confirmant par la même occasion l'hypothèse principale de cette étude et indiquant la pertinence d'approcher la symptomatologie inattentive du TDAH davantage comme un continuum pouvant affecter les apprentissages. Dans l'ensemble, chez l'adolescent avec un TDAH, nos résultats témoignent d'altérations semblables à celles observées durant l'enfance, que ce soit dans les épreuves de calcul ou de résolutions de problèmes, plus traditionnellement étudiées, ou dans une épreuve mesurant les compétences de base en mathématiques. Plusieurs hypothèses explicatives sur le lien spécifique entre l'inattention et les performances mathématiques ont été développées dans la littérature scientifique : Une première hypothèse est celle d'effets indirects des symptômes du TDAH, les comportements d'inattention perturbant sporadiquement des processus d'apprentissage en mathématique et favorisant l'accumulation de lacunes au fil du temps (Breslau et al., 2009; Volpe et al., 2006). Si nos données ne permettent pas de tester directement cette hypothèse, il est important de souligner que ce modèle suppose une amélioration notable des performances chez les jeunes prenant une médication quotidienne, puisque ceux-ci seraient alors plus en mesure d'effectuer adéquatement leurs apprentissages. Or, il n'existe pas dans notre échantillon de données convergeant dans ce sens, puisque la nette majorité de nos participants prennent quotidiennement une médication pour le TDAH (77,8% des participants) et ils présentent des difficultés dans toutes les sphères des mathématiques étudiées. Il n'est toutefois pas possible d'écarter complètement cette hypothèse, puisque la sévérité de l'inattention durant l'enfance, qui pourrait expliquer une accumulation de lacunes, permet de prédire les performances de calcul et de résolution de problèmes à l'adolescence (Becker et al., 2018).

Alternativement, il existe une hypothèse selon laquelle les atteintes aux apprentissages dans le TDAH pourraient être reliées à une faiblesse du fonctionnement intellectuel général ou à certaines sphères spécifiques qui le composent (Calub et al., 2019; Mayes et al., 2009). À l'instar de Mayes et al. (2020), nos données témoignent bien de liens privilégiés entre le QI estimé, la mémoire de travail et les mathématiques. En revanche, nous n'observons aucune altération du fonctionnement intellectuel chez les adolescents présentant un TDAH par comparaison aux données normatives, ni même une altération de certaines sphères spécifiques du fonctionnement intellectuel. Par conséquent, nos données ne permettent pas d'entériner cette hypothèse.

Une dernière hypothèse propose d'expliquer les altérations des performances mathématiques dans le TDAH par le biais d'atteintes de processus cognitifs dont la mémoire à court terme et la vitesse de traitement, ainsi que de processus exécutifs tels que la mémoire de travail, l'inhibition, la flexibilité mentale et la planification (Kanevski et al., 2021). Nos données n'indiquent pas de rôle substantiel de la vitesse de traitement de l'information, et si la mémoire de travail joue bel et bien un rôle dans les performances mathématiques, celui-ci ne permet pas d'expliquer la part de la variance imputable aux comportements d'inattention, laquelle demeure significative après avoir contrôlé l'effet de la mémoire de travail. En revanche, il serait effectivement possible que cette part de variance soit expliquée par les autres atteintes cognitives rapportées par Kanevski et al. (2021). En convergence avec cette hypothèse, la littérature scientifique montre que les adolescents ayant un TDAH présentent un retard de maturation des régions frontales et préfrontale par comparaison à la population générale (Shaw et al., 2007; Shaw et al., 2012). Ce retard pourrait sous-tendre des lacunes et retards de développement attentionnelles et exécutifs ultérieurs chez ces enfants par comparaison à leurs pairs puisque, par exemple, les régions les plus affectées sont connues pour être directement impliquées dans le contrôle attentionnel (Swingler et al., 2015), la mémoire de travail (Ahmad et al., 2016) et la vitesse de traitement (Rypma et al., 2006).

Un aspect unique de notre étude est l'exploration séparée de différents domaines mathématiques chez l'adolescent TDAH. La contribution de la sévérité des comportements d'inattention aux compétences de base en mathématique chez l'adolescent TDAH est à hauteur de 8,8% de la variance, même une fois retranchées les portions expliquées par le fonctionnement intellectuel (44,3%) et la mémoire de travail (6,7%). À notre connaissance, nous sommes les premiers à démontrer l'existence d'atteintes de ce type dans le TDAH à l'adolescence. Tel que suggéré plus haut, ce phénomène pourrait refléter la présence d'inattention sporadique durant l'épreuve, ou plus largement l'existence de lacunes accumulées dans le traitement fondamental des mathématiques chez l'adolescent TDAH, particulièrement en cas de comportements d'inattention sévères. Alternativement, certains auteurs suggèrent que ce type de résultat pourrait être le fruit de dysfonctions exécutives telles que l'inhibition, la mémoire de travail et la flexibilité mentale (Orbach et al., 2020; Thorell, 2007). Il est toutefois à noter que d'autres auteurs rapportent des altérations des performances de compétences de base en mathématiques dans le TDAH ne pouvant être reliées aux atteintes de mémoire de travail, de fluidité verbale et de planification (Kaufmann & Nuerk, 2008). Quoi qu'il en soit, l'existence et le maintien de telles difficultés constituent un frein potentiel non négligeable à l'assimilation et au traitement des connaissances mathématiques complexes enseignées au cours de la scolarité secondaire (Thevenot et al., 2011). De surcroît, une faiblesse

des compétences de base en mathématiques fragilise la connaissance conceptuelle générale des mathématiques, soit la capacité à comprendre et à relier les connaissances mathématiques entre elles. Or, cette connaissance est indispensable lorsqu'un jeune est confronté à des tâches nouvelles ou complexes telles que les épreuves de résolution de problèmes non-routinières (Braithwaite & Sprague, 2021). Certains auteurs soulignent d'ailleurs un rôle de médiation conjoint des compétences de base en mathématique et de l'administrateur central de la mémoire de travail dans l'effet du TDAH sur les performances de résolution de problèmes chez l'enfant (Friedman et al., 2017). La maîtrise des compétences de base devrait par conséquent être considérée de façon prioritaire lors des interventions auprès de jeunes présentant un TDAH, dans la mesure où elles sont susceptibles d'altérer la discipline dans son ensemble, particulièrement en cas de comportements marqués d'inattention.

Par ailleurs, sans surprise, nos données indiquent que la sévérité des comportements d'inattention influe également sur la qualité des performances de calcul (7,5%), même lorsqu'est tenu compte au préalable de la part imputable au QI estimé (32,8%) et à la mémoire de travail (11%). Il est à souligner que la vitesse de traitement de l'information n'offre pas de contribution significative à notre modèle. Or, bien qu'attendu, ce constat est intéressant en soi, considérant les variables dont l'effet a été contrôlé : en effet, la littérature scientifique semble indiquer un rôle prédominant de la mémoire de travail et de la vitesse de traitement de l'information dans les performances de calcul au sein de la population générale (Jenks et al., 2009; Mayes et al., 2009), et, par conséquent, ces atteintes cognitives sont supposées être à l'origine des altérations de ces performances de calcul dans le TDAH (Best et al., 2011; Friedman et al., 2017; Orbach et al., 2020; Peng et al., 2016). Pourtant, notre étude met en évidence que, bien qu'impliquée dans la qualité des performances de calcul, la mémoire de travail ne permet pas d'expliquer la totalité de la variance des performances en calcul puisque la sévérité des comportements d'inattention chez l'adolescent TDAH explique un pourcentage significatif supplémentaire de la variance des scores, tandis que la vitesse de traitement de l'information ne présente aucun effet sur les performances de calcul. Le maintien d'un effet de la sévérité des comportements d'inattention sur les performances de calcul après contrôle de ces variables pourrait donc traduire la présence d'une défaillance de certains processus de traitement fondamentaux comme la bonne gestion des retenues lors des calculs (Benedetto-Nasho & Tannock, 1999), ou l'atteinte de certaines fonctions cognitives telles que la mémoire spatiale à court terme, l'inhibition, la flexibilité, la planification (Kanevski et al., 2021; Rennie et al., 2014). Certains auteurs soutiennent que ce phénomène pourrait également être lié à certaines fonctions exécutives moins étudiées telle que les processus de mise à jour de la mémoire de travail (Re et al., 2016), un processus

nécessaire au renouvellement de l'information et à l'élimination des informations non-pertinentes au sein des buffers épisodiques de la mémoire de travail. Enfin, certains auteurs ont soulevé l'hypothèse d'une altération diffuse du fonctionnement exécutif qui serait secondaire à l'anxiété de performance induite par les nombreuses difficultés scolaires rencontrées au cours de la vie par les élèves ayant un TDAH (Canu et al., 2017).

Enfin, les données indiquent également qu'une portion significative de la variance des performances de résolution de problèmes est imputable à la sévérité des comportements d'inattention du TDAH à l'adolescence (6%), tout en contrôlant pour la portion inhérente au QI estimé (47,4%) et à la mémoire de travail (6,3%). Ce constat est également en adéquation avec la littérature scientifique, plusieurs études ayant souligné l'existence de corrélations entre les comportements du TDAH et les difficultés en résolution de problèmes (Hart et al., 2010), en particulier avec les comportements d'inattention (Gremillion & Martel, 2012; Greven et al., 2014). Une étude récente a d'ailleurs souligné le rôle prédictif de l'inattention à l'enfance en ce qui concerne les performances de résolution de problèmes (Becker et al., 2018). La plupart des études indiquent un rôle probable de la mémoire de travail (Friedman et al., 2017; Gremillion & Martel, 2012; Rennie et al., 2014; Zentall et al., 1994), notamment de son administrateur central (Friedman et al., 2017) dans les performances de résolution de problèmes chez l'enfant. D'autres avancent également un rôle probable des compétences de base en mathématiques (Braithwaite & Sprague, 2021), notamment dans le TDAH (Friedman et al., 2017; Zentall et al., 1994). Il existe également des données qui indiquent l'implication du fonctionnement exécutif dans ce type de tâches, notamment des capacités d'inhibition cognitive et de planification (Iglesias-Sarmiento et al., 2017; Passolunghi et al., 2005; Rennie et al., 2014). Enfin, du fait de la composante verbale lors des résolutions de problèmes, il existe également l'hypothèse d'un rôle diffus des aptitudes de compréhension verbale et écrite, et notamment des compétences sémantiques dans le succès aux épreuves de résolution de problèmes (Gremillion & Martel, 2012). Nos données offrent toutefois peu d'appui à cette dernière hypothèse, eut-égard aux performances adéquates de nos participants sur le plan des habiletés langagières telles qu'évaluées lors des épreuves de fonctionnement intellectuel.

2.7 Limites

Cette étude présente des limites qui nécessitent d'être mentionnées. En premier lieu, l'absence d'un groupe de comparaison d'adolescents de la population générale recrutés localement au profit des normes psychométriques (pancanadiennes). La médication est également un enjeu d'importance pour deux

raisons. En premier lieu, notre estimation de la sévérité des symptômes d'inattention et d'hyperactivité-impulsivité s'appuie sur un questionnaire comportemental rempli par les parents, mais il est possible que les réponses de certains parents aient été biaisées à la baisse ; une grande partie des jeunes prenant une médication quotidienne (77,8%) laquelle est susceptible de diminuer les symptômes apparents. De plus, en incluant des jeunes prenant habituellement une médication et des jeunes n'ayant jamais pris de médication dans un même échantillon, et malgré la consigne d'en être sevré depuis au moins 24 heures au moment de la participation à l'étude, il est possible que les performances en mathématiques des jeunes qui prennent régulièrement une médication soient différentes de celles qui n'en prennent pas. Très peu de données existent sur les effets cognitifs à long terme de la prise quotidienne d'une médication dans le TDAH et il est possible qu'une médication prise durant plusieurs années ait favorisé de meilleurs apprentissages et donc, de meilleures performances chez certaines de nos participants. Sur le plan des épreuves mathématiques administrées, quelques études indiquent un effet spécifique du TDAH sur certaines formes d'estimations mathématiques (Ganor-Stern & Steinhorn, 2018; Sella et al., 2012) et il aurait été intéressant de compléter notre étude avec de telles mesures. Une autre limite concerne les effets potentiels d'une anxiété de performance aiguë durant l'administration des épreuves. En effet, plusieurs études, témoignent d'une plus forte anxiété dans ces populations (O'Rourke et al., 2017), notamment chez les jeunes filles (Rucklidge, 2010). Ainsi, il aurait été intéressant de prendre des mesures d'anxiété pré- et post-administration des épreuves afin de déterminer de la présence éventuelle d'une anxiété de performance chez nos participants et de son influence potentielle sur les performances mathématiques. Enfin, il est important de souligner que les mesures ont été effectuées auprès des jeunes à l'aide d'épreuves de rendement lors de rencontres individuelles. De fait, l'absence de difficulté à ces épreuves ne permet pas de conclure à l'absence de difficultés en classe, particulièrement en ce qui concerne la sévérité des comportements d'hyperactivité-impulsivité, susceptibles de perturber le fonctionnement scolaire par de nombreux autres biais.

2.8 Conclusions

Les résultats de notre étude indiquent que chez les adolescents ayant un TDAH, la sévérité des comportements d'inattention influence les performances en mathématiques tant les compétences de base en mathématiques, que les compétences de calcul ou de résolution de problèmes, supposant la mobilisation de connaissances conceptuelles. La sévérité des comportements d'hyperactivité-impulsivité présente un effet négligeable sur ces performances. Ces résultats impliquent non seulement la nécessité de mieux tenir compte de la sévérité des symptômes sur le mode d'un continuum dans le TDAH, mais

également la nécessité de mieux explorer les difficultés mathématiques chez ces jeunes en cas de comportements d'inattention marqués afin de permettre la mise en place de plan d'intervention ou d'outils adaptés durant leurs apprentissages. Il pourrait par exemple être pertinent d'investiguer de façon systématique les compétences de base en mathématiques chez les jeunes ayant reçu un diagnostic de TDAH afin de s'assurer de l'absence de retards et d'intervenir en orthopédagogie le cas échéant.

2.9 Références

- Ahmad, R. F., Malik, A. S., Kamel, N., Reza, F., & Abdullah, J. M. (2016). Simultaneous EEG-fMRI for working memory of the human brain. *Australasian Physical & Engineering Sciences in Medicine*, 39(2), 363-378. <https://doi.org/10.1007/s13246-016-0438-x>
- American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders*. <https://doi.org/10.1176/appi.books.9780890425596>
- Antonini, T. N., Kingery, K. M., Narad, M. E., Langberg, J. M., Tamm, L., & Epstein, J. N. (2013). Neurocognitive and Behavioral Predictors of Math Performance in Children With and Without ADHD. *Journal of Attention Disorders*, 20(2), 108-118. <https://doi.org/10.1177/1087054713504620>
- Arildskov, T. W., Sonuga-Barke, E. J. S., Thomsen, P. H., Viring, A., & Østergaard, S. D. (2021). How much impairment is required for ADHD? No evidence of a discrete threshold. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 63(2), 229-237. <https://doi.org/10.1111/jcpp.13440>
- Asherson, P., & Trzaskowski, M. (2015). Attention-deficit/hyperactivity disorder is the extreme and impairing tail of a continuum. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry*, 54(4), 249-250. <https://doi.org/10.1016/j.jaac.2015.01.014>
- Assemblée nationale du Québec. (2009). Loi modifiant le Code des professions et d'autres dispositions législatives dans le domaine de la santé mentale et des relations humaines. <http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=5&file=2009C28F.PDF>
- Barbaresi, W. J., Katusic, S. K., Colligan, R. C., Weaver, A. L., & Jacobsen, S. J. (2007). Long-Term School Outcomes for Children with Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: A Population-Based Perspective. *Journal of Developmental & Behavioral Pediatrics*, 28(4), 265-273. <https://doi.org/10.1097/DBP.0b013e31811ff87d>
- Bauermeister, J. J., Barkley, R. A., Bauermeister, J. A., Martínez, J. V., & McBurnett, K. (2011). Validity of the Sluggish Cognitive Tempo, Inattention, and Hyperactivity Symptom Dimensions: Neuropsychological and Psychosocial Correlates. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 40(5), 683-697. <https://doi.org/10.1007/s10802-011-9602-7>
- Becker, S. P., Burns, G. L., Leopold, D. R., Olson, R. K., & Willcutt, E. G. (2018). Differential impact of trait sluggish cognitive tempo and ADHD inattention in early childhood on adolescent functioning. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 59(10), 1094-1104. <https://doi.org/10.1111/jcpp.12946>
- Benedetto-Nasho, E., & Tannock, R. (1999). Math computation, error patterns and stimulant effects in children with Attention Deficit Hyperactivity Disorder. *Journal of Attention Disorders*, 3(3), 121-134. <https://doi.org/10.1177/108705479900300301>
- Best, J. R., Miller, P. H., & Naglieri, J. A. (2011). Relations between executive function and academic achievement from ages 5 to 17 in a large, representative national sample. *Learning and Individual Differences*, 21(4), 327-336. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2011.01.007>

- Biederman, J., Faraone, S. V., Taylor, A., Sienna, M., Williamson, S., & Fine, C. (1998). Diagnostic Continuity Between Child and Adolescent ADHD: Findings From a Longitudinal Clinical Sample. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 37(3), 305-313. <https://doi.org/10.1097/00004583-199803000-00016>
- Braithwaite, D. W., & Sprague, L. (2021). Conceptual Knowledge, Procedural Knowledge, and Metacognition in Routine and Nonroutine Problem Solving. *Cognitive Science*, 45(10). <https://doi.org/10.1111/cogs.13048>
- Breslau, J., Miller, E., Breslau, N., Bohnert, K., Lucia, V., & Schweitzer, J. (2009). The Impact of Early Behavior Disturbances on Academic Achievement in High School. *Pediatrics*, 123(6), 1472-1476. <https://doi.org/10.1542/peds.2008-1406>
- Bullen, J. C., Swain Lerro, L., Zajic, M., McIntyre, N., & 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(12), 4463-4476. <https://doi.org/10.1007/s10803-020-04500-9>
- Calub, C. A., Rapport, M. D., Friedman, L. M., & Eckrich, S. J. (2019). IQ and Academic Achievement in Children with ADHD: the Differential Effects of Specific Cognitive Functions. *Journal of Psychopathology and Behavioral Assessment*, 41(4), 639-651. <https://doi.org/10.1007/s10862-019-09728-z>
- Canu, W. H., Elizondo, M., & Broman-Fulks, J. J. (2017). History of ADHD traits related to general test and specific math anxiety in college students. *Learning and Individual Differences*, 58, 56-63. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2017.07.008>
- Carr, M., Steiner, H. H., Kyser, B., & Biddlecomb, B. (2008). A comparison of predictors of early emerging gender differences in mathematics competency. *Learning and Individual Differences*, 18(1), 61- 75. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2007.04.005>
- Colbert, A. M., & Bo, J. (2017). Evaluating relationships among clinical working memory assessment and inattentive and hyperactive/impulsive behaviors in a community sample of children. *Research in Developmental Disabilities*, 66, 34-43. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2017.04.010>
- Cook, N. E., Braaten, E. B., & Surman, C. B. H. (2017). Clinical and functional correlates of processing speed in pediatric Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: a systematic review and meta- analysis. *Child Neuropsychology*, 24(5), 598-616. <https://doi.org/10.1080/09297049.2017.1307952>
- Duncan, G. J., Dowsett, C. J., Claessens, A., Magnuson, K., Huston, A. C., Klebanov, P., . . . Japel, C. (2007). School readiness and later achievement. *Developmental Psychology*, 43(6), 1428-1446. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.43.6.1428>
- DuPaul, G. J., Gormley, M. J., & Laracy, S. D. (2012). Comorbidity of LD and ADHD. *Journal of Learning Disabilities*, 46(1), 43-51. <https://doi.org/10.1177/0022219412464351>
- DuPaul, G. J., Morgan, P. L., Farkas, G., Hillemeier, M. M., & Maczuga, S. (2016). Academic and Social Functioning Associated with Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: Latent Class Analyses of Trajectories from Kindergarten to Fifth Grade. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 44(7), 1425-1438. <https://doi.org/10.1007/s10802-016-0126-z>
- DuPaul, G. J., Morgan, P. L., Farkas, G., Hillemeier, M. M., & Maczuga, S. (2017). Eight-Year Latent Class Trajectories of Academic and Social Functioning in Children with Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 46(5), 979-992. <https://doi.org/10.1007/s10802-017-0344-z>
- DuPaul, G. J., Volpe, R. J., Jitendra, A. K., Lutz, J. G., Lorah, K. S., & Gruber, R. (2004). Elementary school students with AD/HD: predictors of academic achievement. *Journal of School Psychology*, 42(4), 285-301. <https://doi.org/10.1016/j.jsp.2004.05.001>

- Else-Quest, N. M., Hyde, J. S., & Linn, M. C. (2010). Cross-national patterns of gender differences in mathematics: A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 136(1), 103-127. <https://doi.org/10.1037/a0018053>
- Faraone, S., Biederman, J., & Monuteaux, M. C. (2002). Further evidence for the diagnostic continuity between child and adolescent ADHD. *Journal of Attention Disorders*, 6(1), 5-13. <https://doi.org/10.1177/108705470200600102>
- Fried, R., Petty, C., Faraone, S. V., Hyder, L. L., Day, H., & Biederman, J. (2013). Is ADHD a Risk Factor for High School Dropout? A Controlled Study. *Journal of Attention Disorders*, 20(5), 383-389. <https://doi.org/10.1177/1087054712473180>
- Friedman, L. M., Rapport, M. D., Orban, S. A., Eckrich, S. J., & Calub, C. A. (2017). Applied Problem Solving in Children with ADHD: The Mediating Roles of Working Memory and Mathematical Calculation. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 46(3), 491-504. <https://doi.org/10.1007/s10802-017-0312-7>
- Friedman, L. M., Rapport, M. D., Raiker, J. S., Orban, S. A., & Eckrich, S. J. (2016). Reading Comprehension in Boys with ADHD: The Mediating Roles of Working Memory and Orthographic Conversion. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 45(2), 273-287. <https://doi.org/10.1007/s10802-016-0171-7>
- Ganor-Stern, D., & Steinhorn, O. (2018). ADHD and math - The differential effect on calculation and estimation. *Acta Psychologica*, 188, 55-64. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2018.05.013>
- Green, C. T., Bunge, S. A., Briones Chiongbian, V., Barrow, M., & Ferrer, E. (2017). Fluid reasoning predicts future mathematical performance among children and adolescents. *Journal of Experimental Child Psychology*, 157, 125-143. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2016.12.005>
- Gremillion, M. L., & Martel, M. M. (2012). Semantic Language as a Mechanism Explaining the Association between ADHD Symptoms and Reading and Mathematics Underachievement. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 40(8), 1339-1349. <https://doi.org/10.1007/s10802-012-9650-7>
- Greven, C. U., Asherson, P., Rijdsdijk, F. V., & Plomin, R. (2011). A Longitudinal Twin Study on the Association Between Inattentive and Hyperactive-Impulsive ADHD Symptoms. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 39(5), 623-632. <https://doi.org/10.1007/s10802-011-9513-7>
- Greven, C. U., Kovas, Y., Willcutt, E. G., Petrill, S. A., & Plomin, R. (2014). Evidence for shared genetic risk between ADHD symptoms and reduced mathematics ability: a twin study. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 55(1), 39-48. <https://doi.org/10.1111/jcpp.12090>
- Hart, S. A., Petrill, S. A., Willcutt, E., Thompson, L. A., Schatschneider, C., Deater-Deckard, K., & Cutting, L.E. (2010). Exploring How Symptoms of Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder Are Related to Reading and Mathematics Performance. *Psychological Science*, 21(11), 1708-1715. <https://doi.org/10.1177/0956797610386617>
- Hyde, J. S. (2016). Sex and cognition: gender and cognitive functions. *Current Opinion in Neurobiology*, 38, 53-56. <https://doi.org/10.1016/j.conb.2016.02.007>
- Iglesias-Sarmiento, V., Deaño, M., Alfonso, S., & Conde, Á. (2017). Mathematical learning disabilities and attention deficit and/or hyperactivity disorder: A study of the cognitive processes involved in arithmetic problem solving. *Research in Developmental Disabilities*, 61, 44-54. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2016.12.012>
- Jenks, K. M., de Moor, J., & van Lieshout, E. C. D. M. (2009). Arithmetic difficulties in children with cerebral palsy are related to executive function and working memory. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 50(7), 824-833. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2008.02031.x>
- Kanevski, M., Booth, J. N., Oldridge, J., McDougal, E., Stewart, T. M., McGeown, S., & Rhodes, S. M. (2021). The relationship between cognition and mathematics in children with attention-deficit/hyperactivity disorder: a systematic review. *Child Neuropsychology*, 28(3), 394-426. <https://doi.org/10.1080/09297049.2021.1985444>

- Kaufmann, L., & Nuerk, H.-C. (2008). Basic number processing deficits in ADHD: a broad examination of elementary and complex number processing skills in 9- to 12-year-old children with ADHD-C. *Developmental Science*, 11(5), 692-699. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2008.00718.x>
- Kuzmina, Y., Ivanova, A., & Kanonirs, G. (2021). Inattention, hyperactivity/impulsivity, and mathematics: Exploring gender differences in a nonclinical sample. *Research in Developmental Disabilities*, 119. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2021.104107>
- Lamminmäki, T., Ahonen, T., Närhi, V., Lyytinen, H., & de Barra, H. T. (2009). Attention deficit hyperactivity disorder subtypes: Are there differences in academic problems? *Developmental Neuropsychology*, 11(3), 297-310. <https://doi.org/10.1080/87565649509540621>
- Lawrence, D., Houghton, S., Dawson, V., Sawyer, M., & Carroll, A. (2020). Trajectories of academic achievement for students with attention-deficit/hyperactivity disorder. *British Journal of Educational Psychology*, 91(2), 755-774. <https://doi.org/10.1111/bjep.12392>
- Li, M., Zhang, Y., Liu, H., & Hao, Y. (2018). Gender differences in mathematics achievement in Beijing: A meta-analysis. *British Journal of Educational Psychology*, 88(4), 566-583. <https://doi.org/10.1111/bjep.12203>
- Loyer Carbonneau, M., Demers, M., Bigras, M., & Guay, M.-C. (2020). Meta-Analysis of Sex Differences in ADHD Symptoms and Associated Cognitive Deficits. *Journal of Attention Disorders*, 25(12), 1640-1656. <https://doi.org/10.1177/1087054720923736>
- Massetti, G. M., Lahey, B. B., Pelham, W. E., Loney, J., Ehrhardt, A., Lee, S. S., & Kipp, H. (2007). Academic Achievement Over 8 Years Among Children Who Met Modified Criteria for Attention-deficit/Hyperactivity Disorder at 4–6 Years of Age. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 36(3), 399-410. <https://doi.org/10.1007/s10802-007-9186-4>
- Mayes, S. D., & Calhoun, S. L. (2007). Learning, Attention, Writing, and Processing Speed in Typical Children and Children with ADHD, Autism, Anxiety, Depression, and Oppositional-Defiant Disorder. *Child Neuropsychology*, 13(6), 469-493. <https://doi.org/10.1080/09297040601112773>
- Mayes, S. D., Calhoun, S. L., Bixler, E. O., & Zimmerman, D. N. (2009). IQ and neuropsychological predictors of academic achievement. *Learning and Individual Differences*, 19(2), 238-241. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2008.09.001>
- Mayes, S. D., Waschbusch, D. A., Calhoun, S. L., & Mattison, R. E. (2020). Correlates of Academic Overachievement, Nondiscrepant Achievement, and Learning Disability in ADHD, Autism, and General Population Samples. *Exceptionality*, 28(1), 60-75. <https://doi.org/10.1080/09362835.2020.1727324>
- Mowlem, F., Agnew-Blais, J., Taylor, E., & Asherson, P. (2019). Do different factors influence whether girls versus boys meet ADHD diagnostic criteria? Sex differences among children with high ADHD symptoms. *Psychiatry Research*, 272, 765-773. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2018.12.128>
- Nikolas, M. A., & Nigg, J. T. (2013). Neuropsychological performance and attention-deficit hyperactivity disorder subtypes and symptom dimensions. *Neuropsychology*, 27(1), 107-120. <https://doi.org/10.1037/a0030685>
- Nugent, K., & Smart, W. (2014). Attention-deficit/hyperactivity disorder in postsecondary students. *Neuropsychiatric Disease and Treatment*. <https://doi.org/10.2147/ndt.S64136>
- Nunes, T., Bryant, P., Barros, R., & Sylva, K. (2012). The relative importance of two different mathematical abilities to mathematical achievement. *British Journal of Educational Psychology*, 82(1), 136-156. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8279.2011.02033.x>
- O'Rourke, S. R., Bray, A. C., & Anastopoulos, A. D. (2017). Anxiety Symptoms and Disorders in College Students With ADHD. *Journal of Attention Disorders*, 24(12), 1764-1774. <https://doi.org/10.1177/1087054716685837>

- Orbach, L., Herzog, M., & Fritz, A. (2020). Relation of attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) to basic number skills and arithmetic fact retrieval in children. *Research in Developmental Disabilities*, 103. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2020.103697>
- Parkin, J. R., & Beaujean, A. A. (2012). The effects of Wechsler Intelligence Scale for Children—Fourth Edition cognitive abilities on math achievement. *Journal of School Psychology*, 50(1), 113-128. <https://doi.org/10.1016/j.jsp.2011.08.003>
- Passolunghi, M. C., Marzocchi, G. M., & Fiorillo, F. (2005). Selective Effect of Inhibition of Literal or Numerical Irrelevant Information in Children With Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD) or Arithmetic Learning Disorder (ALD). *Developmental Neuropsychology*, 28(3), 731-753. https://doi.org/10.1207/s15326942dn2803_1
- Peng, P., Namkung, J., Barnes, M., & Sun, C. (2016). A meta-analysis of mathematics and working memory: Moderating effects of working memory domain, type of mathematics skill, and sample characteristics. *Journal of Educational Psychology*, 108(4), 455-473. <https://doi.org/10.1037/edu0000079>
- Penny, A. M., Waschbusch, D. A., Carrey, N., & Drabman, R. S. (2016). Applying a Psychoeducational Perspective to ADHD. *Journal of Attention Disorders*, 8(4), 208-220. <https://doi.org/10.1177/1087054705278746>
- Polanczyk, G., de Lima, M. S., Horta, B. L., Biederman, J., & Rohde, L. A. (2007). The Worldwide Prevalence of ADHD: A Systematic Review and Metaregression Analysis. *American Journal of Psychiatry*, 164(6), 942-948. <https://doi.org/10.1176/ajp.2007.164.6.942>
- Primi, R., Ferrão, M. E., & Almeida, L. S. (2010). Fluid intelligence as a predictor of learning: A longitudinal multilevel approach applied to math. *Learning and Individual Differences*, 20(5), 446-451. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2010.05.001>
- Re, A. M., Lovero, F., Cornoldi, C., & Passolunghi, M. C. (2016). Difficulties of children with ADHD symptoms in solving mathematical problems when information must be updated. *Research in Developmental Disabilities*, 59, 186-193. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2016.09.001>
- Rennie, B., Beebe-Frankenberger, M., & Swanson, H. L. (2014). A longitudinal study of neuropsychological functioning and academic achievement in children with and without signs of attention-deficit/hyperactivity disorder. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 36(6), 621-635. <https://doi.org/10.1080/13803395.2014.921284>
- Reynolds, M. R., Scheiber, C., Hajovsky, D. B., Schwartz, B., & Kaufman, A. S. (2015). Gender Differences in Academic Achievement: Is Writing an Exception to the Gender Similarities Hypothesis? *The Journal of Genetic Psychology*, 176(4), 211-234. <https://doi.org/10.1080/00221325.2015.1036833>
- Ricketts, E. J., Wolicki, S. B., Danielson, M. L., Rozenman, M., McGuire, J. F., Piacentini, J., . . . Bitsko, R. H. (2021). Academic, Interpersonal, Recreational, and Family Impairment in Children with Tourette Syndrome and Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. *Child Psychiatry & Human Development*, 53(1), 3-15. <https://doi.org/10.1007/s10578-020-01111-4>
- Rigoni, M., Blevins, L. Z., Rettew, D. C., & Kasehagen, L. (2020). Symptom Level Associations Between Attention-Deficit Hyperactivity Disorder and School Performance. *Clinical Pediatrics*, 59(9-10), 874-884. <https://doi.org/10.1177/0009922820924692>
- Rodríguez, C., Torrance, M., Betts, L., Cerezo, R., & García, T. (2017). Effects of ADHD on Writing Composition Product and Process in School-Age Students. *Journal of Attention Disorders*, 24(12), 1735-1745. <https://doi.org/10.1177/1087054717707048>
- Roy-Byrne, P., Scheele, L., Brinkley, J., Ward, N., Wiatrak, C., Russo, J., . . . Varley, C. (1997). Adult attention-deficit hyperactivity disorder: Assessment guidelines based on clinical presentation to a specialty clinic. *Comprehensive Psychiatry*, 38(3), 133-140. [https://doi.org/10.1016/s0010-440x\(97\)90065-1](https://doi.org/10.1016/s0010-440x(97)90065-1)

- Rucklidge, J. J. (2010). Gender Differences in Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. *Psychiatric Clinics of North America*, 33(2), 357-373. <https://doi.org/10.1016/j.psc.2010.01.006>
- Rypma, B., Berger, J. S., Prabhakaran, V., Martin Bly, B., Kimberg, D. Y., Biswal, B. B., & D'Esposito, M. (2006). Neural correlates of cognitive efficiency. *NeuroImage*, 33(3), 969-979.
- Sayal, K., Merrell, C., Tymms, P., & Kasim, A. (2015). Academic Outcomes Following a School-Based RCT for ADHD: 6-Year Follow-Up. *Journal of Attention Disorders*, 24(1), 66-72. <https://doi.org/10.1177/1087054714562588>
- Schachar, R., & Tannock, R. (1995). Test of Four Hypotheses for the Comorbidity of Attention-Deficit Hyperactivity Disorder and Conduct Disorder. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 34(5), 639-648. <https://doi.org/10.1097/00004583-199505000-00016>
- Sella, F., Re, A. M., Lucangeli, D., Cornoldi, C., & Lemaire, P. (2012). Strategy Selection in ADHD Characteristics Children: A Study in Arithmetic. *Journal of Attention Disorders*, 23(1), 87-98. <https://doi.org/10.1177/1087054712438766>
- Shaw, P., Eckstrand, K., Sharp, W., Blumenthal, J., Lerch, J. P., Greenstein, D., . . . Rapoport, J. L. (2007). Attention-deficit/hyperactivity disorder is characterized by a delay in cortical maturation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(49), 19649-19654. <https://doi.org/10.1073/pnas.0707741104>
- Shaw, P., Malek, M., Watson, B., Sharp, W., Evans, A., & Greenstein, D. (2012). Development of Cortical Surface Area and Gyrfication in Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. *Biological Psychiatry*, 72(3), 191-197. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2012.01.031>
- Shen, C., Vasilyeva, M., & Laski, E. V. (2016). Here, but not there: Cross-national variability of gender effects in arithmetic. *Journal of Experimental Child Psychology*, 146, 50-65. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2016.01.016>
- Sjöwall, D., & Thorell, L. B. (2014). Functional Impairments in Attention Deficit Hyperactivity Disorder: The Mediating Role of Neuropsychological Functioning. *Developmental Neuropsychology*, 39(3), 187-204. <https://doi.org/10.1080/87565641.2014.886691>
- Sturm, A., Rozenman, M., Piacentini, J. C., McGough, J. J., Loo, S. K., & McCracken, J. T. (2018). The Effect of Neurocognitive Function on Math Computation in Pediatric ADHD: Moderating Influences of Anxious Perfectionism and Gender. *Child Psychiatry & Human Development*, 49(5), 822-832. <https://doi.org/10.1007/s10578-018-0798-4>
- Swingler, M. M., Perry, N. B., & Calkins, S. D. (2015). Neural plasticity and the development of attention: Intrinsic and extrinsic influences. *Development and Psychopathology*, 27(2), 443-457. <https://doi.org/10.1017/s0954579415000085>
- Tabachnick, B. G., Fidell, L. S., Ullman, J. B., Fidell, L. S., & Ullman, J. B. (2019). *Using multivariate statistics* (Seventh edition. ed.). Pearson.
- Tamm, L., Garner, A. A., Loren, R. E. A., Epstein, J. N., Vaughn, A. J., Ciesielski, H. A., & Becker, S. P. (2016). Slow sluggish cognitive tempo symptoms are associated with poorer academic performance in children with ADHD. *Psychiatry Research*, 242, 251-259. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2016.05.054>
- Thaler, N. S., Bello, D. T., & Etcoff, L. M. (2012). WISC-IV Profiles Are Associated With Differences in Symptomatology and Outcome in Children With ADHD. *Journal of Attention Disorders*, 17(4), 291-301. <https://doi.org/10.1177/1087054711428806>
- Thevenot, C., Barrouillet, P., Castel, C., & Jimenez, S. (2011). Better Elementary Number Processing in Higher Skill Arithmetic Problem Solvers: Evidence from the Encoding Step. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 64(11), 2110-2124. <https://doi.org/10.1080/17470218.2011.582129>
- Thorell, L. B. (2007). Do delay aversion and executive function deficits make distinct contributions to the functional impact of ADHD symptoms? A study of early academic skill deficits. *Journal of Child*

- Psychology and Psychiatry, 48(11), 1061-1070. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2007.01777.x>
- Todd, R. D., Sitdhiraksa, N., Reich, W., Ji, T. H. C., Joyner, C. A., Heath, A. C., & Neuman, R. J. (2002). Discrimination of DSM-IV and Latent Class Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder Subtypes by Educational and Cognitive Performance in a Population-Based Sample of Child and Adolescent Twins. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 41(7), 820-828. <https://doi.org/10.1097/00004583-200207000-00014>
- Tomasetto, C., Alparone, F. R., & Cadinu, M. (2011). Girls' math performance under stereotype threat: The moderating role of mothers' gender stereotypes. *Developmental Psychology*, 47(4), 943-949. <https://doi.org/10.1037/a0024047>
- Tosto, M. G., Momi, S. K., Asherson, P., & Malki, K. (2015). A systematic review of attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) and mathematical ability: current findings and future implications. *BMC Medicine*, 13(1). <https://doi.org/10.1186/s12916-015-0414-4>
- Villalba-Heredia, L., Rodríguez, C., Santana, Z., Areces, D., & Méndez-Giménez, A. (2021). Effects of Sleep on the Academic Performance of Children with Attention Deficit and Hyperactivity Disorder. *Brain Sciences*, 11(1). <https://doi.org/10.3390/brainsci11010097>
- Volpe, R. J., DuPaul, G. J., DiPerna, J. C., Jitendra, A. K., Lutz, J. G., Tresco, K., & Junod, R. V. (2006). Attention Deficit Hyperactivity Disorder and Scholastic Achievement: A Model of Mediation via Academic Enablers. *School Psych Rev*, 35(1), 47-61. <https://doi.org/10.1080/02796015.2006.12088001>
- Voyer, D., & Voyer, S. D. (2014). Gender differences in scholastic achievement: A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 140(4), 1174-1204. <https://doi.org/10.1037/a0036620>
- Watkins, M., & Styck, K. (2017). A Cross-Lagged Panel Analysis of Psychometric Intelligence and Achievement in Reading and Math. *Journal of Intelligence*, 5(3). <https://doi.org/10.3390/jintelligence5030031>
- Wechsler, D. (2014). WISC-V Technical and interpretive manual. Bloomington, MN: Pearson. Wolraich, M. L. (2005). Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder Among Adolescents: A Review of the Diagnosis, Treatment, and Clinical Implications. *Pediatrics*, 115(6), 1734-1746. <https://doi.org/10.1542/peds.2004-1959>
- Zentall, S. S., Smith, Y. N., Lee, Y.-b. B., & Wiecezorek, C. (1994). Mathematical Outcomes of Attention-Deficit Hyperactivity Disorder. *Journal of Learning Disabilities*, 27(8), 510-519. <https://doi.org/10.1177/002221949402700806>

CHAPITRE 3

DISCUSSION GÉNÉRALE

Par leur nature, les articles scientifiques imposent clarté, concision et précision. Trois termes chers à Éric Siéroff, professeur et mentor d'exception, un homme sévère, mais brillant qui m'a fait l'honneur de sa confiance à une autre époque, et auquel je dois certainement beaucoup de ma rigueur actuelle. L'élagage drastique des articles scientifiques vise à extraire et à ne délivrer que l'essence des faits, faisant ainsi partiellement abstraction des informations plus incertaines, hypothétiques ou de seconde importance. L'exercice de l'essai doctoral offre la possibilité relativement unique de s'étendre davantage et de détailler certains faits scientifiques et méthodologiques, certaines hypothèses, certaines perspectives de recherches ou même certains espoirs qui auraient autrement été passés sous silence. Aussi, j'espère qu'Éric me pardonnera mon manque de concision, si un jour il a la curiosité de lire les quelques lignes qui suivent.

L'objet de cet essai doctoral était d'investiguer et de mieux caractériser les difficultés en mathématiques dans le TDAH, tout en adoptant une approche plus englobante des mathématiques que les études précédentes, et en tenant compte de la nature dimensionnelle de la symptomatologie du TDAH. Compte tenu de la variation des mesures de contrôle dans les différentes études, l'objectif était également de s'assurer que les résultats ne seraient pas parasités ou altérés par des variables connues comme ayant une incidence notable sur les performances mathématiques tant dans la population générale que parmi les jeunes présentant un TDAH (QI, Mémoire de travail, Vitesse de traitement de l'information, Sexe). Afin de mieux saisir les difficultés mathématiques dans leurs nuances (Braithwaite & Sprague, 2021; Nunes et al., 2012) et de tenir compte de l'évolution conséquente des symptômes entre l'enfance et l'adolescence (Becker et al., 2018; DuPaul et al., 2017; Greven et al., 2011), nous avons donc choisi de recruter 45 jeunes de 12 ans à 16 ans et 11 mois. À l'aide de batteries psychométriques normées, nous avons mesuré trois types de performances mathématiques identifiées comme étant soumises à différents déterminants cognitifs et donc, étant susceptibles d'être altérées différemment chez un même individu. Nous avons ensuite évalué les liens des performances mathématiques avec la sévérité des symptômes d'inattention et d'hyperactivité-impulsivité, ainsi qu'avec les différentes variables de contrôle. Enfin, nous avons

déterminé la part des difficultés mathématiques imputables à la sévérité des symptômes du TDAH pour chacune des compétences mathématiques. Nos hypothèses étaient celles de liens négatifs significatifs entre la sévérité des comportements d'inattention et l'ensemble des variables mathématiques, et l'absence de liens similaires entre la sévérité des comportements d'hyperactivité-impulsivité et les compétences mathématiques. En convergence avec la littérature scientifique, nous avons également formulé l'hypothèse que les compétences mathématiques présenteraient des liens positifs significatifs avec le niveau de fonctionnement intellectuel, les performances de mémoire de travail et les performances de vitesse de traitement de l'information. Considérant l'incertitude notable reflétée par la littérature scientifique quant aux effets de sexe, nous n'avons pas formulé d'hypothèse spécifique sur ce paramètre.

3.1 Rôle différencié de l'inattention et de l'hyperactivité-impulsivité

Nos résultats sont compatibles avec les conclusions de la majorité de la littérature scientifique (p. ex. Becker et al., 2018; Greven et al., 2014; Tosto et al., 2015) et permettent de confirmer l'hypothèse d'un rôle différencié de l'inattention et de l'hyperactivité-impulsivité quant à leurs effets sur les différentes performances mathématiques. Chez l'adolescent présentant un TDAH, plus l'inattention est élevée, moins les performances sont bonnes, tant dans les compétences de base en mathématiques ($r = -0.51$; $p < .01$) que sur les épreuves de calcul ($r = -0.44$; $p < .01$) et de résolution de problèmes ($r = -0.47$; $p < .01$). À l'opposé, la sévérité des comportements d'hyperactivité-impulsivité ne présente pas de liens significatifs avec les performances mathématiques. Ainsi, bien que souvent désignés comme à l'origine des difficultés en classe, les comportements dérangeants, l'agitation motrice, l'impatience ou la précipitation ne semblent pas être les meilleurs prédicteurs des difficultés observées en mathématiques. Au contraire, et de façon surprenante, il existe même certaines données qui indiquent un effet bénéfique de la sévérité de l'hyperactivité-impulsivité sur les performances mathématiques (Kuzmina et al., 2021). Sans observer un tel résultat, nos données témoignent d'une absence d'incidence directe de l'hyperactivité-impulsivité sur ces performances. L'attribution fréquente des difficultés académiques aux comportements d'hyperactivité-impulsivité tient probablement pour partie à leur saillance et à leur coexistence quasi-systématique avec des comportements d'inattention, lesquels sont par nature plus discrets. À cet égard, il est intéressant de constater qu'une approche dimensionnelle permet de faire une meilleure part des choses que l'approche catégorielle. De surcroît, les analyses de régressions hiérarchiques mettent en évidence que la sévérité des symptômes d'inattention permet d'expliquer une portion significative de la variance des performances mathématiques, qu'il s'agisse des compétences de base en mathématiques

(8,8%), du calcul (7,5%) ou de la résolution de problèmes (6%), ceci après avoir retranché la part imputable aux différentes variables de contrôle lorsque pertinent (QI estimé, mémoire de travail, vitesse de traitement de l'information, sexe).

Autrement dit, l'effet de ces comportements d'inattention sur les performances mathématiques est non seulement avéré, mais robuste et d'une ampleur significative. L'explication la plus plausible de ce résultat est reliée à l'altération de fonctions cognitives et exécutives spécifiques dans le TDAH, telles que la mémoire à court terme, la vitesse de traitement, la mémoire de travail, l'inhibition, la flexibilité mentale et la planification (Kanevski et al., 2021). En effet, certains comportements désignés comme inattentifs pourraient être reliés à d'autres fonctions cognitives que l'inattention. Par exemple, si la distractibilité peut être imputable à de faibles facultés de maintien attentionnel, elle peut également trouver son origine dans une atteinte des capacités d'inhibition. De même, bien qu'elles impliquent de l'attention, les difficultés à organiser les tâches ou les activités relient essentiellement aux aptitudes de planification et d'élaboration de stratégie. Ainsi, il existe de multiples publications dans la littérature scientifique qui indiquent des liens spécifiques entre les comportements d'inattention et les atteintes de fonctions exécutives dans le TDAH (p. ex Chhabildas et al., 2001; Martel et al., 2007; Sabhlok et al., 2021). De fait, de nombreuses études ayant porté sur l'une ou l'autre des compétences mathématiques semblent indiquer l'existence de liens avec de telles altérations. Ainsi, bien qu'il existe des constats contradictoires, les uns écartant un rôle possible des fonctions exécutives (fluidité verbale, mémoire de travail, planification - Kaufmann & Nuerk, 2008) tandis que les autres les désignent (inhibition, mémoire de travail - Thorell, 2007), une étude récente semble avoir mis en évidence qu'une altération des performances aux compétences de base en mathématiques serait reliée aux atteintes des fonctions exécutives lorsque considérées comme un ensemble dans le TDAH (inhibition, mémoire de travail, flexibilité mentale - Orbach et al., 2020). De même, concernant les performances de calcul, de multiples auteurs rapportent des liens avec les performances quant à la mémoire de travail (Best et al., 2011; Friedman et al., 2017; Orbach et al., 2020; Peng et al., 2016), à sa mise à jour (Re et al., 2016), ou quant aux fonctions exécutives dans le TDAH (inhibition, flexibilité mentale, planification – Kanevski et al., 2021 ; Rennie et al., 2014). Enfin, dans le TDAH, les performances de résolution de problèmes seraient bien souvent associées à des altérations de la mémoire de travail (Friedman et al., 2017 ; Gremillion & Martel, 2012 ; Rennie et al., 2014 ; Zentall et al., 1994) et de sa composante d'administration centrale (Friedman et al., 2017), ainsi qu'à des altérations de l'inhibition cognitive et de la planification (Iglesias-Sarmiento et al., 2017 ; Passolunghi et al., 2005 ; Rennie et al., 2014). En somme, nous constatons que la sévérité des manifestations

attentionnelles affecte de façon significative les performances mathématiques dans notre échantillon, et nous pensons que des atteintes exécutives sous-jacentes sont à l'origine de ces difficultés.

Autre explication plausible, en tant qu'alternative ou qu'explication concomitante à la précédente, la possibilité que des lacunes académiques fondamentales se soient accumulées au cours de la scolarité, du fait des nombreux épisodes d'inattention dont sont victimes les jeunes présentant un TDAH (Breslau et al., 2009 ; Volpe et al., 2006). Une hypothèse qui présente une certaine crédibilité, certains auteurs ayant montré un lien de prédiction direct entre la sévérité de l'inattention à l'enfance et les performances mathématiques à l'adolescence (Becker et al., 2018 ; DuPaul et al., 2017). Ainsi, les jeunes présentant de l'inattention durant l'enfance pourraient accumuler des difficultés dès cet âge, lesquelles se répercuteraient à l'adolescence. Une hypothèse d'autant plus plausible que les compétences de base en mathématiques, acquises tôt, présentent selon plusieurs auteurs une incidence partielle en cascade sur l'ensemble des autres compétences plus avancées telles que le calcul (Park & Brannon, 2014) ou la résolution de problèmes (Braithwaite & Sprague, 2021 ; Fuchs et al., 2010). Toutefois, nous ne privilégions pas cette hypothèse dans la mesure où l'accumulation de difficultés devrait être moindre dans un échantillon recevant une médication psychostimulante au quotidien, or il n'existe aucune différence significative selon la médication dans notre échantillon. De surcroît, de nombreux jeunes présentent des performances altérées malgré la prise d'une médication quotidienne dans la majorité de notre échantillon (77,8% des participants).

3.2 Liens entre les mathématiques et les variables de contrôle

3.2.1 Liens entre le QI et les performances mathématiques

Telles qu'attendues, les performances obtenues dans la mesure d'estimation du QI sont corrélées positivement aux variables mathématiques. Ce résultat est compatible avec les données de la littérature scientifique en ce qui concerne les aptitudes de calcul et de résolution de problèmes, puisque les épreuves utilisées pour obtenir une estimation du QI étaient des épreuves verbales et de raisonnement fluide (Fung & Swanson, 2017 ; Gremillion & Martel, 2012 ; Jõgi & Kikas, 2015). Le cas particulier de la corrélation positive entre la mesure d'estimation du QI et les compétences de base en mathématiques s'explique, selon nous, par la dualité de ce concept qui associe tant des éléments de sens du nombre, connu pour leur absence de lien avec le niveau de fonctionnement intellectuel (Wang et al., 2017), que des éléments relatifs aux faits arithmétiques fondamentaux, lesquels sont appris au début de la scolarité et pourraient être plus sensibles au niveau de fonctionnement intellectuel (Jordan et al., 2003). L'épreuve utilisée dans

notre étude mélangeant des éléments de sens du nombre et de connaissances arithmétiques fondamentales, il est donc possible que le lien observé avec le fonctionnement intellectuel dans notre étude soit imputable à ces dernières.

3.2.2 Liens entre la mémoire de travail, la vitesse de traitement de l'information et les performances mathématiques

Nos données sont également compatibles avec la littérature scientifique en ce qui concerne les liens observés entre la mémoire de travail et les performances mathématiques de calcul et de résolution de problèmes. S'y ajoute également un lien avec les compétences de base en mathématiques. À l'instar du fonctionnement intellectuel, nous pensons que le lien entre la mémoire de travail et les compétences de base en mathématiques est essentiellement dû aux faits arithmétiques fondamentaux mesurés dans cette épreuve. Sur le plan de la vitesse de traitement de l'information, en convergence avec la littérature scientifique (Mayes & Calhoun, 2007), nous n'observons de corrélation positive qu'avec les performances de calcul. Toutefois, malgré cette corrélation, une analyse de régression hiérarchique montre que la vitesse de traitement de l'information ne permet pas d'expliquer une portion significative de la variance des performances de calcul, une fois que des portions imputables au QI estimé et à la mémoire de travail sont prises en compte. L'effet de la vitesse de traitement sur les performances de calcul, bien qu'existant, apparaît donc négligeable dans un contexte sans limite de temps.

3.2.3 Liens entre le sexe et les performances mathématiques

Des liens entre le sexe et la qualité des performances de compétences de base en mathématiques ($r = -0.45$; $p < .01$) et de résolution de problèmes ($r = -0.46$; $p < .01$) ont été observés. Les filles de notre échantillon présentaient des performances significativement plus faibles que leurs homologues masculins. La présence d'un tel écart pourrait être liée à notre procédure de recrutement. En effet, certains auteurs ont montré que les symptômes comportementaux du TDAH chez les jeunes filles tendent à être plus discrets (Loyer Carbonneau et al., 2020). De plus, il existerait un biais de perception, notamment chez les enseignants, qui les pousseraient à référer davantage les garçons que les filles pour des évaluations diagnostiques, notamment en présence de symptômes d'hyperactivité-impulsivité, jugés plus problématiques (Sciutto et al., 2016). De même, les parents tendraient à trouver moins problématiques des symptômes de TDAH semblables présentés selon une description féminine par rapport à une description masculine (Ohan & Johnston, 2005). Ainsi, pour être perçus, et par le fait même diagnostiqués, les symptômes comportementaux du TDAH doivent bien souvent être plus sévères chez les filles que chez

les garçons (Mowlem et al., 2019), et les jeunes filles diagnostiquées présentent généralement des altérations plus importantes de leur fonctionnement que les garçons (Nikolas & Nigg, 2013 ; O'Brien et al., 2010). Paradoxalement, nous pourrions donc avoir favorisé un tel écart en exigeant la présence d'un diagnostic clinique posé par un professionnel lors de notre recrutement.

3.2.3.1 Sexe et temps d'exécution

De façon strictement empirique, notre étude nous a confrontés à une situation inattendue, laquelle n'a pas été présentée dans nos données ci-dessus par manque de puissance statistique. Lors des entrevues d'expérimentation, si l'évaluation du fonctionnement intellectuel, de la mémoire de travail et de la vitesse de traitement de l'information se passait selon le délai prévu (environ 60 minutes en tout), cela n'était guère le cas de l'évaluation du fonctionnement mathématique, sujette à une importante variabilité sous forme d'une lenteur extrême. Ainsi, certains participants restaient dans l'intervalle prévu d'environ 1h30 pour la réalisation des 5 épreuves mathématiques administrées, tandis que d'autres prenaient jusqu'à 2h30 pour réaliser les mêmes épreuves. Malheureusement, le temps n'a été enregistré que pour 35 participants et, compte tenu notamment de l'absence de normes dans la population générale sur cette question, les résultats n'ont pas permis de tirer des conclusions. La particularité de ces données non diffusées est qu'elles semblent indiquer une lenteur particulière en mathématique chez les jeunes filles par opposition à leurs homologues masculins. Des liens semblent également présents avec le fonctionnement intellectuel estimé, un meilleur fonctionnement intellectuel donnant lieu à un traitement plus rapide des épreuves mathématiques, mais dans une légèrement moindre mesure. Aucun lien ne semble se dégager avec la sévérité des comportements du TDAH, qu'il s'agisse de l'inattention ou de l'hyperactivité-impulsivité, ni davantage avec les aptitudes de vitesse de traitement de l'information ou de mémoire de travail. S'il est important de ne pas tirer de conclusions hâtives compte tenu de la fragilité de ces données et du contexte méthodologique mal adapté à cette mesure improvisée, elles interrogent tout de même sur l'existence d'une différence de rapidité du traitement spécifique aux mathématiques en fonction du sexe dans le TDAH. Plusieurs explications peuvent être avancées au regard de la littérature scientifique, mais de plus amples recherches semblent d'emblée nécessaires, avec un cadre mieux contrôlé concernant le temps par item et un groupe contrôle permettant une comparaison fine avec la population générale. Ce phénomène apparaît d'autant plus surprenant que la littérature scientifique documente régulièrement des aptitudes de vitesse de traitement de l'information supérieure chez les filles par rapport aux garçons dans la population générale (Arnett et al., 2015; Roivainen et al., 2021; Sturm et al., 2018; Tillman et al., 2009). Il pourrait ainsi s'agir d'une atteinte de la vitesse de traitement spécifique

aux mathématiques telle que décrite par certains auteurs (Cheng et al., 2021), laquelle affecte plus spécifiquement les filles (Carr et al., 2008). Il serait alors intéressant d'investiguer dans quelle mesure le phénomène est indépendant du TDAH ou potentiellement aggravé par celui-ci. Alternativement, certaines études ont mis en évidence une atteinte plus importante des capacités de fonctionnement intellectuel chez les jeunes filles présentant un TDAH par comparaison à des garçons présentant des symptômes équivalents (De Rossi et al., 2022; Gershon & Gershon, 2002). Une telle atteinte pourrait indirectement altérer les performances mathématiques sur le mode d'une certaine lenteur, mais la littérature scientifique manque de pistes sur cette question. En convergence avec cette hypothèse, dans notre échantillon, les garçons présentaient de meilleures performances de fonctionnement intellectuel estimé que les filles, une différence qui pourrait avoir été induite par notre procédure de recrutement comme nous le mentionnions plus tôt.

3.3 Téléneuropsychologie : Méthode d'expérimentation à distance

Un enjeu très particulier de cet essai doctoral concerne l'administration quasi-exclusive d'un protocole de recherche à distance.

L'administration d'épreuves psychométriques et cognitives en vidéoconférence est susceptible de soulever des interrogations légitimes quant à sa validité, tant dans la faisabilité de l'administration que dans la fiabilité des performances qu'elle enregistre, ainsi que dans l'utilisation de normes psychométriques établies initialement en face à face.

L'administration d'épreuves neuropsychologiques à distance ou téléneuropsychologie est une technologie balbutiante qui se développe lentement depuis les vingt dernières années. Auparavant objet d'une certaine circonspection, elle connaît un essor fulgurant depuis le début de la pandémie de Covid-19 (*Coronavirus Disease 2019*), ce qui a rendu foisonnante la littérature scientifique à ce propos. Les questionnements concernant cette pratique préexistaient toutefois à la pandémie mondiale, poussés par des raisons d'accès aux soins, de commodité, de satisfaction et d'économies financières, notamment sur certains territoires particulièrement vastes (Wadsworth et al., 2016), à la population vieillissante (Wadsworth et al., 2018) ou souffrant d'infrastructure ou d'un filet socio-économique plus fragile (Adjorlolo, 2015). Les études pré-pandémiques ont essentiellement investigué la téléneuropsychologie selon une perspective adulte (Galusha-Glasscock et al., 2016) ou plus encore gériatrique (Harrell et al., 2014; Munro Cullum et al., 2014; Wadsworth et al., 2018; Wadsworth et al., 2016), les études pédiatriques

faisant figure de rares exceptions et s'illustrant souvent des faiblesses méthodologiques telles qu'un très faible nombre de participants confinant à l'étude de cas (Ragbeer et al., 2015). De fait, dans une méta-analyse, Brearly et ses collègues (2017) mettaient en évidence une bonne validité de la télépratique en neuropsychologie par vidéoconférence en s'appuyant sur les données collectées depuis le début des années 2000. En effet, dans la plupart des études considérées, aucune différence significative n'était constatée entre les performances obtenues en personne et celles obtenues par téléconférence chez l'adulte et la personne âgée. Seules quelques performances semblaient significativement diminuées, ceci selon une faible taille d'effet (un dixième d'écart-type environ), indiquant une relativement bonne fiabilité du processus. Fait intéressant, les études impliquant des groupes de participants plus jeunes (65 - 75 ans), ou des réseaux à haute vitesse pour l'époque présentaient moins de variabilité dans les performances que les études avec des personnes plus âgées ou présentant un réseau de plus faible qualité. Une revue de littérature scientifique réalisée en 2020 (Geddes et al.), également centrée sur la gériatrie et portée par la pandémie mondiale, incline dans le même sens, soulignant un consensus croissant concernant la fiabilité et la validité des entrevues et des évaluations cognitives par téléconférence. En ligne avec ces constatations, plusieurs études récentes ont démontré une bonne validité de l'évaluation téléneuropsychologique, tant auprès de populations âgées (Alegret et al., 2021; Parks et al., 2021) que de populations plus jeunes ou présentant d'autres défis spécifiques (Chapman et al., 2019; Chapman et al., 2020). Ainsi, à l'instar des études gériatriques, une étude australienne portant sur l'épilepsie (Tailby et al., 2020) a permis de mettre en évidence des performances cognitives prototypique de l'épilepsie chez des participants adultes âgés de 18 à 60 ans rencontrés et évalués en téléneuropsychologie à la suite d'un premier épisode épileptique idiopathique. Les atteintes identifiées étaient semblables aux atteintes habituellement rencontrées dans ce type de trouble, notamment dans les sphères de la vitesse de traitement de l'information, du fonctionnement exécutif, de la mémoire antérograde, du langage et de la mémoire de travail.

Si, à l'heure actuelle, la littérature scientifique concernant la téléneuropsychologie débute et demeure pauvre, elle l'est tout particulièrement dans la sphère pédiatrique, notamment lorsque l'on recherche des études portant sur un échantillon de taille élevée et possédant une structure expérimentale solide. À cet égard, deux études récentes se distinguent. Harder et al. (2020) ont effectué une étude auprès de 58 enfants âgés de 6 à 20 ans et présentant diverses pathologies neurologiques rares (myélite transverse, sclérose multiple ou syndrome clinique isolé, encéphalomyélite aiguë disséminée, névrite optique, neuromyérite optique, autres). Cette étude avait pour ambition d'investiguer la validité de l'évaluation

neuropsychologique réalisée en télépratique directement depuis le domicile du participant. L'évaluation portait sur un large éventail d'épreuves psychométriques et de fonctions cognitives (mémoire, vocabulaire, empan auditifs, vitesse de traitement, intégration visuomotrice et perception visuelle, fluences littérales et sémantiques, dénomination rapide, inhibition cognitive, lecture, calcul, conscience phonologique), reflétant la réalité des évaluations cognitives en personne, tout en limitant l'usage d'instruments et en favorisant les épreuves de nature verbale. À l'aide d'un plan expérimental croisé (crossover design) dans lequel les participants recevaient tour à tour une évaluation en télépratique depuis leur domicile et une évaluation semblable en personne ou inversement, ils ont ainsi pu montrer une bonne validité de la téléneuropsychologie au domicile, tant en termes de fiabilité que de faisabilité. À l'instar de cette première étude, une autre étude récente réalisée auprès de 129 jeunes a permis de montrer une bonne validité de l'évaluation en téléneuropsychologie au domicile, en offrant toutefois un arbre de décision détaillé quant à sa faisabilité contextuelle (Ransom et al., 2020).

La faisabilité revêt un caractère d'importance dans la mesure où celle-ci doit être vérifiée en continu, non seulement au préalable, mais également durant l'entrevue. De nombreux guides de pratique et études de cas ont ainsi fleuri au cours de la dernière année, soulignant notamment certaines failles, par exemple l'absence de standardisation des épreuves ou de normes appropriées pour la télépratique. Tous soulignent également la nécessité de réunir des conditions adéquates (lieu calme, distracteurs absents, connexion internet de bonne qualité, matériel performant et écran de taille adéquate), sans aide (calendrier, notes, etc.) et de tenir compte des particularités sensori-motrices susceptibles de nuire à la qualité de l'entrevue (p.ex. perte d'audition). Enfin, l'existence de facteurs limitants tels que l'âge du patient, ou la disponibilité et le degré de maîtrise des outils informatiques adaptés, ainsi que les restrictions liées aux épreuves nécessitant un matériel particulier (épreuves instrumentales) sont fréquemment mentionnées (Bloch et al., 2021; Booth et al., 2020; Koterba et al., 2020; Loman et al., 2020; Nussbaum et al., 2021; Peterson et al., 2020; Salinas et al., 2020; Sherwood & MacDonald, 2020)

Fait intéressant, l'équipe de Brearly et al. (2017) s'est également intéressée à la question des fluctuations de performances liées aux avaries technologiques (perte du son, décalage ou perte de connexion, etc.) dans les différentes études considérées. En effet, certaines tâches sont susceptibles d'être perturbées de façon critique par ces perturbations, notamment lorsqu'il n'est pas permis de répéter un essai, ou lorsqu'il existe une mesure de temps précise ou un délai à respecter. Les observations ne permettaient pas

d'identifier une faiblesse particulière des performances dans les tâches a priori les plus sensibles à ce type d'avarie (p.ex. empan), ceci lorsqu'il s'agissait de tâches reposant sur une modalité de réponse verbale.

En mars 2020, alors que notre recrutement expérimental venait à peine de démarrer, la pandémie mondiale de Covid-19 a propulsé ce projet dans une tempête pour le moins imprévue. Jusqu'alors, l'ensemble de l'étude avait été pensé à une échelle locale, montréalaise, et nécessitait la venue des participants en laboratoire ou le déplacement de l'expérimentateur dans des écoles afin de réaliser l'expérimentation. En nous appuyant sur les rares publications disponibles sur ce sujet à l'époque, ainsi qu'en nous fiant à notre bon sens, nous avons entrepris d'adapter le protocole d'évaluation psychométrique prévu dans l'étude afin de l'administrer à distance dès avril 2020. La validité de cette démarche semble nettement appuyée par la littérature scientifique présentée ci-avant. Malheureusement, certaines épreuves nécessitant la manipulation de matériels spécifiques ont dû être abandonnées, une limite de la téléneuropsychologie déjà soulignée par plusieurs auteurs (Harrell et al., 2014; Wadsworth et al., 2018). Ainsi, ni la mémoire de travail spatiale, ni les fonctions exécutives telles que l'inhibition, la planification ou la flexibilité mentale n'ont pu être évaluées, limitant ou rendant plus hypothétiques par le fait même certaines de nos conclusions.

3.4 Perspectives de recherches futures

Pour rappel, l'une des plus grandes limites de notre étude est l'absence de groupe contrôle. La comparaison à l'aide d'échantillons normatifs pancanadiens présente certaines limites intrinsèques dont une méconnaissance de la variabilité individuelle aux épreuves dans la population générale locale à l'exception d'un indice de variabilité global. De plus, cette méthode n'aura pas permis d'investiguer des jalons inexplorés tels que le délai par essai aux différentes épreuves, confinant nos analyses statistiques à notre groupe expérimental sur cette question. Si l'usage d'une telle méthode dans une perspective exploratoire était pleinement justifié, il serait pertinent pour une prochaine étude d'utiliser un groupe contrôle, particulièrement considérant les particularités inhérentes au Québec en termes de qualité d'enseignement des mathématiques, lesquelles sont nettement supérieures à celles du reste du Canada (IEA, 2019). Il serait également judicieux d'élargir l'exploration des effets de la sévérité de l'inattention à d'autres sphères mathématiques, notamment la géométrie et les estimations mathématiques (Ganor-Stern & Steinhorn, 2018; Sella et al., 2012), lesquelles pourraient révéler des portraits différents, eut-égard aux fonctions cognitives qu'elles sollicitent. Par ailleurs, d'autres mesures pertinentes pourraient être ajoutées, telles qu'une mesure d'anxiété mathématique, une forme d'anxiété dont les effets sont

susceptibles de saboter les performances mathématiques, spécifiquement les automatismes arithmétiques (Buratta et al., 2019), ou encore une mesure des capacités de vigilance métacognitive dont l'incidence sur le calcul est avancée par certains auteurs (Bellon et al., 2019). La motivation scolaire pourrait également être un paramètre intéressant à mesurer, celle-ci étant susceptible d'altérer la vitesse de traitement spécifique en mathématiques (Smith et al., 2019). Enfin, afin d'évaluer différentes fonctions exécutives, il serait important d'explorer les difficultés en laboratoire, permettant d'utiliser du matériel ne pouvant être utilisé à distance.

3.5 Conclusions

Le constat majeur de cet essai doctoral est la confirmation du rôle de la sévérité des comportements d'inattention sur les performances mathématiques dans l'ensemble des sphères mathématiques explorées, à savoir les compétences de base en mathématiques, les performances de calcul et les performances de résolution de problèmes. À l'opposé la sévérité des symptômes d'hyperactivité-impulsivité ne présente aucune incidence similaire. Ainsi, alors que les enfants référés pour une évaluation le sont généralement aux motifs de comportements de type hyperactif-impulsif, particulièrement dérangeants pour la dynamique d'enseignement, nos données indiquent que la réussite académique en mathématique est principalement tributaire de l'inattention. Ce constat invite la nécessité d'une meilleure sensibilisation du corps éducatif à la détection des comportements d'inattention, plus discrets, mais autrement plus délétères pour les apprentissages des jeunes. L'approche selon un continuum basée sur la sévérité des comportements d'inattention observés peut constituer un critère de vigilance utile tant pour les évaluateurs que pour le corps enseignant. Autrement dit, chez les jeunes présentant un degré d'inattention élevé, au-delà d'une intervention directe sur les symptômes et leurs effets en classe, il serait important de s'assurer de l'absence d'accumulation de lacunes dans les apprentissages mathématiques. L'autre constat d'intérêt de cet essai doctoral est l'incidence pérenne du TDAH sur les compétences de base en mathématiques. Une telle atteinte constitue un frein majeur potentiel aux apprentissages avancés en mathématiques et devrait faire l'objet d'une intervention prioritaire.

ANNEXE 1 : QUESTIONNAIRE “HISTOIRE MÉDICALE ET DES APPRENTISSAGES”



Projet de recherche : De l'influence des formes de présentation du trouble du déficit de l'attention sur les aptitudes mathématiques

QUESTIONNAIRE À COMPLÉTER PAR TÉLÉPHONE

Code de l'enfant :

Code du parent :

Date :

1) Trouble du déficit de l'attention

« Votre enfant a-t-il un diagnostic de TDAH (trouble du déficit de l'attention avec hyperactivité) ou de TDA (trouble du déficit de l'attention sans hyperactivité) ? »

OUI

NON

Si oui, « Ce diagnostic a-t-il été posé par un professionnel habilité, soit un médecin ou un neuropsychologue ? »

OUI NON

Si oui, « Votre enfant suit-il une prescription médicamenteuse en lien avec ce diagnostic »

 OUI NON

Si oui, « De quel traitement s'agit-il ? » et « A quelle fréquence et dosage est-il consommé ? »

« L'un ou l'autre des parents présente-t-il un TDA / TDAH diagnostiqué ou soupçonné par l'entourage ? » Si oui, « Précisez » :

2) Antécédents médicaux de l'enfant

« Votre enfant a-t-il un autre diagnostic de trouble neurodéveloppemental (ex : dyslexie/dysorthographe, dyscalculie, dyspraxie, dysphasie, trouble du spectre de l'autisme, syndrome Gilles de la Tourette, etc.) ? »

 OUI NON

« Votre enfant a-t-il un diagnostic de trouble psychiatrique (schizophrénie, bipolarité, dépression, trouble anxieux, etc.) ? »

 OUI NON

« Votre enfant a-t-il un diagnostic de trouble neurologique (épilepsie, tumeurs cérébrales, accident vasculaire, commotion cérébrale, etc.) ? »

 OUI NON

« Votre enfant a-t-il un diagnostic de maladie chronique (maladie métabolique, maladie endocrinienne) ? »

 OUI NON

« Votre enfant a-t-il un trouble d'abus de substances ? »

OUI

NON

Si oui à l'une des questions qui précèdent, « Précisez » :

« Votre enfant suit-il une prescription médicamenteuse autre que pour le TDA/H ? »

OUI

NON

Si oui, « Précisez » (molécule, quantité et fréquence) :

3) Apprentissages et services

« Constatez-vous des difficultés particulières dans certaines matières scolaires ? » Si oui, « Précisez » :

Force scolaire :

Faiblesse scolaire :

« Votre enfant reçoit-il des services spécialisés à l'école ? »

OUI

NON

Si oui, « Quels services votre enfant a reçus en milieu scolaire ? A quelle fréquence ? »

Services	Cochez si oui	Année(s) scolaire(s)	Fréquence (ex : 1x/sem)	Depuis quand ?
Orthophonie	<input type="checkbox"/>			
Orthopédagogie	<input type="checkbox"/>			
Education spécialisée ou Psychoéducation	<input type="checkbox"/>			
Psychologie scolaire	<input type="checkbox"/>			

Plan d'intervention en place ?

- 4) « À votre connaissance, votre enfant est-il atteint d'un trouble visuel (p.ex. : Convergence binoculaire, astigmatisme, hypermétropie, autre...) ? »

OUI

NON

Si oui, « Quel est ce trouble ? »

« Sa vision est-elle corrigée (lunette, verre de contact) ? »

OUI

NON

- 5) « À votre connaissance, votre enfant est-il atteint d'un trouble de l'audition ? »

OUI

NON

Si oui, « Quel est ce trouble ? »

6) « Quelle est la langue maternelle de votre enfant? » _____

Si la langue maternelle de l'enfant est autre que le français « Depuis combien d'années fréquente-t-il une école francophone? » _____

7) « Dans quelle ville et quel quartier résidez-vous? » _____

8) « Quel est le dernier niveau de scolarité complété »:

	Père	Mère	Tuteur
Secondaire	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Diplôme d'étude professionnelle	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Collégial	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Baccalauréat	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Maîtrise	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Doctorat	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

9) « Quel est l'emploi actuel ? » :

de la mère? _____

du père? _____

du tuteur (s'il y a lieu)? _____

Questionnaire complété par : _____

RÉFÉRENCES

- Adjorlolo, S. (2015). Can Teleneuropsychology Help Meet the Neuropsychological Needs of Western Africans? The Case of Ghana. *Applied Neuropsychology: Adult*, 22(5), 388-398. <https://doi.org/10.1080/23279095.2014.949718>
- Agrillo, C., Piffer, L., & Adriano, A. (2013). Individual differences in non-symbolic numerical abilities predict mathematical achievements but contradict ATOM. *Behavioral and Brain Functions*, 9(1). <https://doi.org/10.1186/1744-9081-9-26>
- Ahmad, R. F., Malik, A. S., Kamel, N., Reza, F., & Abdullah, J. M. (2016). Simultaneous EEG-fMRI for working memory of the human brain. *Australasian Physical & Engineering Sciences in Medicine*, 39(2), 363-378. <https://doi.org/10.1007/s13246-016-0438-x>
- Alegret, M., Espinosa, A., Ortega, G., Pérez-Cordón, A., Sanabria, Á., Hernández, I., . . . Valero, S. (2021). From Face-to-Face to Home-to-Home: Validity of a Teleneuropsychological Battery. *Journal of Alzheimer's Disease*, 81(4), 1541-1553. <https://doi.org/10.3233/jad-201389>
- American Psychiatric Association [APA]. (2013). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders*. <https://doi.org/10.1176/appi.books.9780890425596>
- Antonini, T. N., Kingery, K. M., Narad, M. E., Langberg, J. M., Tamm, L., & Epstein, J. N. (2013). Neurocognitive and Behavioral Predictors of Math Performance in Children With and Without ADHD. *Journal of Attention Disorders*, 20(2), 108-118. <https://doi.org/10.1177/1087054713504620>
- Arildskov, T. W., Sonuga - Barke, E. J. S., Thomsen, P. H., Viring, A., & Østergaard, S. D. (2021). How much impairment is required for ADHD? No evidence of a discrete threshold. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 63(2), 229-237. <https://doi.org/10.1111/jcpp.13440>
- Arnett, A. B., Pennington, B. F., Willcutt, E. G., DeFries, J. C., & Olson, R. K. (2015). Sex differences in ADHD symptom severity. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 56(6), 632-639. <https://doi.org/10.1111/jcpp.12337>
- Arnold, L. E., Ganocy, S. J., Mount, K., Youngstrom, E. A., Frazier, T., Fristad, M., . . . Marsh, L. (2014). Three-Year Latent Class Trajectories of Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder (ADHD) Symptoms in a Clinical Sample Not Selected for ADHD. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 53(7), 745-760. <https://doi.org/10.1016/j.jaac.2014.03.007>
- Arnold, L. E., Hodgkins, P., Kahle, J., Madhoo, M., & Kewley, G. (2015). Long-Term Outcomes of ADHD: Academic Achievement and Performance. *Journal of Attention Disorders*, 24(1), 73-85. <https://doi.org/10.1177/1087054714566076>
- Asherson, P., & Trzaskowski, M. (2015). Attention-deficit/hyperactivity disorder is the extreme and impairing tail of a continuum. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry*, 54(4), 249-250. <https://doi.org/10.1016/j.jaac.2015.01.014>
- Assemblée nationale du Québec. (2009). *Loi modifiant le Code des professions et d'autres dispositions législatives dans le domaine de la santé mentale et des relations humaines*. <http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=5&file=2009C28F.PDF>
- Bangma, D. F., Koerts, J., Fuermaier, A. B. M., Mette, C., Zimmermann, M., Toussaint, A. K., . . . Tucha, O. (2019). Financial decision-making in adults with ADHD. *Neuropsychology*, 33(8), 1065-1077. <https://doi.org/10.1037/neu0000571>
- Barbatesi, W. J., Katusic, S. K., Colligan, R. C., Weaver, A. L., & Jacobsen, S. J. (2007). Long-Term School Outcomes for Children with Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: A Population-Based

- Perspective. *Journal of Developmental & Behavioral Pediatrics*, 28(4), 265-273. <https://doi.org/10.1097/DBP.0b013e31811ff87d>
- Barkley, R. A., Fischer, M., Smallish, L., & Fletcher, K. (2006). Young Adult Outcome of Hyperactive Children: Adaptive Functioning in Major Life Activities. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 45(2), 192-202. <https://doi.org/10.1097/01.chi.0000189134.97436.e2>
- Bauermeister, J. J., Barkley, R. A., Bauermeister, J. A., Martínez, J. V., & McBurnett, K. (2011). Validity of the Sluggish Cognitive Tempo, Inattention, and Hyperactivity Symptom Dimensions: Neuropsychological and Psychosocial Correlates. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 40(5), 683-697. <https://doi.org/10.1007/s10802-011-9602-7>
- Beauchaine, T. P., Ben-David, I., & Bos, M. (2020). ADHD, financial distress, and suicide in adulthood: A population study. *Science Advances*, 6(40). <https://doi.org/10.1126/sciadv.aba1551>
- Becker, S. P., Burns, G. L., Leopold, D. R., Olson, R. K., & Willcutt, E. G. (2018). Differential impact of trait sluggish cognitive tempo and ADHD inattention in early childhood on adolescent functioning. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 59(10), 1094-1104. <https://doi.org/10.1111/jcpp.12946>
- Bellon, E., Fias, W., & De Smedt, B. (2019). More than number sense: The additional role of executive functions and metacognition in arithmetic. *Journal of Experimental Child Psychology*, 182, 38-60. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2019.01.012>
- Benedetto-Nasho, E., & Tannock, R. (1999). Math computation, error patterns and stimulant effects in children with Attention Deficit Hyperactivity Disorder. *Journal of Attention Disorders*, 3(3), 121-134. <https://doi.org/10.1177/108705479900300301>
- Best, J. R., Miller, P. H., & Naglieri, J. A. (2011). Relations between executive function and academic achievement from ages 5 to 17 in a large, representative national sample. *Learning and Individual Differences*, 21(4), 327-336. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2011.01.007>
- Biederman, J., Faraone, S. V., Taylor, A., Sienna, M., Williamson, S., & Fine, C. (1998). Diagnostic Continuity Between Child and Adolescent ADHD: Findings From a Longitudinal Clinical Sample. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 37(3), 305-313. <https://doi.org/10.1097/00004583-199803000-00016>
- Bloch, A., Maril, S., & Kavé, G. (2021). How, when, and for whom: decisions regarding remote neuropsychological assessment during the 2020 COVID-19 pandemic. *Israel Journal of Health Policy Research*, 10(1). <https://doi.org/10.1186/s13584-021-00465-x>
- Booth, T., Murray, A., & Muniz - Terrera, G. (2020). Are we measuring the same thing? Psychometric and research considerations when adopting new testing modes in the time of COVID - 19. *Alzheimer's & Dementia*, 17(2), 251-254. <https://doi.org/10.1002/alz.12197>
- Braithwaite, D. W., & Sprague, L. (2021). Conceptual Knowledge, Procedural Knowledge, and Metacognition in Routine and Nonroutine Problem Solving. *Cognitive Science*, 45(10). <https://doi.org/10.1111/cogs.13048>
- Brearly, T. W., Shura, R. D., Martindale, S. L., Lazowski, R. A., Luxton, D. D., Shenal, B. V., & Rowland, J. A. (2017). Neuropsychological Test Administration by Videoconference: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Neuropsychology Review*, 27(2), 174-186. <https://doi.org/10.1007/s11065-017-9349-1>
- Breslau, J., Miller, E., Breslau, N., Bohnert, K., Lucia, V., & Schweitzer, J. (2009). The Impact of Early Behavior Disturbances on Academic Achievement in High School. *Pediatrics*, 123(6), 1472-1476. <https://doi.org/10.1542/peds.2008-1406>
- Bullen, J. C., Swain Lerro, L., Zajic, M., McIntyre, N., & 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(12), 4463-4476. <https://doi.org/10.1007/s10803-020-04500-9>

- Buratta, L., Piccirilli, M., Lanfaloni, G., Ilicini, S., Bedetti, C., & Elisei, S. (2019). Mathematics Anxiety and Cognitive Performance in Adolescent Students. *Psychiatria Danubina*, 31.
- Calub, C. A., Rapport, M. D., Friedman, L. M., & Eckrich, S. J. (2019). IQ and Academic Achievement in Children with ADHD: the Differential Effects of Specific Cognitive Functions. *Journal of Psychopathology and Behavioral Assessment*, 41(4), 639-651. <https://doi.org/10.1007/s10862-019-09728-z>
- Canu, W. H., Elizondo, M., & Broman-Fulks, J. J. (2017). History of ADHD traits related to general test and specific math anxiety in college students. *Learning and Individual Differences*, 58, 56-63. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2017.07.008>
- Capano, L., Minden, D., Chen, S. X., Schachar, R. J., & Ickowicz, A. (2008). Mathematical Learning Disorder in School-Age Children with Attention-Deficit Hyperactivity Disorder. *The Canadian Journal of Psychiatry*, 53(6), 392-399. <https://doi.org/10.1177/070674370805300609>
- Carr, M., Steiner, H. H., Kyser, B., & Biddlecomb, B. (2008). A comparison of predictors of early emerging gender differences in mathematics competency. *Learning and Individual Differences*, 18(1), 61-75. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2007.04.005>
- Chapman, J. E., Cadilhac, D. A., Gardner, B., Ponsford, J., Bhalla, R., & Stolwyk, R. J. (2019). Comparing face-to-face and videoconference completion of the Montreal Cognitive Assessment (MoCA) in community-based survivors of stroke. *Journal of Telemedicine and Telecare*. <https://doi.org/10.1177/1357633x19890788>
- Chapman, J. E., Gardner, B., Ponsford, J., Cadilhac, D. A., & Stolwyk, R. J. (2020). Comparing Performance Across In-person and Videoconference-Based Administrations of Common Neuropsychological Measures in Community-Based Survivors of Stroke. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 1-14. <https://doi.org/10.1017/s1355617720001174>
- Chen, Q., & Li, J. (2014). Association between individual differences in non-symbolic number acuity and math performance: A meta-analysis. *Acta Psychologica*, 148, 163-172. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2014.01.016>
- Cheng, D., Shi, K., Wang, N., Miao, X., & Zhou, X. (2021). Examining the Differential Role of General and Specific Processing Speed in Predicting Mathematical Achievement in Junior High School. *Journal of Intelligence*, 10(1). <https://doi.org/10.3390/jintelligence10010001>
- Cheung, C. H. M., Rijdsdijk, F., McLoughlin, G., Faraone, S. V., Asherson, P., & Kuntsi, J. (2015). Childhood predictors of adolescent and young adult outcome in ADHD. *Journal of Psychiatric Research*, 62, 92-100. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychires.2015.01.011>
- Chhabildas, N., Pennington, B. F., & Willcutt, E. G. (2001). A Comparison of the Neuropsychological Profiles of the DSM-IV Subtypes of ADHD. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 29(6), 529-540. <https://doi.org/10.1023/a:1012281226028>
- Cirino, P. T., Tolar, T. D., Fuchs, L. S., & Huston-Warren, E. (2016). Cognitive and numerosity predictors of mathematical skills in middle school. *Journal of Experimental Child Psychology*, 145, 95-119. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2015.12.010>
- Colbert, A. M., & Bo, J. (2017). Evaluating relationships among clinical working memory assessment and inattentive and hyperactive/impulsive behaviors in a community sample of children. *Research in Developmental Disabilities*, 66, 34-43. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2017.04.010>
- Cook, N. E., Braaten, E. B., & Surman, C. B. H. (2017). Clinical and functional correlates of processing speed in pediatric Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: a systematic review and meta-analysis. *Child Neuropsychology*, 24(5), 598-616. <https://doi.org/10.1080/09297049.2017.1307952>
- De Rossi, P., Pretelli, I., Menghini, D., D'Aiello, B., Di Vara, S., & Vicari, S. (2022). Gender-Related Clinical Characteristics in Children and Adolescents with ADHD. *Journal of Clinical Medicine*, 11(2). <https://doi.org/10.3390/jcm11020385>

- De Smedt, B. (2016). Individual Differences in Arithmetic Fact Retrieval. In *Development of Mathematical Cognition* (pp. 219-243). <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-801871-2.00009-5>
- Duncan, G. J., Dowsett, C. J., Claessens, A., Magnuson, K., Huston, A. C., Klebanov, P., . . . Japel, C. (2007). School readiness and later achievement. *Developmental Psychology*, 43(6), 1428-1446. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.43.6.1428>
- DuPaul, G. J., Gormley, M. J., & Laracy, S. D. (2012). Comorbidity of LD and ADHD. *Journal of Learning Disabilities*, 46(1), 43-51. <https://doi.org/10.1177/0022219412464351>
- DuPaul, G. J., Morgan, P. L., Farkas, G., Hillemeier, M. M., & Maczuga, S. (2016). Academic and Social Functioning Associated with Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: Latent Class Analyses of Trajectories from Kindergarten to Fifth Grade. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 44(7), 1425-1438. <https://doi.org/10.1007/s10802-016-0126-z>
- DuPaul, G. J., Morgan, P. L., Farkas, G., Hillemeier, M. M., & Maczuga, S. (2017). Eight-Year Latent Class Trajectories of Academic and Social Functioning in Children with Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 46(5), 979-992. <https://doi.org/10.1007/s10802-017-0344-z>
- DuPaul, G. J., Volpe, R. J., Jitendra, A. K., Lutz, J. G., Lorah, K. S., & Gruber, R. (2004). Elementary school students with AD/HD: predictors of academic achievement. *Journal of School Psychology*, 42(4), 285-301. <https://doi.org/10.1016/j.jsp.2004.05.001>
- Else-Quest, N. M., Hyde, J. S., & Linn, M. C. (2010). Cross-national patterns of gender differences in mathematics: A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 136(1), 103-127. <https://doi.org/10.1037/a0018053>
- Faraone, S., Biederman, J., & Monuteaux, M. C. (2002). Further evidence for the diagnostic continuity between child and adolescent ADHD. *Journal of Attention Disorders*, 6(1), 5-13. <https://doi.org/10.1177/108705470200600102>
- Fletcher, J. M. (2014). The Effects of Childhood Adhd on Adult Labor Market Outcomes. *Health Economics*, 23(2), 159-181. <https://doi.org/10.1002/hec.2907>
- Fried, R., Petty, C., Faraone, S. V., Hyder, L. L., Day, H., & Biederman, J. (2013). Is ADHD a Risk Factor for High School Dropout? A Controlled Study. *Journal of Attention Disorders*, 20(5), 383-389. <https://doi.org/10.1177/1087054712473180>
- Friedman, L. M., Rapport, M. D., Orban, S. A., Eckrich, S. J., & Calub, C. A. (2017). Applied Problem Solving in Children with ADHD: The Mediating Roles of Working Memory and Mathematical Calculation. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 46(3), 491-504. <https://doi.org/10.1007/s10802-017-0312-7>
- Friedman, L. M., Rapport, M. D., Raiker, J. S., Orban, S. A., & Eckrich, S. J. (2016). Reading Comprehension in Boys with ADHD: The Mediating Roles of Working Memory and Orthographic Conversion. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 45(2), 273-287. <https://doi.org/10.1007/s10802-016-0171-7>
- Fuchs, L. S., Geary, D. C., Compton, D. L., Fuchs, D., Hamlett, C. L., & Bryant, J. D. (2010). The Contributions of Numerosity and Domain-General Abilities to School Readiness. *Child Development*, 81(5), 1520-1533. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2010.01489.x>
- Fung, W., & Swanson, H. L. (2017). Working memory components that predict word problem solving: Is it merely a function of reading, calculation, and fluid intelligence? *Memory & Cognition*, 45(5), 804-823. <https://doi.org/10.3758/s13421-017-0697-0>
- Galusha-Glasscock, J. M., Horton, D. K., Weiner, M. F., & Cullum, C. M. (2016). Video Teleconference Administration of the Repeatable Battery for the Assessment of Neuropsychological Status. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 31(1), 8-11. <https://doi.org/10.1093/arclin/acv058>
- Ganor-Stern, D., & Steinhorn, O. (2018). ADHD and math - The differential effect on calculation and estimation. *Acta Psychologica*, 188, 55-64. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2018.05.013>

- Geddes, M. R., O'Connell, M. E., Fisk, J. D., Gauthier, S., Camicioli, R., & Ismail, Z. (2020). Remote cognitive and behavioral assessment: Report of the Alzheimer Society of Canada Task Force on dementia care best practices for COVID - 19. *Alzheimer's & Dementia: Diagnosis, Assessment & Disease Monitoring*, 12(1). <https://doi.org/10.1002/dad2.12111>
- Gershon, J., & Gershon, J. (2002). A Meta-Analytic Review of Gender Differences in ADHD. *Journal of Attention Disorders*, 5(3), 143-154. <https://doi.org/10.1177/108705470200500302>
- Gillberg, C., Gillberg, I. C., Rasmussen, P., Kadesjö, B., Söderström, H., Råstam, M., . . . Niklasson, L. (2004). Coexisting disorders in ADHD - implications for diagnosis and intervention. *European Child & Adolescent Psychiatry*, 13(S1). <https://doi.org/10.1007/s00787-004-1008-4>
- Gimbert, F., Camos, V., Gentaz, E., & Mazens, K. (2019). What predicts mathematics achievement? Developmental change in 5- and 7-year-old children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 178, 104-120. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2018.09.013>
- Green, C. T., Bunge, S. A., Briones Chiongbian, V., Barrow, M., & Ferrer, E. (2017). Fluid reasoning predicts future mathematical performance among children and adolescents. *Journal of Experimental Child Psychology*, 157, 125-143. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2016.12.005>
- Gremillion, M. L., & Martel, M. M. (2012). Semantic Language as a Mechanism Explaining the Association between ADHD Symptoms and Reading and Mathematics Underachievement. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 40(8), 1339-1349. <https://doi.org/10.1007/s10802-012-9650-7>
- Greven, C. U., Asherson, P., Rijdsdijk, F. V., & Plomin, R. (2011). A Longitudinal Twin Study on the Association Between Inattentive and Hyperactive-Impulsive ADHD Symptoms. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 39(5), 623-632. <https://doi.org/10.1007/s10802-011-9513-7>
- Greven, C. U., Kovas, Y., Willcutt, E. G., Petrill, S. A., & Plomin, R. (2014). Evidence for shared genetic risk between ADHD symptoms and reduced mathematics ability: a twin study. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 55(1), 39-48. <https://doi.org/10.1111/jcpp.12090>
- Halberda, J., Mazocco, M. M., & Feigenson, L. (2008). Individual differences in non-verbal number acuity correlate with maths achievement. *Nature*, 455(7213), 665-668. <https://doi.org/10.1038/nature07246>
- Harder, L., Hernandez, A., Hague, C., Neumann, J., McCreary, M., Cullum, C. M., & Greenberg, B. (2020). Home-Based Pediatric Teleneuropsychology: A validation study. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 35(8), 1266-1275. <https://doi.org/10.1093/arclin/aaa070>
- Harrell, K. M., Wilkins, S. S., Connor, M. K., & Chodosh, J. (2014). Telemedicine and the Evaluation of Cognitive Impairment: The Additive Value of Neuropsychological Assessment. *Journal of the American Medical Directors Association*, 15(8), 600-606. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2014.04.015>
- Hart, S. A., Petrill, S. A., Willcutt, E., Thompson, L. A., Schatschneider, C., Deater-Deckard, K., & Cutting, L. E. (2010). Exploring How Symptoms of Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder Are Related to Reading and Mathematics Performance. *Psychological Science*, 21(11), 1708-1715. <https://doi.org/10.1177/0956797610386617>
- Heidbreder, R. (2015). ADHD symptomatology is best conceptualized as a spectrum: a dimensional versus unitary approach to diagnosis. *ADHD Attention Deficit and Hyperactivity Disorders*, 7(4), 249-269. <https://doi.org/10.1007/s12402-015-0171-4>
- Hiebert, J. (1986). Conceptual and Procedural Knowledge. <https://doi.org/10.4324/9780203063538>
- Hyde, J. S. (2016). Sex and cognition: gender and cognitive functions. *Current Opinion in Neurobiology*, 38, 53-56. <https://doi.org/10.1016/j.conb.2016.02.007>
- Iglesias-Sarmiento, V., Deaño, M., Alfonso, S., & Conde, Á. (2017). Mathematical learning disabilities and attention deficit and/or hyperactivity disorder: A study of the cognitive processes involved in arithmetic problem solving. *Research in Developmental Disabilities*, 61, 44-54. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2016.12.012>

- Institut national de santé publique du Québec [INSPQ]. (2019). Surveillance du trouble du déficit de l'attention avec ou sans hyperactivité (TDAH) au Québec. https://www.inspq.qc.ca/sites/default/files/publications/2535_surveillance_deficit_attention_hyperactivite.pdf
- International Association for the Evaluation of Educational Achievement [IEA]. (2019). TIMSS 2019 International Results in Mathematics and Science. <https://timss2019.org/reports/wp-content/themes/timssandpirls/download-center/TIMSS-2019-International-Results-in-Mathematics-and-Science.pdf>
- Jangmo, A., Stålhandske, A., Chang, Z., Chen, Q., Almqvist, C., Feldman, I., . . . Larsson, H. (2019). Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder, School Performance, and Effect of Medication. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 58(4), 423-432. <https://doi.org/10.1016/j.jaac.2018.11.014>
- Jenks, K. M., de Moor, J., & van Lieshout, E. C. D. M. (2009). Arithmetic difficulties in children with cerebral palsy are related to executive function and working memory. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 50(7), 824-833. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2008.02031.x>
- Jögi, A.-L., & Kikas, E. (2015). Calculation and word problem-solving skills in primary grades - Impact of cognitive abilities and longitudinal interrelations with task-persistent behaviour. *British Journal of Educational Psychology*, 86(2), 165-181. <https://doi.org/10.1111/bjep.12096>
- Jordan, N. C., Hanich, L. B., & Kaplan, D. (2003). Arithmetic fact mastery in young children: A longitudinal investigation. *Journal of Experimental Child Psychology*, 85(2), 103-119. [https://doi.org/10.1016/s0022-0965\(03\)00032-8](https://doi.org/10.1016/s0022-0965(03)00032-8)
- Kanevski, M., Booth, J. N., Oldridge, J., McDougal, E., Stewart, T. M., McGeown, S., & Rhodes, S. M. (2021). The relationship between cognition and mathematics in children with attention-deficit/hyperactivity disorder: a systematic review. *Child Neuropsychology*, 28(3), 394-426. <https://doi.org/10.1080/09297049.2021.1985444>
- Kaufmann, L., & Nuerk, H.-C. (2008). Basic number processing deficits in ADHD: a broad examination of elementary and complex number processing skills in 9- to 12-year-old children with ADHD-C. *Developmental Science*, 11(5), 692-699. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2008.00718.x>
- Kessler, R. C., Green, J. G., Adler, L. A., Barkley, R. A., Chatterji, S., Faraone, S. V., . . . Van Brunt, D. L. (2010). Structure and Diagnosis of Adult Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. *Archives of General Psychiatry*, 67(11). <https://doi.org/10.1001/archgenpsychiatry.2010.146>
- Koterba, C. H., Baum, K. T., Hamner, T., Busch, T. A., Davis, K. C., Tlustos-Carter, S., . . . Slomine, B. S. (2020). COVID-19 issues related to pediatric neuropsychology and inpatient rehabilitation – challenges to usual care and solutions during the pandemic. *The Clinical Neuropsychologist*, 34(7-8), 1380-1394. <https://doi.org/10.1080/13854046.2020.1811892>
- Kuzmina, Y., Ivanova, A., & Kanonirs, G. (2021). Inattention, hyperactivity/impulsivity, and mathematics: Exploring gender differences in a nonclinical sample. *Research in Developmental Disabilities*, 119. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2021.104107>
- Lahey, B. B., Pelham, W. E., Loney, J., Lee, S. S., & Willcutt, E. (2005). Instability of the DSM-IV Subtypes of ADHD From Preschool Through Elementary School. *Archives of General Psychiatry*, 62(8). <https://doi.org/10.1001/archpsyc.62.8.896>
- Lamminmäki, T., Ahonen, T., Närhi, V., Lyytinen, H., & de Barra, H. T. (2009). Attention deficit hyperactivity disorder subtypes: Are there differences in academic problems? *Developmental Neuropsychology*, 11(3), 297-310. <https://doi.org/10.1080/87565649509540621>
- Larousse. (s. d.). *Mathématique*. In *Dictionnaire Larousse en ligne*. <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/math%C3%A9matique/49858>
- Larsson, H., Dilshad, R., Lichtenstein, P., & Barker, E. D. (2011). Developmental trajectories of DSM-IV symptoms of attention-deficit/hyperactivity disorder: genetic effects, family risk and associated

- psychopathology. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 52(9), 954-963. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2011.02379.x>
- Lawrence, D., Houghton, S., Dawson, V., Sawyer, M., & Carroll, A. (2020). Trajectories of academic achievement for students with attention - deficit/hyperactivity disorder. *British Journal of Educational Psychology*, 91(2), 755-774. <https://doi.org/10.1111/bjep.12392>
- Le Robert. (s. d.). *Mathématique*. In *Dictionnaire Le Robert en ligne*. <https://dictionnaire.lerobert.com/definition/mathematique>
- Li, M., Zhang, Y., Liu, H., & Hao, Y. (2018). Gender differences in mathematics achievement in Beijing: A meta-analysis. *British Journal of Educational Psychology*, 88(4), 566-583. <https://doi.org/10.1111/bjep.12203>
- Loman, M., Vogt, E., Miller, L., Landsman, R., Duong, P., Kasten, J., . . . Heffelfinger, A. (2020). "How to" operate a pediatric neuropsychology practice during the COVID-19 pandemic: Real tips from one practice's experience. *Child Neuropsychology*, 27(2), 251-279. <https://doi.org/10.1080/09297049.2020.1830962>
- Loyer Carbonneau, M., Demers, M., Bigras, M., & Guay, M.-C. (2020). Meta-Analysis of Sex Differences in ADHD Symptoms and Associated Cognitive Deficits. *Journal of Attention Disorders*, 25(12), 1640-1656. <https://doi.org/10.1177/1087054720923736>
- Marcus, D. K., & Barry, T. D. (2011). Does attention-deficit/hyperactivity disorder have a dimensional latent structure? A taxometric analysis. *Journal of Abnormal Psychology*, 120(2), 427-442. <https://doi.org/10.1037/a0021405>
- Martel, M., Nikolas, M., & Nigg, J. T. (2007). Executive Function in Adolescents With ADHD. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 46(11), 1437-1444. <https://doi.org/10.1097/chi.0b013e31814cf953>
- Massetti, G. M., Lahey, B. B., Pelham, W. E., Loney, J., Ehrhardt, A., Lee, S. S., & Kipp, H. (2007). Academic Achievement Over 8 Years Among Children Who Met Modified Criteria for Attention-deficit/Hyperactivity Disorder at 4–6 Years of Age. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 36(3), 399-410. <https://doi.org/10.1007/s10802-007-9186-4>
- Mayes, S. D., & Calhoun, S. L. (2007). Learning, Attention, Writing, and Processing Speed in Typical Children and Children with ADHD, Autism, Anxiety, Depression, and Oppositional-Defiant Disorder. *Child Neuropsychology*, 13(6), 469-493. <https://doi.org/10.1080/09297040601112773>
- Mayes, S. D., Calhoun, S. L., Bixler, E. O., & Zimmerman, D. N. (2009). IQ and neuropsychological predictors of academic achievement. *Learning and Individual Differences*, 19(2), 238-241. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2008.09.001>
- Mayes, S. D., Waschbusch, D. A., Calhoun, S. L., & Mattison, R. E. (2020). Correlates of Academic Overachievement, Nondiscrepant Achievement, and Learning Disability in ADHD, Autism, and General Population Samples. *Exceptionality*, 28(1), 60-75. <https://doi.org/10.1080/09362835.2020.1727324>
- McLennan, J. D. (2016). Understanding attention deficit hyperactivity disorder as a continuum. *Canadian family physician Medecin de famille canadien*, 62(12), 979-982. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5154646/>
- Ministère de l'éducation et de l'enseignement supérieur [MEES]. (2016). Programme de formation de l'école québécoise - Progression des apprentissages au secondaire - Mathématique. http://www.education.gouv.qc.ca/fileadmin/site_web/documents/education/jeunes/pfeq/PDA_PFEQ_mathematique-secondaire_2016.pdf
- Ministère de l'éducation et de l'enseignement supérieur [MEES]. (2017). Politique de la réussite éducative. http://www.education.gouv.qc.ca/fileadmin/site_web/documents/PSG/politiques_orientations/politique_reussite_educative_10juillet_F_1.pdf

- Ministère de l'éducation et de l'enseignement supérieur [MEES]. (2019). Référentiel d'intervention en mathématique.
http://www.education.gouv.qc.ca/fileadmin/site_web/documents/dpse/adaptation_serv_compl/Referentiel-mathematique.PDF
- Ministère de l'éducation et de l'enseignement supérieur [MEES]. (2021). Programme de formation de l'école québécoise.
http://www.education.gouv.qc.ca/fileadmin/site_web/documents/education/jeunes/pfeq/PFEQ_mathematique-secondaire-deuxieme-cycle.pdf
- Monuteaux, M. C., Faraone, S. V., Herzig, K., Navsaria, N., & Biederman, J. (2005). ADHD and Dyscalculia. *Journal of Learning Disabilities*, 38(1), 86-93. <https://doi.org/10.1177/00222194050380010701>
- Mowlem, F., Agnew-Blais, J., Taylor, E., & Asherson, P. (2019). Do different factors influence whether girls versus boys meet ADHD diagnostic criteria? Sex differences among children with high ADHD symptoms. *Psychiatry Research*, 272, 765-773. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2018.12.128>
- Munro Cullum, C., Hynan, L. S., Grosch, M., Parikh, M., & Weiner, M. F. (2014). Teleneuropsychology: Evidence for Video Teleconference-Based Neuropsychological Assessment. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 20(10), 1028-1033. <https://doi.org/10.1017/s1355617714000873>
- Nikolas, M. A., & Nigg, J. T. (2013). Neuropsychological performance and attention-deficit hyperactivity disorder subtypes and symptom dimensions. *Neuropsychology*, 27(1), 107-120. <https://doi.org/10.1037/a0030685>
- Nugent, K., & Smart, W. (2014). Attention-deficit/hyperactivity disorder in postsecondary students. *Neuropsychiatric Disease and Treatment*. <https://doi.org/10.2147/ndt.S64136>
- Nunes, T., Bryant, P., Barros, R., & Sylva, K. (2012). The relative importance of two different mathematical abilities to mathematical achievement. *British Journal of Educational Psychology*, 82(1), 136-156. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8279.2011.02033.x>
- Nussbaum, N. L., Young, S. R., DeLeon, R. C., Engelmann, M. L., & Schraegle, W. A. (2021). The future is now: pediatric neuropsychological presurgical epilepsy evaluation in the age of COVID-19. *Epileptic Disorders*, 23(2), 274-280. <https://doi.org/10.1684/epd.2021.1274>
- O'Brien, J. W., Dowell, L. R., Mostofsky, S. H., Denckla, M. B., & Mahone, E. M. (2010). Neuropsychological Profile of Executive Function in Girls with Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 25(7), 656-670. <https://doi.org/10.1093/arclin/acq050>
- O'Rourke, S. R., Bray, A. C., & Anastopoulos, A. D. (2017). Anxiety Symptoms and Disorders in College Students With ADHD. *Journal of Attention Disorders*, 24(12), 1764-1774. <https://doi.org/10.1177/1087054716685837>
- Office Québécois de la Langue Française [OQLF]. (2018). https://gdt.oqlf.gouv.qc.ca/ficheOqlf.aspx?Id_Fiche=8363202
- Ohan, J. L., & Johnston, C. (2005). Gender Appropriateness of Symptom Criteria for Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder, Oppositional-Defiant Disorder, and Conduct Disorder. *Child Psychiatry and Human Development*, 35(4), 359-381. <https://doi.org/10.1007/s10578-005-2694-y>
- Orbach, L., Herzog, M., & Fritz, A. (2020). Relation of attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) to basic number skills and arithmetic fact retrieval in children. *Research in Developmental Disabilities*, 103. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2020.103697>
- Östergren, R., & Träff, U. (2013). Early number knowledge and cognitive ability affect early arithmetic ability. *Journal of Experimental Child Psychology*, 115(3), 405-421. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2013.03.007>

- Park, J., & Brannon, E. M. (2014). Improving arithmetic performance with number sense training: An investigation of underlying mechanism. *Cognition*, 133(1), 188-200. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2014.06.011>
- Parkin, J. R., & Beaujean, A. A. (2012). The effects of Wechsler Intelligence Scale for Children—Fourth Edition cognitive abilities on math achievement. *Journal of School Psychology*, 50(1), 113-128. <https://doi.org/10.1016/j.jsp.2011.08.003>
- Parks, A. C., Davis, J., Spresser, C. D., Stroescu, I., & Ecklund-Johnson, E. (2021). Validity of In-Home Teleneuropsychological Testing in the Wake of COVID-19. *Archives of Clinical Neuropsychology*. <https://doi.org/10.1093/arclin/acab002>
- Passolunghi, M. C., Marzocchi, G. M., & Fiorillo, F. (2005). Selective Effect of Inhibition of Literal or Numerical Irrelevant Information in Children With Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD) or Arithmetic Learning Disorder (ALD). *Developmental Neuropsychology*, 28(3), 731-753. https://doi.org/10.1207/s15326942dn2803_1
- Peng, P., Namkung, J., Barnes, M., & Sun, C. (2016). A meta-analysis of mathematics and working memory: Moderating effects of working memory domain, type of mathematics skill, and sample characteristics. *Journal of Educational Psychology*, 108(4), 455-473. <https://doi.org/10.1037/edu0000079>
- Pennington, B. (2006). From single to multiple deficit models of developmental disorders. *Cognition*, 101(2), 385-413. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2006.04.008>
- Penny, A. M., Waschbusch, D. A., Carrey, N., & Drabman, R. S. (2016). Applying a Psychoeducational Perspective to ADHD. *Journal of Attention Disorders*, 8(4), 208-220. <https://doi.org/10.1177/1087054705278746>
- Peterson, R. K., Ludwig, N. N., & Jashar, D. T. (2020). A case series illustrating the implementation of a novel tele-neuropsychology service model during COVID-19 for children with complex medical and neurodevelopmental conditions: A companion to Pritchard et al., 2020. *The Clinical Neuropsychologist*, 35(1), 99-114. <https://doi.org/10.1080/13854046.2020.1799075>
- Polanczyk, G., de Lima, M. S., Horta, B. L., Biederman, J., & Rohde, L. A. (2007). The Worldwide Prevalence of ADHD: A Systematic Review and Metaregression Analysis. *American Journal of Psychiatry*, 164(6), 942-948. <https://doi.org/10.1176/ajp.2007.164.6.942>
- Polanczyk, G., Willcutt, E., Salum, G., Kieling, C., & Rohde, L. (2014). ADHD prevalence estimates across three decades: an updated systematic review and meta-regression analysis. *International Journal of Epidemiology*, 43(2), 434-442. <https://doi.org/10.1093/ije/dyt261>
- Primi, R., Ferrão, M. E., & Almeida, L. S. (2010). Fluid intelligence as a predictor of learning: A longitudinal multilevel approach applied to math. *Learning and Individual Differences*, 20(5), 446-451. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2010.05.001>
- Ragbeer, S. N., Augustine, E. F., Mink, J. W., Thatcher, A. R., Vierhile, A. E., & Adams, H. R. (2015). Remote Assessment of Cognitive Function in Juvenile Neuronal Ceroid Lipofuscinosis (Batten disease). *Journal of Child Neurology*, 31(4), 481-487. <https://doi.org/10.1177/0883073815600863>
- Ransom, D. M., Butt, S. M., DiVirgilio, E. K., Cederberg, C. D., Srnka, K. D., Hess, C. T., . . . Katzenstein, J. M. (2020). Pediatric Teleneuropsychology: Feasibility and Recommendations. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 35(8), 1204-1214. <https://doi.org/10.1093/arclin/acaa103>
- Re, A. M., Lovero, F., Cornoldi, C., & Passolunghi, M. C. (2016). Difficulties of children with ADHD symptoms in solving mathematical problems when information must be updated. *Research in Developmental Disabilities*, 59, 186-193. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2016.09.001>
- Rennie, B., Beebe-Frankenberger, M., & Swanson, H. L. (2014). A longitudinal study of neuropsychological functioning and academic achievement in children with and without signs of attention-deficit/hyperactivity disorder. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 36(6), 621-635. <https://doi.org/10.1080/13803395.2014.921284>

- Reynolds, M. R., Scheiber, C., Hajovsky, D. B., Schwartz, B., & Kaufman, A. S. (2015). Gender Differences in Academic Achievement: Is Writing an Exception to the Gender Similarities Hypothesis? *The Journal of Genetic Psychology*, 176(4), 211-234. <https://doi.org/10.1080/00221325.2015.1036833>
- Ricketts, E. J., Wolicki, S. B., Danielson, M. L., Rozenman, M., McGuire, J. F., Piacentini, J., . . . Bitsko, R. H. (2021). Academic, Interpersonal, Recreational, and Family Impairment in Children with Tourette Syndrome and Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. *Child Psychiatry & Human Development*, 53(1), 3-15. <https://doi.org/10.1007/s10578-020-01111-4>
- Rigoni, M., Blevins, L. Z., Rettew, D. C., & Kasehagen, L. (2020). Symptom Level Associations Between Attention-Deficit Hyperactivity Disorder and School Performance. *Clinical Pediatrics*, 59(9-10), 874-884. <https://doi.org/10.1177/0009922820924692>
- Rittle-Johnson, B., Fyfe, E. R., & Loehr, A. M. (2016). Improving conceptual and procedural knowledge: The impact of instructional content within a mathematics lesson. *British Journal of Educational Psychology*, 86(4), 576-591. <https://doi.org/10.1111/bjep.12124>
- Rodríguez, C., Torrance, M., Betts, L., Cerezo, R., & García, T. (2017). Effects of ADHD on Writing Composition Product and Process in School-Age Students. *Journal of Attention Disorders*, 24(12), 1735-1745. <https://doi.org/10.1177/1087054717707048>
- Roivainen, E., Suokas, F., & Saari, A. (2021). An examination of factors that may contribute to gender differences in psychomotor processing speed. *BMC Psychology*, 9(1). <https://doi.org/10.1186/s40359-021-00698-0>
- Rosenberg, J., Pennington, B. F., Willcutt, E. G., & Olson, R. K. (2012). Gene by environment interactions influencing reading disability and the inattentive symptom dimension of attention deficit/hyperactivity disorder. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 53(3), 243-251. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2011.02452.x>
- Roy-Byrne, P., Scheele, L., Brinkley, J., Ward, N., Wiatrak, C., Russo, J., . . . Varley, C. (1997). Adult attention-deficit hyperactivity disorder: Assessment guidelines based on clinical presentation to a specialty clinic. *Comprehensive Psychiatry*, 38(3), 133-140. [https://doi.org/10.1016/s0010-440x\(97\)90065-1](https://doi.org/10.1016/s0010-440x(97)90065-1)
- Rucklidge, J. J. (2010). Gender Differences in Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. *Psychiatric Clinics of North America*, 33(2), 357-373. <https://doi.org/10.1016/j.psc.2010.01.006>
- Rypma, B., Berger, J. S., Prabhakaran, V., Martin Bly, B., Kimberg, D. Y., Biswal, B. B., & D'Esposito, M. (2006). Neural correlates of cognitive efficiency. *NeuroImage*, 33(3), 969-979.
- Sabhlok, A., Malanchini, M., Engelhardt, L. E., Madole, J., Tucker - Drob, E. M., & Harden, K. P. (2021). The relationship between executive function, processing speed, and attention - deficit hyperactivity disorder in middle childhood. *Developmental Science*, 25(2). <https://doi.org/10.1111/desc.13168>
- Salinas, C. M., Bordes Edgar, V., Berrios Siervo, G., & Bender, H. A. (2020). Transforming pediatric neuropsychology through video-based teleneuropsychology: an innovative private practice model pre-COVID-19. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 35(8), 1189-1195. <https://doi.org/10.1093/arclin/aaa101>
- Salum, G. A., Sonuga-Barke, E., Sergeant, J., Vandekerckhove, J., Gadelha, A., Moriyama, T. S., . . . Rohde, L. A. P. (2014). Mechanisms underpinning inattention and hyperactivity: neurocognitive support for ADHD dimensionality. *Psychological Medicine*, 44(15), 3189-3201. <https://doi.org/10.1017/s0033291714000919>
- Sayal, K., Merrell, C., Tymms, P., & Kasim, A. (2015). Academic Outcomes Following a School-Based RCT for ADHD: 6-Year Follow-Up. *Journal of Attention Disorders*, 24(1), 66-72. <https://doi.org/10.1177/1087054714562588>
- Schachar, R., & Tannock, R. (1995). Test of Four Hypotheses for the Comorbidity of Attention-Deficit Hyperactivity Disorder and Conduct Disorder. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 34(5), 639-648. <https://doi.org/10.1097/00004583-199505000-00016>

- Schmiedeler, S., & Schneider, W. (2013). Attention-deficit hyperactivity disorder (ADHD) in the early years: Diagnostic issues and educational relevance. *Clinical Child Psychology and Psychiatry*, 19(3), 460-475. <https://doi.org/10.1177/1359104513489979>
- Sciutto, M. J., Nolfi, C. J., & Bluhm, C. (2016). Effects of Child Gender and Symptom Type on Referrals for ADHD by Elementary School Teachers. *Journal of Emotional and Behavioral Disorders*, 12(4), 247-253. <https://doi.org/10.1177/10634266040120040501>
- Sella, F., Re, A. M., Lucangeli, D., Cornoldi, C., & Lemaire, P. (2012). Strategy Selection in ADHD Characteristics Children: A Study in Arithmetic. *Journal of Attention Disorders*, 23(1), 87-98. <https://doi.org/10.1177/1087054712438766>
- Shaw, P., Eckstrand, K., Sharp, W., Blumenthal, J., Lerch, J. P., Greenstein, D., . . . Rapoport, J. L. (2007). Attention-deficit/hyperactivity disorder is characterized by a delay in cortical maturation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(49), 19649-19654. <https://doi.org/10.1073/pnas.0707741104>
- Shaw, P., Malek, M., Watson, B., Sharp, W., Evans, A., & Greenstein, D. (2012). Development of Cortical Surface Area and Gyrfication in Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. *Biological Psychiatry*, 72(3), 191-197. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2012.01.031>
- Shen, C., Vasilyeva, M., & Laski, E. V. (2016). Here, but not there: Cross-national variability of gender effects in arithmetic. *Journal of Experimental Child Psychology*, 146, 50-65. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2016.01.016>
- Shero, J. A., Logan, J. A. R., Petrill, S. A., Willcutt, E., & Hart, S. A. (2021). The Differential Relations Between ADHD and Reading Comprehension: A Quantile Regression and Quantile Genetic Approach. *Behavior Genetics*, 51(6), 631-653. <https://doi.org/10.1007/s10519-021-10077-5>
- Sherwood, A. R., & MacDonald, B. (2020). A Teleneuropsychology Consultation Service Model for Children with Neurodevelopmental and Acquired Disorders Residing in Rural State Regions. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 35(8), 1196-1203. <https://doi.org/10.1093/arclin/aaa099>
- Silva, D., Colvin, L., Glauert, R., Stanley, F., Srinivas Jois, R., & Bower, C. (2015). Literacy and Numeracy Underachievement in Boys and Girls With ADHD. *Journal of Attention Disorders*, 24(10), 1392-1402. <https://doi.org/10.1177/1087054715613438>
- Sjöwall, D., & Thorell, L. B. (2014). Functional Impairments in Attention Deficit Hyperactivity Disorder: The Mediating Role of Neuropsychological Functioning. *Developmental Neuropsychology*, 39(3), 187-204. <https://doi.org/10.1080/87565641.2014.886691>
- Smith, Z. R., Langberg, J. M., Cusick, C. N., Green, C. D., & Becker, S. P. (2019). Academic Motivation Deficits in Adolescents with ADHD and Associations with Academic Functioning. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 48(2), 237-249. <https://doi.org/10.1007/s10802-019-00601-x>
- Stoet, G., & Geary, D. C. (2012). Can Stereotype Threat Explain the Gender Gap in Mathematics Performance and Achievement? *Review of General Psychology*, 16(1), 93-102. <https://doi.org/10.1037/a0026617>
- Stoet, G., & Geary, D. C. (2015). Sex differences in academic achievement are not related to political, economic, or social equality. *Intelligence*, 48, 137-151. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2014.11.006>
- Sturm, A., Rozenman, M., Piacentini, J. C., McGough, J. J., Loo, S. K., & McCracken, J. T. (2018). The Effect of Neurocognitive Function on Math Computation in Pediatric ADHD: Moderating Influences of Anxious Perfectionism and Gender. *Child Psychiatry & Human Development*, 49(5), 822-832. <https://doi.org/10.1007/s10578-018-0798-4>
- Swanson, H. L., & Fung, W. (2016). Working memory components and problem-solving accuracy: Are there multiple pathways? *Journal of Educational Psychology*, 108(8), 1153-1177. <https://doi.org/10.1037/edu0000116>

- Swingler, M. M., Perry, N. B., & Calkins, S. D. (2015). Neural plasticity and the development of attention: Intrinsic and extrinsic influences. *Development and Psychopathology*, 27(2), 443-457. <https://doi.org/10.1017/s0954579415000085>
- Tabachnick, B. G., Fidell, L. S., Ullman, J. B., Fidell, L. S., & Ullman, J. B. (2019). *Using multivariate statistics* (Seventh edition. ed.). Pearson.
- Tailby, C., Collins, A. J., Vaughan, D. N., Abbott, D. F., O'Shea, M., Helmstaedter, C., & Jackson, G. D. (2020). Teleneuropsychology in the time of COVID-19: The experience of The Australian Epilepsy Project. *Seizure*, 83, 89-97. <https://doi.org/10.1016/j.seizure.2020.10.005>
- Tamm, L., Garner, A. A., Loren, R. E. A., Epstein, J. N., Vaughn, A. J., Ciesielski, H. A., & Becker, S. P. (2016). Slow sluggish cognitive tempo symptoms are associated with poorer academic performance in children with ADHD. *Psychiatry Research*, 242, 251-259. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2016.05.054>
- Thaler, N. S., Bello, D. T., & Etcoff, L. M. (2012). WISC-IV Profiles Are Associated With Differences in Symptomatology and Outcome in Children With ADHD. *Journal of Attention Disorders*, 17(4), 291-301. <https://doi.org/10.1177/1087054711428806>
- Thorell, L. B. (2007). Do delay aversion and executive function deficits make distinct contributions to the functional impact of ADHD symptoms? A study of early academic skill deficits. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 48(11), 1061-1070. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2007.01777.x>
- Tillman, C. M., Bohlin, G., Sorensen, L., & Lundervold, A. J. (2009). Intellectual Deficits in Children with ADHD Beyond Central Executive and Non-Executive Functions. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 24(8), 769-782. <https://doi.org/10.1093/arclin/acp075>
- Todd, R. D., Huang, H., Todorov, A. A., Neuman, R. J., Reiersen, A. M., Henderson, C. A., & Reich, W. C. (2008). Predictors of Stability of Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder Subtypes From Childhood to Young Adulthood. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 47(1), 76-85. <https://doi.org/10.1097/chi.0b013e31815a6aca>
- Todd, R. D., Sitdhiraksa, N., Reich, W., Ji, T. H. C., Joyner, C. A., Heath, A. C., & Neuman, R. J. (2002). Discrimination of DSM-IV and Latent Class Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder Subtypes by Educational and Cognitive Performance in a Population-Based Sample of Child and Adolescent Twins. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 41(7), 820-828. <https://doi.org/10.1097/00004583-200207000-00014>
- Tomasetto, C., Alparone, F. R., & Cadinu, M. (2011). Girls' math performance under stereotype threat: The moderating role of mothers' gender stereotypes. *Developmental Psychology*, 47(4), 943-949. <https://doi.org/10.1037/a0024047>
- Tosto, M. G., Momi, S. K., Asherson, P., & Malki, K. (2015). A systematic review of attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) and mathematical ability: current findings and future implications. *BMC Medicine*, 13(1). <https://doi.org/10.1186/s12916-015-0414-4>
- Tosto, M. G., Petrill, S. A., Malykh, S., Malki, K., Haworth, C. M. A., Mazzocco, M. M. M., . . . Kovas, Y. (2017). Number sense and mathematics: Which, when and how? *Developmental Psychology*, 53(10), 1924-1939. <https://doi.org/10.1037/dev0000331>
- Vanbinst, K., Ceulemans, E., Peters, L., Ghesquière, P., & De Smedt, B. (2018). Developmental trajectories of children's symbolic numerical magnitude processing skills and associated cognitive competencies. *Journal of Experimental Child Psychology*, 166, 232-250. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2017.08.008>
- Villalba-Heredia, L., Rodríguez, C., Santana, Z., Areces, D., & Méndez-Giménez, A. (2021). Effects of Sleep on the Academic Performance of Children with Attention Deficit and Hyperactivity Disorder. *Brain Sciences*, 11(1). <https://doi.org/10.3390/brainsci11010097>

- Volpe, R. J., DuPaul, G. J., DiPerna, J. C., Jitendra, A. K., Lutz, J. G., Tresco, K., & Junod, R. V. (2006). Attention Deficit Hyperactivity Disorder and Scholastic Achievement: A Model of Mediation via Academic Enablers. *School Psych Rev*, 35(1), 47-61. <https://doi.org/10.1080/02796015.2006.12088001>
- Voyer, D., & Voyer, S. D. (2014). Gender differences in scholastic achievement: A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 140(4), 1174-1204. <https://doi.org/10.1037/a0036620>
- Wadsworth, H. E., Dhima, K., Womack, K. B., Hart, J., Weiner, M. F., Hynan, L. S., & Cullum, C. M. (2018). Validity of Teleneuropsychological Assessment in Older Patients with Cognitive Disorders. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 33(8), 1040-1045. <https://doi.org/10.1093/arclin/acx140>
- Wadsworth, H. E., Galusha-Glasscock, J. M., Womack, K. B., Quiceno, M., Weiner, M. F., Hynan, L. S., . . . Cullum, C. M. (2016). Remote Neuropsychological Assessment in Rural American Indians with and without Cognitive Impairment. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 31(5), 420-425. <https://doi.org/10.1093/arclin/acw030>
- Wang, J., Halberda, J., & Feigenson, L. (2017). Approximate number sense correlates with math performance in gifted adolescents. *Acta Psychologica*, 176, 78-84. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2017.03.014>
- Watkins, M., & Styck, K. (2017). A Cross-Lagged Panel Analysis of Psychometric Intelligence and Achievement in Reading and Math. *Journal of Intelligence*, 5(3). <https://doi.org/10.3390/jintelligence5030031>
- Wechsler, D. (2014). WISC-V Technical and interpretive manual. Bloomington, MN: Pearson.
- Willcutt, E. G., Betjemann, R. S., McGrath, L. M., Chhabildas, N. A., Olson, R. K., DeFries, J. C., & Pennington, B. F. (2010). Etiology and neuropsychology of comorbidity between RD and ADHD: The case for multiple-deficit models. *Cortex*, 46(10), 1345-1361. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2010.06.009>
- Wolraich, M. L. (2005). Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder Among Adolescents: A Review of the Diagnosis, Treatment, and Clinical Implications. *Pediatrics*, 115(6), 1734-1746. <https://doi.org/10.1542/peds.2004-1959>
- Wu, Z.-M., Bralten, J., Cao, Q.-J., Hoogman, M., Zwiers, M. P., An, L., . . . Wang, Y.-F. (2016). White Matter Microstructural Alterations in Children with ADHD: Categorical and Dimensional Perspectives. *Neuropsychopharmacology*, 42(2), 572-580. <https://doi.org/10.1038/npp.2016.223>
- Zentall, S. S., Smith, Y. N., Lee, Y.-b. B., & Wiecezorek, C. (1994). Mathematical Outcomes of Attention-Deficit Hyperactivity Disorder. *Journal of Learning Disabilities*, 27(8), 510-519. <https://doi.org/10.1177/002221949402700806>
- Zheng, X., Swanson, H. L., & Marcoulides, G. A. (2011). Working memory components as predictors of children's mathematical word problem solving. *Journal of Experimental Child Psychology*, 110(4), 481-498. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2011.06.001>