

Table des matières

RÉSUMÉ	III
ABSTRACT	V
TABLE DES MATIÈRES	VII
LISTE DES TABLEAUX	IX
LISTE DES FIGURES	XI
LISTE DES ABRÉVIATIONS	XIII
INTRODUCTION	1
TROUBLE DU DÉFICIT DE L'ATTENTION AVEC OU SANS HYPERACTIVITÉ (TDAH) 3	
1.1 DESCRIPTION.....	3
1.2 ÉPIDÉMIOLOGIE	7
1.2.1 LA PRÉVALENCE	7
1.2.2 LES COMORBIDITÉS	8
1.3 ÉTIOLOGIE.....	10
1.3.1 DÉVELOPPEMENT NEURO-ANATOMIQUE	10
1.3.2 LES FACTEURS GÉNÉTIQUES	11
1.3.3 LES FACTEURS ENVIRONNEMENTAUX.....	12
1.3.4 LES FACTEURS PSYCHOSOCIAUX.....	12
1.4 PRINCIPALES THÉORIES EXPLICATIVES.....	13
1.4.1 DÉFICIT D'INHIBITION COMPORTEMENTALE.....	13
1.4.2 L'AVERSION DU DÉLAI.....	13
1.4.3 LE MODÈLE À DEUX VOIES	16
1.5 TRAITEMENTS	19
1.5.1 LES THERAPIES D'APPOINT.....	19
1.5.2 L'APPROCHE PHARMACOLOGIQUE	20
1.5.3 L'APPROCHE PHYSIQUE	20
MOTRICITÉ	21
2.1 DÉVELOPPEMENT MOTEUR	21
2.2 DÉTERMINANTS DE LA MOTRICITÉ GLOBALE	23
2.3 L'INFLUENCE DE L'IMC SUR LA MOTRICITÉ	24
2.4 L'INFLUENCE DU TDAH SUR LA MOTRICITÉ	24
2.4.1 CAUSES ETIOLOGIQUES	25
2.4.2 THÉORIES EXPLICATIVES	25
2.4.3 IMPACT DES COMORBIDITÉS ET DE LA MÉDICATION.....	26
MÉTHODOLOGIE	28
3.1 OBJECTIFS ET HYPOTHÈSES	28
3.2 PARTICIPANTS	29
3.3 DESCRIPTION DE L'ÉTUDE.....	30
3.3.1 AGILITÉ.....	30
3.3.1.1 La course navette de 5 mètres	30
3.3.1.2 La course à pas chassés	30
3.3.1.3 La course en cercle	31
3.3.1.4 La course en slalom	31
3.3.2 COORDINATION.....	31
3.3.2.1 La coordination main-œil.....	31
3.3.2.2 La coordination mains-pieds	31

3.3.3	ÉQUILIBRE.....	31
3.3.3.1	L'équilibre statique les yeux ouverts	32
3.3.3.2	L'équilibre statique les yeux fermés	32
3.3.3.3	L'équilibre dynamique (instable)	32
3.3.4	VITESSE SEGMENTAIRE	32
3.3.4.1	La vitesse des membres supérieurs	32
3.3.4.2	La vitesse des membres inférieurs	32
3.3.5	TEMPS DE RÉACTION	33
3.4	STATISTIQUES	33
RÉSULTATS		35
4.1	PORTRAIT DE L'ÉCHANTILLONNAGE	35
4.1.1	ÂGE	35
4.1.2	MESURES ANTHROPOMÉTRIQUES.....	35
4.1.3	COMORBIDITÉS	36
4.1.4	PRISE DE MÉDICATION	37
4.2	IMPACT D'UN TDAH SUR LA MOTRICITÉ GLOBALE DES ADOLESCENTS.....	39
4.2.1	COMPARAISON DES PERFORMANCES AUX TESTS D'HABILETÉS MOTRICES	39
4.2.2	COMPARAISON DES PERFORMANCES POUR CHAQUE DÉTERMINANT DE LA MOTRICITÉ GLOBALE.....	41
4.2.3	COMPARAISON DES PERFORMANCES POUR LA MOTRICITÉ GLOBALE.....	42
DISCUSSION		43
5.1	PORTRAIT DE L'ÉCHANTILLONNAGE	43
5.2	IMPACT D'UN TDAH SUR LA MOTRICITÉ GLOBALE DES ADOLESCENTS.....	44
5.3	LIMITES IDENTIFIÉES.....	46
CONCLUSION ET PERSPECTIVES		48
ANNEXE A: PROTOCOLE D'EVALUATION DES HABILETÉS MOTRICES		51
BIBLIOGRAPHIE		58

Liste des tableaux

Tableau 1 : Critères diagnostiques du TDAH	4
Tableau 2 : Principales comorbidités associées au TDAH	9
Tableau 3 : Classification des adolescents par groupe en fonction de leur classe d'IMC .	35
Tableau 4 : Présentation descriptive des comorbidités par groupe	36
Tableau 5 : Présentation descriptives des médicaments par groupe.....	37
Tableau 6 : Influence de la médication sur les habiletés motrices (groupe TDAH)	38
Tableau 7 : Influence d'un TDAH sur les résultats de tests d'habiletés motrices	40
Tableau 8 : Influence d'un TDAH sur la motricité globale (TDAH vs. Témoin).....	42

Liste des figures

Figure 1. Théorie de l'inhibition comportementale de Barkley	15
Figure 2. Schéma de l'aversion du délai.	17
Figure 3. Modèle à deux voies.	18

Liste des abréviations

ADHD	Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder
CADDRA	Canadian ADHD Ressource Alliance
BPC	Byphényles polychlorés
DAT	Gène transporteur de la dopamine
DBH	Dopamine beta-hydroxylase
DSM-V	Manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux, 5 ^e édition
HRDP	Hôpital Rivière-des-Prairies
INSERM	Institut national de la santé et de la recherche biomédicale (France)
NIH	National Institutes of Health (États-Unis)
NIMH	National Institute of Mental Health (États-Unis)
OPPH	Office of Public and Population Health
Rx	Prescription médicale
SGT	Syndrome Gilles de la Tourette
SNC	Système nerveux central
TA	Troubles anxieux
TAC	Trouble d'acquisition de la coordination
TAP	Troubles d'apprentissage
TD	Troubles dépressifs
TDAH	Trouble du déficit de l'attention avec ou sans hyperactivité
TOP	Trouble oppositionnel avec provocation
TR	Troubles relationnels
TRS	Temps de réaction simple
TSA	Trouble du spectre de l'autisme

Remerciements

Sans l'ombre d'un doute, la réalisation de ce mémoire n'aurait pas été possible sans l'intervention d'un grand nombre de personnes. Tout d'abord, mes plus sincères remerciements à M. Tommy Chevrette, mon directeur de maitrise. Merci pour ta confiance, ta disponibilité, tes précieux conseils et ta correction sévère mais juste. Tu m'as sortie de ma zone de confort en me proposant un projet de recherche portant sur une clientèle adolescente avec un trouble du déficit de l'attention mais tu m'as également redonné espoir tout en me permettant d'élargir mon champ de connaissances.

Je souhaite aussi exprimer ma reconnaissance à tous ceux qui m'ont aidée dans mes premiers pas à la maitrise. Merci notamment à M. Mario Leone, M. Hung Tien Bui, et à l'équipe du Dr. François Maltais de l'IUCPQ; M. Didier Saey, Mme Cynthia Brouillard, Mme Marie-Josée Breton et Mme Brigitte Jean que j'ai eu le plaisir de connaître et de côtoyer. Je suis très reconnaissante des efforts et du temps investis dans l'élaboration du projet sur la réadaptation pulmonaire. Bien que ce projet n'ait pas été mené à terme, j'ai grandi et j'ai appris énormément en côtoyant ces passionnés de la recherche.

Je tiens également à remercier M. Thierry Gaudet-Savard et toute l'équipe du programme de Diplôme d'études supérieures en kinésiologie clinique. En plus de me transmettre leur passion pour la kinésiologie, ils m'ont permis de me dépasser et de développer une curiosité scientifique. C'est en partie grâce à eux que j'ai poursuivi mes études graduées.

Un merci particulier à ma famille. Merci à mon père Réjean, et à mon frère Louis-Pierre, pour leur soutien inconditionnel. Merci à ma mère, Claire, de m'avoir toujours permis d'aller au bout de mes rêves, de croire en moi et de me pousser à dépasser mes limites. Je tiens à partager ce mémoire avec Maxim, Vincent, Rosalie, Florence et Sophie. Par votre support, vos encouragements, vos sourires et votre bonne humeur au quotidien, vous m'avez permis de surmonter tous les obstacles pour y parvenir. Merci Sophie pour tes heures de correction, tes mots pour me rassurer au bon moment et ta patience lorsque je perds la mienne. Enfin j'adresse mes plus sincères remerciements à mes proches, mes amis et mes collègues qui m'ont toujours soutenue et encouragée au cours de la réalisation de ce mémoire.

Introduction

Le trouble du déficit de l'attention avec ou sans hyperactivité (TDAH) est une cause majeure d'handicaps d'origines neurologiques chez l'enfant et chez l'adulte (Habib, 2011). Selon la 5^e édition du Manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux (DSM-V), le TDAH est un trouble neurodéveloppemental (American Psychiatric Association [APA], 2015). C'est-à-dire, qu'il se manifeste dès l'enfance. Le TDAH se caractérise par des symptômes d'inattention, de désorganisation et/ou d'hyperactivité-impulsivité qui interfèrent avec le fonctionnement ou le développement de l'enfant (APA, 2015). Dans la majorité des cas, les symptômes continuent à l'adolescence et persistent à l'âge adulte (Habib, 2011). Ainsi, selon une étude longitudinale, 78% des enfants ayant un TDAH présentent toujours des symptômes à l'âge adulte (Biederman, Petty, Clarke, Lomedico, & Faraone, 2011).

Le TDAH est associé à plusieurs comorbidités telles que : des difficultés d'apprentissage (Mayes, Calhoun, & Crowell, 2000), des troubles psychiatriques (Bailly et al., 2003) et des déficits moteurs (Harvey & Reid, 1997; Verret, 2010; Yan & Thomas, 2002). Dans la littérature, la cooccurrence des déficits moteurs a reçu moins d'attention que les autres comorbidités (Fliers et al., 2008). Bien qu'il ait été démontré que les enfants ayant un TDAH ont des capacités motrices moindres (Verret, 2010), peu d'études se sont intéressées à la motricité des adolescents ayant un TDAH. Or, l'adolescence est une période critique à l'adoption d'un mode de vie physiquement actif (Tammelin, Näyhä, Hills, & Järvelin, 2003). De plus, la sédentarité chez les adolescents est associée à des troubles physiques (détérioration de la condition physique, augmentation du risque de maladies chroniques) et à des troubles psychologiques (faible estime de soi, troubles de sommeil, hausse de l'agressivité) (Du Mays & Bordeleau, 2015).

Dans cette optique, il s'avère intéressant de documenter l'impact d'un TDAH sur la motricité des adolescents en comparant leurs performances motrices à celles d'adolescents n'ayant pas de TDAH. Le mémoire sera divisé de la façon suivante: les deux premiers chapitres feront état des connaissances actuelles sur le TDAH et sur le développement de la motricité. Les chapitres trois, quatre et cinq traiteront respectivement de la méthodologie, des résultats et de la discussion. Enfin, le dernier chapitre portera sur la conclusion et les perspectives futures pour la recherche.

Trouble du déficit de l'attention avec ou sans hyperactivité (TDAH)

1.1 Description

Le trouble de déficit de l'attention avec ou sans hyperactivité (TDAH) est un trouble chronique de développement d'origine neurologique (Habib, 2011). Un diagnostic est établi si un individu présente un mode persistant d'inattention et/ou d'hyperactivité-impulsivité qui interfère avec son fonctionnement social, scolaire ou professionnel. Ces symptômes doivent être présents avant l'âge de douze ans et doivent persister au moins six mois (APA, 2015). L'APA a mis à jour, en 2013, les critères diagnostiques du TDAH. Le tableau 1 présente les critères diagnostiques du TDAH selon la version française du DSM-V, parue en 2015.

Selon ces critères, il y a trois présentations associées au TDAH. La présentation d'inattention prédominante est caractérisée par des symptômes tels que la désorganisation et la distractibilité. Les individus qui présentent ces traits sont distraits facilement et font preuve de manque de persévérance. La présentation d'hyperactivité-impulsivité prédominante se caractérise, entre autres, par un niveau d'énergie élevé. L'hyperactivité se caractérise par une activité motrice excessive. On dit souvent que ces enfants ont la "bougeotte". Les symptômes d'hyperactivité s'estompent à l'adolescence et à l'âge adulte. L'impulsivité se traduit par des actions précipitées sans réflexion comme par exemple, couper la parole. Enfin, la présentation combinée est caractérisée par la présence des symptômes d'inattention et d'hyperactivité-impulsivité (APA, 2015).

Tableau 1 : « Critères diagnostiques du TDAH » Tiré du (DSM-V, 2015, p. 67)

A. Un mode persistant d'inattention et/ou d'hyperactivité-impulsivité qui interfère avec le fonctionnement ou le développement caractérisé par (1) et/ou (2) :

1. **Inattention** : six (ou plus) des symptômes suivants persistent depuis au moins 6 mois, à un degré qui ne correspond pas au niveau de développement et qui a un effet négatif direct sur les activités sociales et scolaires/professionnelles :

N.B. : Les symptômes ne sont pas seulement la manifestation d'un comportement opposant, provocateur ou hostile, ou de l'incapacité de comprendre les tâches ou les instructions. Chez les grands adolescents et les adultes (17 ans et plus) au moins cinq symptômes sont requis.

- a. Souvent, ne parvient pas à prêter attention aux détails, ou fait des fautes d'étourderie dans les devoirs scolaires, le travail ou d'autres activités (p. ex. néglige ou ne remarque pas des détails, le travail est imprécis).
- b. A souvent du mal à soutenir son attention au travail ou dans les jeux (p. ex. a du mal à rester concentré pendant les cours magistraux, des conversations ou la lecture de long texte).
- c. Semble souvent ne pas écouter quand on lui parle personnellement (p. ex. semble avoir l'esprit ailleurs, même en l'absence d'une source de distraction évidente).
- d. Souvent, ne se conforme pas aux consignes et ne parvient pas à mener à terme ses devoirs scolaires, ses tâches domestiques ou ses obligations professionnelles (p. ex. commence des tâches mais se déconcentre vite et se laisse facilement distraire).
- e. A souvent du mal à organiser ses travaux ou ses activités (p. ex. difficulté à gérer des tâches comportant plusieurs étapes, difficulté à garder ses affaires et ses documents en ordre, travail brouillon ou désordonné, mauvaise gestion du temps, échoue à respecter les délais).
- f. Souvent, évite, a en aversion, ou fait à contrecœur les tâches qui nécessitent un effort mental soutenu (p. ex. le travail scolaire ou les devoirs à la maison ; chez les grands adolescents et les adultes : préparer un rapport, remplir des formulaires, analyser de longs articles).
- g. Perd souvent les objets nécessaires à son travail ou à ses activités (p. ex. matériel scolaire, crayons, livres, outils portefeuilles, clés, documents, lunettes, téléphone

mobile).

- h. Se laisse souvent facilement distraire par des stimuli externes (chez les grands adolescents et les adultes, il peut s'agir de pensées sans rapport).
- i. A des oubliés fréquents dans la vie quotidienne (p. ex. effectuer les tâches ménagères et faire les courses ; chez les grands adolescents et les adultes : rappeler des personnes au téléphone, payer des factures, honorer des rendez-vous).

2. Hyperactivité et impulsivité : Six (ou plus) des symptômes suivants persistent depuis au moins 6 mois, à un degré qui ne correspond pas au niveau de développement et qui a un retentissement négatif direct sur les activités sociales et scolaires/professionnelles :

N.B. : Les symptômes ne sont pas seulement la manifestation d'un comportement opposant, provocateur ou hostile, ou de l'incapacité de comprendre les tâches ou les instructions. Chez les grands adolescents et les adultes (17 ans ou plus), au moins cinq symptômes sont requis.

- a. Remue souvent les mains ou les pieds, ou se tortille sur son siège.
- b. Se lève souvent en classe ou dans d'autres situations où il est supposé rester assis (p. ex. quitte sa place en classe, au bureau ou dans d'autres situations où dans un autre lieu de travail, ou dans d'autres situations où il est censé rester en place).
- c. Souvent, court ou grimpe partout, dans des situations où cela est inapproprié (N.B. : Chez les adolescents ou les adultes cela peut se limiter à un sentiment d'impatience motrice).
- d. Est souvent incapable de se tenir tranquille dans les jeux ou les activités de loisir.
- e. Est souvent "sur la brèche" ou agit souvent comme s'il était "monté sur des ressorts" (p. ex. n'aime pas rester tranquille pendant un temps prolongé ou est alors mal à l'aise, comme au restaurant ou dans une réunion, peut être perçu par les autres comme impatient ou difficile à suivre).
- f. Parle souvent trop.
- g. Laisse souvent échapper la réponse à une question qui n'est pas encore entièrement posée (p. ex. termine les phrases des autres, ne peut pas attendre son tour dans une conversation).
- h. A souvent du mal à attendre son tour (p. ex. dans une file d'attente).
- i. Interrupt souvent les autres ou impose sa présence (p. ex. fait irruption dans les conversations, les jeux ou les activités, peut se mettre à utiliser les affaires des

autres sans le demander ou en recevoir la permission ; chez les adolescents ou les adultes, peut être intrusif et envahissant dans les activités des autres).
B. Plusieurs symptômes d'inattention ou d'hyperactivité-impulsivité sont présents avant l'âge de 12 ans.
C. Plusieurs symptômes d'inattention ou d'hyperactivité-impulsivité sont présents dans au moins deux contextes différents (p. ex. à la maison, à l'école, ou au travail ; avec des amis ou de la famille, dans d'autres activités).
D. On doit mettre clairement en évidence que les symptômes interfèrent avec ou réduisent la qualité du fonctionnement social, scolaire ou professionnel.
E. Les symptômes ne surviennent pas exclusivement au cours d'une schizophrénie ou d'un autre trouble psychotique, et ils ne sont pas mieux expliqués par un autre trouble mental (p. ex. trouble de l'humeur, troubles anxieux, trouble dissociatif, trouble de la personnalité, intoxication par, ou sevrage d'une substance).
Spécifier le type :
Présentation combinée : Si à la fois le critère A1 (inattention) et le critère A2 (hyperactivité-impulsivité) sont remplis pour les 6 derniers mois.
Présentation inattentive prédominante : Si, pour les 6 derniers mois, le critère A1 (inattention) est rempli mais pas le critère A2 (hyperactivité-impulsivité).
Présentation hyperactive/impulsive : Si, pour les 6 derniers mois, le critère A2 (hyperactivité-impulsivité) est rempli mais pas le critère A1 (inattention).
Spécifier si :
En rémission partielle : Lorsqu'au cours des 6 derniers mois, l'ensemble des critères pour poser le diagnostic ne sont plus réunis alors qu'ils l'étaient auparavant, et que les symptômes continuent à entraîner une altération du fonctionnement social, scolaire ou professionnel.
Spécifier la sévérité actuelle :
Léger : Peu de symptômes, ou aucun, sont présents au-delà de ceux requis au minimum pour poser le diagnostic, et les symptômes n'entraînent que des altérations mineures du fonctionnement social ou professionnel.
Moyen : Les symptômes ou l'altération fonctionnelle sont présents ou une forme intermédiaire entre "léger" et "grave".
Grave : Plusieurs symptômes sont présents au-delà de ceux requis pour poser le diagnostic, ou plusieurs symptômes particulièrement graves sont présents, ou les symptômes entraînent une altération marquée du fonctionnement social ou professionnel.

1.2 Épidémiologie

Le TDAH est le plus fréquent des troubles neurodéveloppementaux chez l'enfant (Habib, 2011). Toutefois, il y a une grande variation dans les taux de prévalence mondiale (Adesman, 2001; Polanczyk, Silva de Lima, Lessa Horta, Biederman, & Rohde, 2007). De plus, le TDAH est souvent associé à d'autres troubles psychologiques (APA, 2015). La prévalence du TDAH et les comorbidités qui sont associées sont décrites ci-dessous.

1.2.1 La prévalence

Selon une méta-analyse réalisée par Schmidt et Petermann (2009), la prévalence du TDAH varie entre 3,2% et 15,8%, chez les enfants et les adolescents, en fonction du système de classification utilisé. Cette variation s'explique par des différences méthodologiques et/ou culturelles. Ainsi, au niveau méthodologique, le type de recensement diffère souvent d'une étude à l'autre (questionnaire, entrevue téléphonique, observations directes) ce qui peut biaiser le taux de prévalence (Habib, 2011). En ce qui concerne les différences culturelles, par exemple, aux États-Unis le diagnostic de TDAH peut être fait par le médecin généraliste tandis qu'en France, seuls les spécialistes hospitaliers y sont autorisés (Habib, 2011). De plus, certaines cultures peuvent être plus tolérantes envers certains comportements ce qui peut influencer la prévalence mesurée dans ces pays (Adesman, 2001). Le plus souvent, la prévalence varie entre 5% et 7% (Schmidt & Petermann, 2009). D'ailleurs, dans le DSM-V (2015), il est établi qu'environ 5% des enfants et 2,5% des adultes ont un diagnostic de TDAH. Également, la prévalence du TDAH est plus élevée chez les garçons que chez les filles. Le ratio garçons / filles est de 2 / 1 chez les enfants et 1,6 / 1 chez les adultes (APA, 2015). Les garçons présentent davantage des symptômes d'hyperactivité/impulsivité que les filles, ce qui pourrait expliquer le nombre de diagnostics plus élevé chez les garçons (Willcutt, 2012). Au Québec, la prévalence du TDAH est élevée. Selon l'Institut de la statistique du Québec (ISQ), 12,6% des élèves de niveau secondaire ont un diagnostic de TDAH dont 15,9% sont des garçons et 9,3% sont des filles (Pica et al., 2012).

1.2.2 Les comorbidités

Selon les études épidémiologiques, plus de 65% des enfants ayant un TDAH ont au moins un diagnostic concomitant (Takeda, Ambrosini, & Elia, 2012). Selon Willens et ses collaborateurs (2002), 75% des enfants d'âge préscolaire et 80% des enfants d'âge scolaire présentent des comorbidités. Parmi celles-ci, se trouvent des difficultés d'apprentissage, plusieurs comorbidités psychiatriques (troubles d'opposition, troubles anxieux, etc.) et des déficits au niveau moteur (INSERM, 2000; Schmidt & Petermann, 2009; Verret, 2010). Le TDAH est aussi un facteur de risque pour l'obésité (Carrier, 2013; Cortese et al., 2015) l'abus de substances et pour des addictions diverses (jeux vidéo, internet) (Chan & Rabinowitz, 2006; Mannuzza, Klein, Bessler, Malloy, & LaPadula, 1998; Schmidt & Petermann, 2009; Yen, Yen, Chen, Tang, & Ko, 2009). Le tableau 2 présente certaines des comorbidités psychologiques les plus fréquentes et leurs prévalences.

Selon l'association canadienne sur le TDAH (Canadian ADHD Resource Alliance [CADDRA], 2010), les enfants ayant un TDAH ont fréquemment des résultats inférieurs lors de tests psychométriques normalisés. Les troubles d'apprentissage peuvent être, par exemple, spécifiques à la lecture (dyslexie), au calcul (dyscalculie), ou à l'orthographe (dysorthographie). Ils se manifestent par des retards dans le développement des processus cognitifs, dont entre autres, les fonctions exécutives suivantes : organisation, planification, activité autodirigée, mémoire de travail et vitesse de traitement de l'information (CADDRA, 2010).

Le TDAH est aussi fréquemment associé au trouble d'acquisition de la coordination (TAC). Toutefois, cette association est moins bien documentée. En effet, elle n'est pas citée dans le DSM-V. Un enfant ayant un TAC a une performance qui est nettement en-dessous du niveau escompté en ce qui concerne la coordination motrice. Et ce, compte tenu de l'âge chronologique et des opportunités pour l'apprentissage et la mise en pratique de nouvelles habiletés. Les difficultés se manifestent par de la maladresse, une vitesse d'exécution lente ou une mauvaise performance (résultat inférieur au 15^e rang percentile) dans les tests d'habiletés motrices (APA, 2015). La moitié (50%) des individus ayant un TAC présenteraient aussi un TDAH (Blank, Smits-Engelsman, Polatajko, & Wilson, 2012). Des difficultés motrices ont été rapportées, indépendamment d'un diagnostic de TAC chez des enfants ayant un TDAH (Verret, 2010).

Enfin, selon une récente méta-analyse, il y a une relation entre le TDAH et l'obésité (Carrier, 2013). Les auteurs rapportent que la prévalence globale de l'obésité est augmentée de 70% chez les adultes et de 40% chez les enfants ayant un TDAH comparativement aux individus sans TDAH. Les mécanismes sous-jacents ne sont pas clairement identifiés (Cortese et al., 2015). Toutefois, le type de comorbidités des participants et leurs différents traitements pharmacologiques a certes une influence sur leur poids. Par exemple, la présence de dépression est associée à une augmentation du taux d'obésité. De plus, la prise de psychostimulants diminuerait le risque d'obésité à court terme en raison d'un effet anorexigène passager (Cortese et al., 2015).

Tableau 2 : Principales comorbidités associées au TDAH

Comorbidités	Prévalence
--------------	------------

Trouble oppositionnel avec provocation (TOP)	≈50% des enfants ayant la présentation combinée du TDAH. ^{1,2} ≈25 % des enfants ayant la présentation inattentive dominante du TDAH. ¹
Trouble des conduites	≈25% des enfants et des adolescents ayant la présentation combinée du TDAH. ¹
Trouble disruptif avec dysrégulation émotionnelle	La plupart des enfants et des adolescents ayant ce trouble ont un TDAH. ¹
Troubles d'apprentissage	La concomitance est fréquente entre ces troubles. ¹
Troubles anxieux et trouble dépressif	Les taux d'anxiété et de dépression sont supérieurs chez les individus ayant un TDAH comparativement à la population générale. ¹ 17,7% des enfants d'âge préscolaire ayant un TDAH. ² 23% des enfants et adolescents ayant un TDAH. ²
Trouble d'acquisition de la coordination (TAC)	50% des individus ayant un TAC présentent un également un TDAH. ³

1. (APA, 2015) 2. (Schmidt & Petermann, 2009) 3. (Verret, 2010)

1.3 Étiologie

L'hétérogénéité clinique et la forte prévalence de comorbidités psychologiques font du TDAH un trouble neurodéveloppemental complexe. En effet, l'étiologie du TDAH est multifactorielle (Purper-Ouakil, Lepagnol-Bestel, Grosbellet, Gorwood, & Simonneau, 2010). Il s'agit d'un trouble neurologique qui a des origines génétiques et des influences environnementales combinées (Galéra & Bouvard, 2014). Les différentes causes identifiées dans la littérature sont décrites ci-dessous.

1.3.1 Développement neuro-anatomique

Différentes études d'imagerie montrent des différences morphologiques significatives entre les cerveaux d'individus ayant le TDAH comparativement à la population générale (Castellanos et al., 1996; Castellanos & Tannock, 2002; Habib, 2011; Purper-Ouakil et al., 2010). Des réductions de volume ont été observées au niveau du cortex préfrontal, des ganglions de la base (striatum), du cortex cingulaire antérieur dorsal,

du corps calleux et du cervelet (Emond, Joyal, & Poissant, 2009). Une réduction de 5% à 8% a été observée chez les individus ayant un TDAH comparativement aux contrôles (Castellanos & Tannock, 2002). D'autres études d'imagerie (IRM) ont été conduites alors que les participants étaient soumis à des tests d'inhibition (go / non go), de temps de réaction (stop-signal) ou d'interférence (stroop). Lors de ces tests, des hypo-activations ont été observées au niveau du cortex cingulaire antérieur dorsal, du cortex frontal et des ganglions basaux (striatum) (Emond et al., 2009; Rubia, Smith, Brammer, Toone, & Taylor, 2005). Ces zones cérébrales affectées par le TDAH sont celles impliquées dans l'inhibition comportementale, l'attention soutenue et la mémoire de travail (Habib, 2011). La sous-activation du striatum-ventral chez les adolescents et les adultes dans une tâche d'anticipation de récompenses pourrait expliquer en partie l'aversion du délai qu'ont les individus ayant un TDAH (Scheres, Milham, Knutson, & Castellanos, 2007). Les concepts d'inhibition comportementale et d'aversion du délai seront développés davantage dans les pages qui suivent.

Un retard de maturation corticale a aussi été démontré par des chercheurs du National Institutes of Health (NIH) et du National Institute of Mental Health (NIMH) (Shaw et al., 2007). Le retard est estimé à 3 ans, puisque le temps moyen pour atteindre 50% du maximum d'épaisseur est de 7,5 ans chez les témoins et de 10,6 ans chez les enfants ayant un TDAH. Le retard le plus important a été observé dans la région préfrontale qui est impliquée dans l'attention, l'inhibition et la planification (Shaw et al., 2007).

1.3.2 Les facteurs génétiques

L'héritabilité du TDAH est significative (APA, 2015). Selon la littérature, environ 76% du TDAH s'explique par des différences interindividuelles au niveau du génome (Faraone et al., 2005). Plusieurs variations génétiques ont été identifiées dont une impliquant le gène codant pour les récepteurs dopaminergiques D4 et D5 (Faraone et al., 2005). La dopamine est un neurotransmetteur du groupe des catécholamines, précurseur de la noradrénaline, jouant dans le cerveau un rôle fondamental pour le contrôle de la motricité. Le système dopaminergique est impliqué dans la locomotion, la motivation et les processus cognitifs suivants: attention, mémoire de travail et inhibition comportementale (Purper-Ouakil et al., 2010; Thibault, Kortleven, Fasano, Dal Bo, & Trudeau, 2010). Les stratégies pharmaceutiques du TDAH ciblent principalement à réguler la

neurotransmission de la dopamine et l'activité des récepteurs dopaminergiques (Thibault et al., 2010). Dans une revue de la littérature, Faraone et coll. (2005) rapportent une association significative entre trois autres gènes impliqués dans le système dopaminergique et le TDAH : le gène codant pour le récepteur dopaminergique D5 (DRD5), le gène transporteur de la dopamine (DAT) et le gène codant pour l'enzyme dopamine beta-hydroxylase (DBH). Cependant, le polyphormisme génétique ne peut expliquer à lui seul l'étiologie du TDAH. Il existe également des facteurs environnementaux et psychosociaux (APA, 2015).

1.3.3 Les facteurs environnementaux

L'exposition à certains facteurs environnementaux pourrait contribuer au développement d'un TDAH chez les enfants présentant un génome favorable à la pathologie (Galéra & Bouvard, 2014). Bien que le lien causal ne soit pas démontré, une corrélation existe entre l'apparition du trouble et la présence de plusieurs facteurs environnementaux dans le milieu intra-utérin et pendant la petite enfance (APA, 2015). Il s'agit, entre autres, d'un faible poids à la naissance (Mick, Biederman, Prince, Fischer, & Faraone, 2002), de l'exposition à l'alcool, à la nicotine (Neuman et al., 2007) et à d'autres substances psychoactives avant la naissance (Noland et al., 2005) ainsi qu'à la présence de produits chimiques dans l'environnement, comme le plomb (Braun, Kahn, Froehlich, Auinger, & Lanphear, 2006), l'hexa-chlorobenzène (Ribas-Fitó et al., 2007) et les byphényles polychlorés (BPC) (Polańska, Jurewicz, & Hanke, 2013).

1.3.4 Les facteurs psychosociaux

Des facteurs psychosociaux sont aussi associés au TDAH tels que : le stress, les carences alimentaires, les attitudes parentales hostiles et le trouble dépressif chez la mère (Purper-Ouakil et al., 2010). Ces facteurs ne peuvent être considérés comme des causes du TDAH. Toutefois, ils peuvent influencer son développement et causer des problèmes de conduite (APA, 2015).

1.4 Principales théories explicatives

Les études d'imagerie, citées précédemment, ont mis en évidence l'activation différenciée des zones corticales responsables de l'attention, de l'organisation et du contrôle des mouvements chez un individu ayant un TDAH (Castellanos & Tannock, 2002; Fliers et al., 2009; Rubia et al., 2005; Shaw et al., 2007). Ces activations déficitaires entraînent une perte d'efficacité des fonctions exécutives (Bélanger, 2009; Sergeant, Geurts, & Oosterlaan, 2002). Packwood (2011) définit le concept des fonctions exécutives comme « *un mécanisme du contrôle cognitif qui dirige et coordonne le comportement humain de manière adaptative quand aucun schéma d'action préétabli n'est disponible* ». Différentes théories expliquent les mécanismes sous-jacents. Les plus citées sont la théorie du déficit d'inhibition comportementale de Barkley (1997), la théorie de l'aversion du délai de Sonuga-Barke et ses collaborateurs (1992) et le modèle à deux voies qui intègre ces deux théories de Sonuga-Barke et ses collaborateurs (2002).

1.4.1 Déficit d'inhibition comportementale

Russel Barkley est une autorité internationalement reconnue pour ses travaux sur le TDAH. Sa théorie de l'inhibition comportementale (1997) est l'une des théories les plus largement admise pour expliquer le TDAH (Habib, 2011). Selon cette théorie, le déficit attentionnel des individus ayant un TDAH est principalement dû à une pauvre capacité d'inhibition. Ce manque de contrôle inhibiteur peut provenir de sources internes de distraction, comme des pensées parasites, ou de sources externes (Barkley, 1997). Dans son modèle, Barkley met en relation l'inhibition comportementale et quatre fonctions exécutives soient : la mémoire de travail, l'autorégulation des affects, l'internalisation du langage et la reconstitution. La figure 1 illustre ce concept théorique. Ce modèle est bien accepté dans la littérature pour expliquer les causes cognitives du TDAH mais ne semble pas suffisamment complet pour rendre compte des causes non-cognitives du TDAH (Habib, 2011). De plus, Barkley (1997) admet que son modèle ne prend pas en considération la présentation inattentive prédominante du TDAH.

1.4.2 L'aversion du délai

Sonuga-Barke et ses collaborateurs (1992) proposent une théorie fondée sur un style motivationnel. Le concept motivationnel de ces auteurs explique les trois grands

symptômes du TDAH (inattention, hyperactivité et impulsivité) par une aversion du délai attribuable à une mauvaise perception temporelle. Les individus ayant un TDAH auraient de la difficulté à estimer une durée. Ils perçoivent le temps plus lentement et tentent alors de diminuer les délais d'attente. La figure 2 illustre le schéma de l'aversion du délai de Sonuga-Barke. Dans ce concept, l'attente est insupportable pour l'individu ayant un TDAH. S'il a le choix entre une réponse immédiate ou l'attente, il va choisir la réponse immédiate même si cette réponse est inadaptée par rapport au but expliquant les symptômes impulsifs du TDAH. Dans les cas où une réponse immédiate est impossible, il va éviter l'attente en cherchant une stimulation non-temporelle (ex : regarder par la fenêtre) ou en créant une stimulation non-temporelle (ex : augmenter son niveau d'actions motrices), expliquant les symptômes d'inattention et d'hyperactivité. L'aversion du délai amène également un dysfonctionnement des mécanismes de récompenses (Habib, 2011). En conséquence, les individus ayant un TDAH ont de la difficulté à persévéérer dans des tâches longues qui demandent une attention soutenue. De plus, ils préfèrent les tâches faciles ou procurant une récompense immédiate ce qui caractérise les symptômes impulsifs.

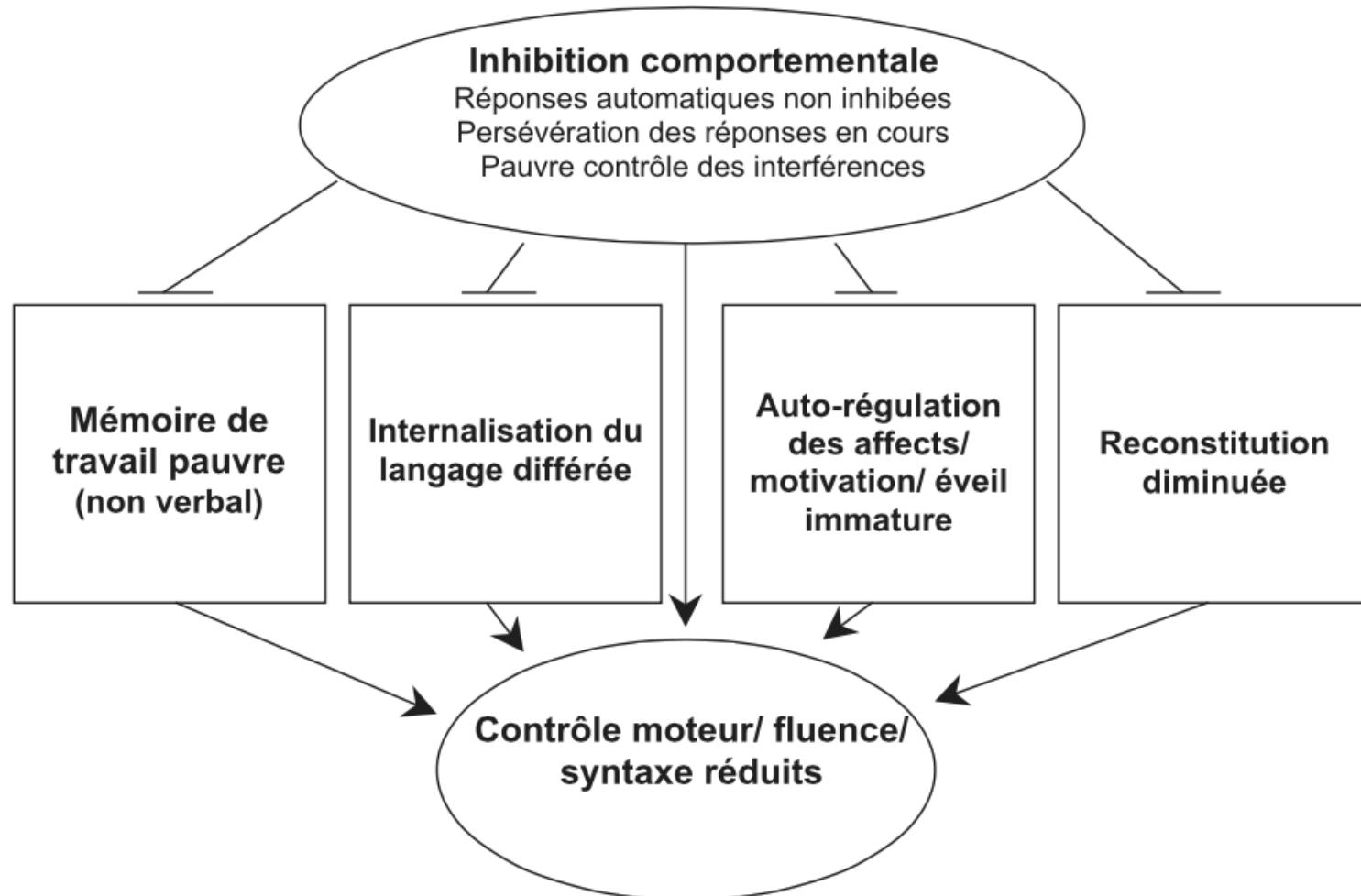


Figure 1. Théorie de l'inhibition comportementale de Barkley.

Tirée

de

(Albareti,

2006)

1.4.3 Le modèle à deux voies

Dans un deuxième modèle, Sonuga-Barke et coll. (2003) intègrent le concept de déficit d'inhibition comportementale de Barkley (1997) à son propre modèle de l'aversion du délai (1992). Ce schéma à deux voies est illustré par la figure 3. La première voie correspond au déficit de contrôle inhibiteur causé par une dysrégulation des fonctions exécutives. La seconde illustre le style motivationnel qui explique les symptômes par une aversion du délai. Selon les auteurs, cette combinaison semble la plus logique pour expliquer l'ensemble des symptômes du TDAH qui ont des origines étiologiques multidéterminées: l'inattention, l'hyperactivité et l'impulsivité (Sonuga-Barke, 2003).

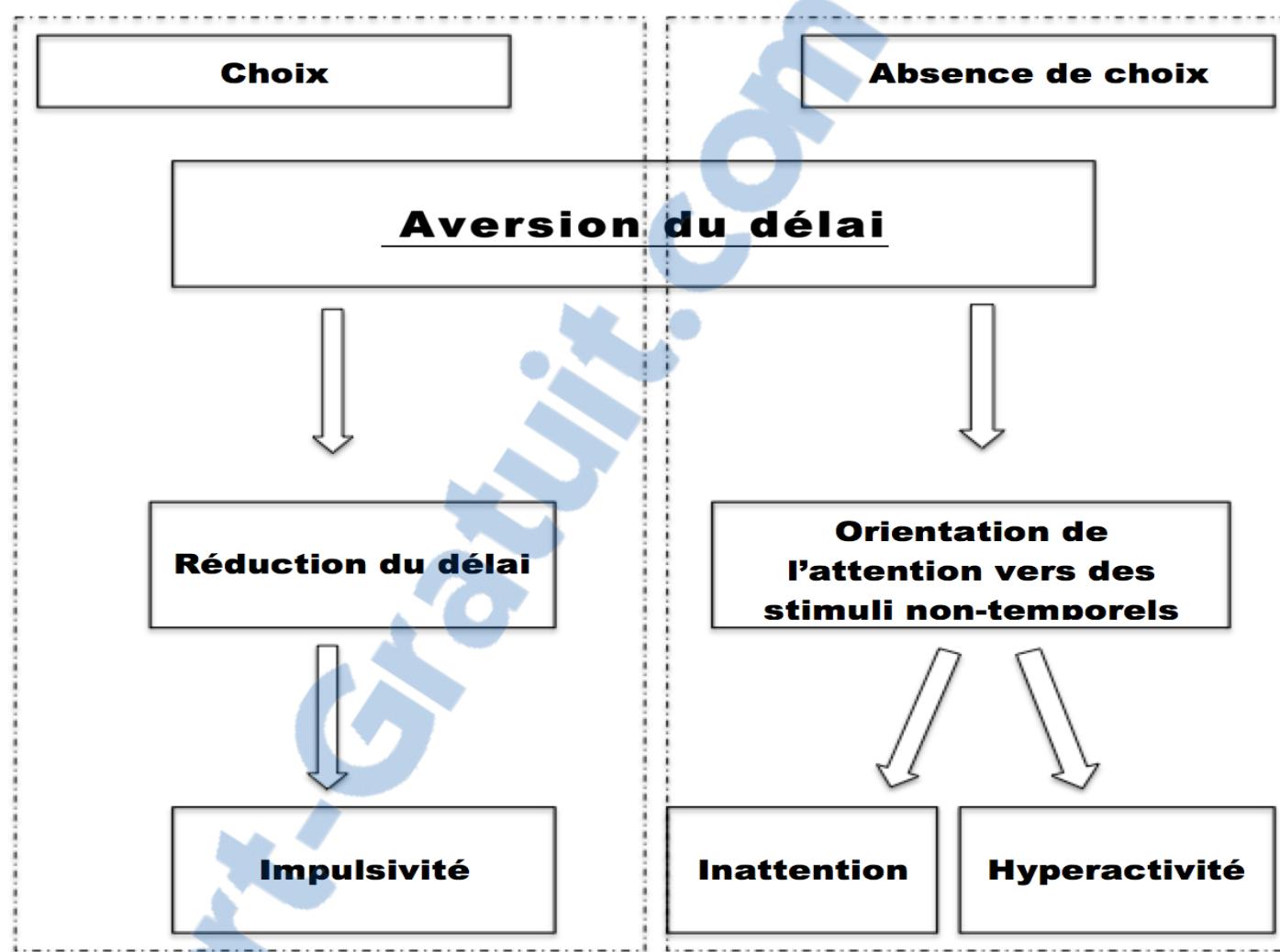


Figure 2. Schéma de l'aversion du délai.
Adaptée de (Sonuga-Barke et al., 1992)

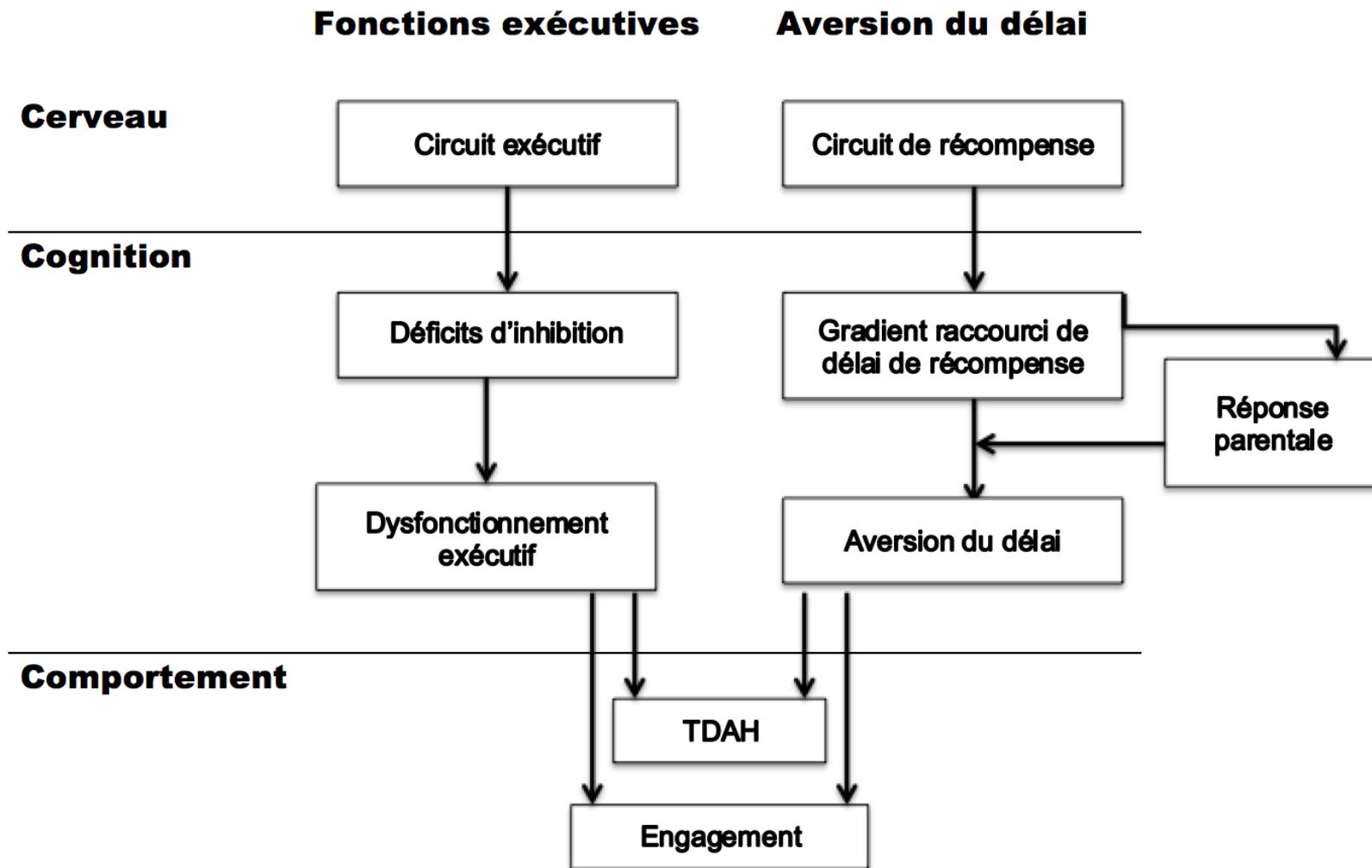


Figure 3. Modèle à deux voies.
Adaptée de

(Sonuga-Barke,

2003)

1.5 Traitements

Selon la Société canadienne de pédiatrie (2002), il n'existe aucun traitement curatif pour le TDAH. L'objectif des traitements est de réduire les symptômes et requiert une intervention à long terme. Les lignes directrices canadiennes sur le TDAH (CADDRA, 2010) suggèrent d'ailleurs une approche multimodale basée sur cinq paliers : 1- une sensibilisation adéquate du patient et de sa famille, 2- des interventions relatives au comportement ou au travail, 3- un traitement psychologique, 4- des adaptations ou des accommodements scolaires et 5- un traitement médical pharmacologique. Néanmoins, plusieurs études récentes ont été réalisées impliquant une approche dite physique, montrant également des effets positifs chez cette clientèle (Chang, Liu, Yu, & Lee, 2012; Smith et al., 2013; Tomporowski, 2003; Verret, Guay, Berthiaume, Gardiner, & Béliveau, 2012; Wigal, Emmerson, Gehricke, & Galassetti, 2013).

1.5.1 Les thérapies d'appoint

Les premiers paliers des lignes directrices réfèrent aux diverses interventions comportementales, à la formation parentale et aux traitements psychologiques. Parmi ces traitements, le plus fréquemment utilisé est la thérapie cognitivo-comportementale. Cette thérapie fait partie des recommandations canadiennes (CADDRA, 2010) et américaines (APA, 2017). Selon l'instance américaine, la thérapie cognitivo-comportementale a démontré son efficacité dans le traitement du TDAH et est appuyé sur des bases scientifiques solides. De récentes études rapportent que la méditation pleine conscience permettrait également d'améliorer la capacité d'attention et le processus neurocognitif (Cairncross & Miller, 2016; Tang et al., 2007). Des études d'imagerie cérébrale montrent que la méditation pleine conscience permettrait d'améliorer le fonctionnement du cortex préfrontal, une zone cérébrale altérée chez les individus ayant un TDAH (Davidson et al., 2003; Lutz et al., 2009). Selon la plus récente version du manuel diagnostic et de traitement du TDAH (Barkley, 2015), la méditation pleine conscience ne devrait pas être utilisée en monothérapie dans le traitement du TDAH. Toutefois, cette approche peut être intégrée dans un traitement, comme la thérapie cognitivo-comportementale, pour aider à contrôler les symptômes.

1.5.2 L'approche pharmacologique

Le cinquième palier réfère au traitement médical soit à une approche pharmacologique. Le plus souvent, elle consiste à une médication stimulant le système nerveux central (SNC) à base de chlorhydrate méthylphénidate (p. ex. Bipentin® et Concerta®) ou d'amphétamine (p. ex. Adderall XR® et Vyvanse®). Leur mécanisme d'action n'est pas encore complètement compris mais il consisterait à bloquer la recapture de la dopamine et de la noradrénaline au niveau du neurone présynaptique. Ainsi, la concentration de ces neurotransmetteurs serait plus importante dans l'espace extraneuronal ou fente synaptique (Canadian Pharmacists Association, 2015). Selon la CADDRA (2010), une médication non stimulante peut également être prescrite (Strattera® et Intuniv®). Les doses utilisées varient en fonction de l'âge et du poids. Le traitement pharmacologique varie en fonction des comorbidités. Dans une méta-analyse, Catalá-López et ses collaborateurs (2015) rapportent que la médication stimulante et la médication non stimulante sont plus efficaces lorsque comparées à un placebo. De plus, l'utilisation d'une médication stimulante en combinaison avec la thérapie cognitivo-comportementale serait plus efficace que la monothérapie (Catalá-López et al., 2015).

1.5.3 L'approche physique

Chez les enfants ayant un TDAH, la pratique d'activités physiques a un effet thérapeutique (Chang et al., 2012; Kamp, Sperlich, & Holmberg, 2014; Smith et al., 2013; Tomporowski, 2003; Verret et al., 2012; Wigal et al., 2013). Son action physiologique serait semblable à celle des stimulants du SNC, utilisés dans le traitement du TDAH, produisant une augmentation de dopamine et de noradrénaline (Wigal et al., 2013). Des études ont montré des améliorations au niveau des fonctions exécutives après une seule séance d'activité cardiovasculaire (Chang et al., 2012; Tomporowski, 2003). L'effet aigu de la pratique d'activités physiques augmente la libération de dopamine et l'activation du cortex préfrontal permettant d'avoir une meilleure capacité d'attention et d'inhibition (Wigal et al., 2013). D'autres études ont montré des résultats probants sur les plans moteur, cognitif et social suite à un programme d'entraînement structuré de plusieurs semaines (Smith et al., 2013; Verret et al., 2012). Selon Wigal et coll. (2013), l'activité physique est un complément aux approches thérapeutiques actuelles. D'ailleurs, la CADDRA (2010) suggère la pratique d'activités physiques sur une base régulière.

Motricité

La motricité se définit par la capacité d'exécuter des mouvements de façon coordonnée pour produire une action fluide et efficace afin de maîtriser une tâche particulière (Goldstein & Naglieri, 2011). Il y a deux types de motricité soient : la motricité fine et la motricité globale. Dans le cadre de cette étude, nous traiterons uniquement de la motricité globale et celle-ci regroupe les activités motrices sollicitant l'ensemble du corps (Rigal, 2003). Le développement de la motricité globale permet l'exécution d'habiletés fondamentales de locomotion (p. ex. ramper, marcher, courir et sauter), de transmission de force (p. ex. pousser, soulever, botter et lancer) et de changement de positions (p. ex. pivoter, faire une roulade et se balancer). De plus, la motricité globale permet d'avoir un meilleur contrôle sur son corps et a un impact sur le développement des capacités affectives, intellectuelles et sociales (Dugas & Point, 2012). Les lignes qui suivent traiteront de l'évolution du développement moteur, des déterminants de la motricité globale et de l'impact du TDAH sur celle-ci.

2.1 Développement moteur

Tout au long de la vie, l'être humain se développe et s'adapte à son environnement en modifiant son comportement moteur (Cech & Martin, 2012). Ces changements sont le résultat de l'apprentissage et de l'interaction entre des facteurs biologiques (p. ex. l'âge, la croissance et le genre) et environnementaux (p. ex. la stimulation par l'entourage) (Cech & Martin, 2012; Rigal, 2003). De façon générale, les performances motrices s'améliorent avec l'âge pour atteindre un plateau chez le jeune adulte, puis elles diminuent chez l'ainé (Cech & Martin, 2012; Leversen, Haga, & Sigmundsson, 2012). Le développement moteur se fait dans une séquence relativement similaire chez tous les individus, mais il y a une variation individuelle dans l'acquisition des capacités (Cech & Martin, 2012). Par exemple, plus un individu s'exerce à une activité, plus l'adresse et la qualité d'exécution du mouvement s'améliorent (Rigal, 2003). Le développement moteur relève de la maturation des structures des systèmes nerveux central et périphérique. Ces structures incluent les fonctions exécutives nécessaires au mouvement (p. ex. la mémoire de travail, la planification, l'organisation d'un comportement orienté vers un but, l'attention et l'inhibition). Leur maturation, chez le jeune adulte, est corrélée avec une augmentation de la myélinisation et de la synaptogenèse dans le lobe frontal (De Luca et al., 2003). À

l'inverse, leur déclin chez l'ainé est proportionnellement corrélé avec un changement dans la matière blanche sous-corticale du lobe frontal (De Luca et al., 2003). De Luca et ses collaborateurs (2003) ont évalué la performance des fonctions exécutives chez 194 individus de différentes catégories d'âges (8-10 ans, 11-14 ans, 15-19 ans, 20-29 ans, 30-49 ans et 50-64 ans). Leurs objectifs étaient de déterminer le moment où ces fonctions sont actives, qu'elles se stabilisent puis qu'elles sont en déclin. Ils ont établi que la majorité des fonctions exécutives sont immatures chez l'enfant (8-10 ans), elles se développent à l'adolescence (11-19 ans) et elles sont généralement matures chez le jeune adulte (20 à 29 ans). À l'âge adulte (30-49 ans), les fonctions exécutives se stabilisent avant de se décliner chez les 50 à 64 ans. Pour ce groupe d'âge, la mémoire de travail est inférieure à celle des adolescents de 11 à 14 ans (De Luca et al., 2003).

Le contrôle et l'apprentissage moteurs permettent d'acquérir des synergies de mouvements fonctionnels, efficents et fluides. Ainsi, il est possible de réagir efficacement aux perturbations intrinsèques et extrinsèques afin d'atteindre les objectifs spécifiques à une tâche (Cech & Martin, 2012). Les compétences motrices se développent de manière séquentielle. L'évolution de la motricité se divise en trois principales étapes: l'acquisition de la marche, l'acquisition de compétences motrices fondamentale et le perfectionnement des habiletés motrices (Rigal, 2003).

La première étape se manifeste de la naissance jusqu'à la maîtrise de la marche, soit environ 15 mois (Rigal, 2003). Dans les trois premiers mois du nourrisson, les mouvements sont principalement des réflexes. À un an, il est généralement capable de rouler, s'asseoir, se glisser, se tenir debout et de marcher (Cech & Martin, 2012).

La deuxième étape, qui correspond à l'acquisition des habiletés fondamentales (p. ex. courir, sauter, lancer, frapper, attraper, patiner, nager et skier), se termine vers 6-7 ans (Rigal, 2003). Il s'agit de la période critique d'apprentissage. C'est-à-dire, la période pendant laquelle les comportements moteurs peuvent être appris de façon favorable. Pour acquérir les comportements, l'enfant doit s'exercer régulièrement sous la stimulation de son entourage (Paoletti, 1999). Pour chaque habileté, il y a un stade de développement. Le stade initial correspond aux premières tentatives du comportement moteur. Le mouvement est saccadé et difficile à reconnaître étant donné la présence de mouvements parasites. La coordination et la fluidité du mouvement sont plus marquées pendant le

stade intermédiaire mais le mouvement n'est pas encore optimal. C'est pendant le stade final que le mouvement devient très bien coordonné, facile et gracieux. Le mouvement est alors efficient et se fait de façon automatique (Cech & Martin, 2012; Paoletti, 1999).

La troisième étape commence vers 6-7 ans puis s'étend dans les années qui suivent (Rigal, 2003). La performance motrice atteint généralement un pic à la fin de l'adolescence. Les gains sont positivement corrélés avec la pratique du comportement moteur, une part importante de l'apprentissage (Cech & Martin, 2012).

2.2 Déterminants de la motricité globale

La condition physique est influencée par des facteurs physiologiques, métaboliques et morphologiques (Cech & Martin, 2012). Selon les définitions de l'activité physique et du sport du President's Concil on Physical Fitness and Sports (Corbin et al., 2003), les marqueurs d'une bonne condition physique sont : la composition corporelle, la capacité cardiovasculaire, la flexibilité, l'endurance et la force musculaire. Ils sont influencés par six déterminants de la motricité globale soient : l'agilité, la coordination, l'équilibre, la puissance, le temps de réaction simple et la vitesse (Corbin et al., 2003). Les individus qui ont une meilleure maîtrise de ces déterminants sont plus susceptibles de s'engager dans une activité régulière, d'avoir une meilleure condition physique et sont moins à risque de développer des maladies chroniques (Corbin et al., 2003). Voici une traduction libre des descriptions de chacun des déterminants de la motricité globale, tirés des lignes directrices en matière d'activités physiques de l'organisme américain (Office of Disease Prevention and Health Promotion [OPPH], 2009), :

- Agilité : « *réfère à la capacité de changer rapidement la position de l'ensemble du corps dans l'espace avec rapidité et précision* ».
- Coordination : « *réfère à la capacité d'utiliser les sens tels que la vue et l'ouïe, ainsi que les parties du corps dans l'exécution d'actions motrices avec fluidité et précision. Il existe plusieurs types de coordination comme la coordination main-œil (p.ex. lancer une balle) et la coordination pied-œil (p. ex. botter un ballon)* ».

- Équilibre : « *réfère à la capacité de maintenir le corps en équilibre. Il peut être statique ou dynamique* ».
- Puissance : « *réfère à la vitesse à laquelle une force peut être appliquée* ».
- Temps de réaction simple: « *réfère au temps écoulé entre la stimulation et le début de la réaction* ».
- Vitesse : « *réfère à la capacité d'exécuter des actions motrices rapidement ou dans une courte période de temps. Il y a plusieurs types de vitesse comme la vitesse de course, la vitesse de nage, la vitesse segmentaire des membres inférieurs et des membres supérieurs* ».

2.3 L'influence de l'IMC sur la motricité

Il a précédemment été montré que la surcharge pondérale a un impact négatif sur la motricité des enfants et des adolescents (Okely, Booth, & Chey, 2004). Plus spécifiquement, les enfants et les adolescents en surpoids ou obèses performent moins bien dans les tâches locomotrices que leurs pairs plus minces. Les auteurs expliquent cette différence, entre autres, par la difficulté à déplacer une plus grande masse corporelle contre la gravité (Cortese et al., 2015; Okely et al., 2004).

2.4 L'influence du TDAH sur la motricité

La majorité des enfants ayant un TDAH éprouvent des difficultés motrices (OPPH, 2009). Dans les études, la prévalence de troubles moteurs varie entre 30% et 52% chez les enfants ayant un TDAH (Fliers et al., 2009). Les principaux troubles moteurs concernés sont la motricité fine, la coordination et l'équilibre (Chaix & Albaret, 2008). La cooccurrence du TDAH et des difficultés motrices a des impacts sévères dans le quotidien de ces enfants et est un facteur de risque de problèmes psychiatriques et d'abus de substances (Barkley, 1990; Fliers et al., 2008; Goulardins, Marques, Casella, Nascimento,

& Oliveira, 2013). Les différentes causes étiologiques ainsi que les théories explicatives permettent de mieux comprendre l'influence du TDAH sur la motricité.

2.4.1 Causes étiologiques

D'abord, le volume réduit du cerveau et le délai de maturation du cortex préfrontal chez les enfants ayant un TDAH peuvent expliquer en partie les troubles moteurs (Goulardins et al., 2013; Rasmussen & Gillberg, 2000). La région frontale est le siège du cortex moteur, responsable des fonctions exécutives, de la planification motrice et du contrôle moteur, dont l'inhibition comportementale (Emond et al., 2009; Shaw et al., 2007). C'est également dans le lobe frontal qu'à lieu l'évaluation des récompenses (Emond et al., 2009). Il y a donc un lien à établir entre les troubles de motricité et la théorie de déficit d'inhibition comportementale de Barkley (Fliers et al., 2009) et celle de l'aversion du délai de Sonuga-Barke (1997). Ce lien sera exploré ci-dessous. Ensuite, le système dopaminergique est aussi un acteur important du contrôle moteur (Sonuga-Barke et al., 1992). Il a été établi que la réduction de l'action dopaminergique entraîne une inhibition de l'action motrice dans certaines pathologies comme par exemple, la maladie de Parkinson (Fliers et al., 2009). D'ailleurs, la médication pour le TDAH, agissant sur la recapture de la dopamine, semble avoir un impact favorable sur le contrôle de la motricité chez certains enfants. L'amélioration de l'attention causée par le méthylphénidate aurait un lien direct sur la performance motrice (Chéron & Bengoetxea, 2006).

2.4.2 Théories explicatives

Le modèle à deux voies de Sonuga-Barke (2003), présenté à la figure 3, intègre les concepts de déficit de l'inhibition comportementale de Barkley (1997) et celui de l'aversion du délai de Sonuga-Barke (Sonuga-Barke et al., 1992). Ces deux concepts intègrent les différentes causes étiologiques pour expliquer l'impact du TDAH sur la motricité.

La première voie du modèle correspond à l'altération des fonctions exécutives, causée par un déficit d'inhibition comportementale. Les fonctions exécutives impliquées dans la théorie de Barkley (la mémoire de travail, l'autorégulation des affects, l'internalisation du langage et la reconstitution) ont un impact direct sur la motricité puisqu'elles sont nécessaires à la réalisation d'une action motrice complexe orientée vers

un but (Barkley, 1997). Dans cette théorie, Barkley affirme qu'une amélioration de l'inhibition comportementale pourrait normaliser ces fonctions exécutives et il en résulterait un meilleur contrôle moteur. La mémoire de travail permet d'être plus sensible aux rétroactions lors de l'exécution d'une action motrice orientée vers un but. Ainsi, l'individu peut utiliser les rétroactions de ces expériences précédentes pour adapter son comportement moteur à la situation actuelle (Barkley, 1997). L'autorégulation des émotions permet de maîtriser les informations internes (pensées et émotions) afin de réagir adéquatement à la tâche. Son amélioration permet d'inhiber les réponses non orientées vers le but et de conserver un niveau de motivation suffisant pour maintenir une action motrice de façon prolongée (Barkley, 1997). L'internalisation du langage est la capacité de se poser des questions et d'intégrer des consignes. Elle permet d'augmenter le raisonnement et la compréhension des consignes nécessaires à la planification d'actions motrices complexes (Barkley, 1997). Enfin, la reconstitution est la capacité de décomposer un évènement en séquences et de les synthétiser en un nouveau comportement. Elle permet d'exécuter plus facilement de nouvelles séquences motrices (Barkley, 1997).

La deuxième voie du modèle réfère à la théorie motivationnelle de Sonuga-Barke (Barkley, 1997). Selon cette théorie, le comportement d'un individu ayant un TDAH est influencé par une aversion du délai qui peut induire une diminution du niveau de performance (Sonuga-Barke et al., 1992). Comme l'attente est insupportable pour l'individu ayant un TDAH, il va choisir la réponse motrice immédiate même si celle-ci est inadaptée par rapport au but. De plus, les individus ayant un TDAH ont de la difficulté à persévérer dans des tâches longues qui demandent une attention soutenue (Sonuga-Barke et al., 1992). Ce qui pourrait aussi expliquer la difficulté à conserver un niveau de motivation adéquat pour maintenir une action motrice prolongée. Enfin, la capacité à tolérer un délai avant une gratification est nécessaire pour exécuter des stratégies de régulations comportementales (Carrier, 2013).

2.4.3 Impact des comorbidités et de la médication

En plus des causes étiologiques du TDAH, d'autres facteurs peuvent expliquer en partie l'altération des capacités motrices. Il s'agit, entre autres, de la présence de comorbidités et de la prise de médication.

Dans un premier temps, certaines comorbidités peuvent avoir une influence sur la motricité des individus ayant un TDAH. Par exemple, un niveau d'anxiété élevé peut diminuer la performance motrice lors d'une évaluation (Mullen & Hardy, 2000). L'obésité, dont la prévalence est plus élevée chez les individus ayant un TDAH, est également une comorbidité pouvant altérer la motricité (Cortese et al., 2015; Okely et al., 2004).

Dans un deuxième temps, la médication peut aussi avoir une influence sur la performance motrice. Dans la littérature, l'influence des médicaments n'est toutefois pas clairement définie (Brossard-Racine, Shevell, Snider, Bélanger, & Majnemer, 2012). Les résultats semblent varier en fonction du type de tests moteurs utilisés et de la gravité des symptômes des participants. (Kaiser, Schoemaker, Albaret, & Geuze, 2015). Dans leur revue de la littérature, Kaiser et ses collaborateurs (2015) rapportent que la médication stimulante améliore l'équilibre dynamique et le temps de réaction simple.

Méthodologie

3.1 Objectifs et hypothèses

L'objectif général de ce mémoire est de documenter l'impact d'un TDAH sur la motricité globale chez un groupe d'adolescents. C'est-à-dire, de mettre en évidence si les difficultés motrices, observées chez les enfants atteints d'un TDAH, sont aussi observables à l'adolescence. Les objectifs spécifiques de la recherche sont les suivants :

1. Comparer la performance des adolescents du groupe TDAH à celle des adolescents du groupe Témoin (sans diagnostic de TDAH) pour différents tests d'habiletés motrices.
2. Comparer le niveau de performance des adolescents du groupe TDAH à celui des adolescents du groupe Témoin pour chacun des déterminants de la motricité globale ciblés par l'étude (agilité, coordination, équilibre, vitesse segmentaire et temps de réaction).
3. Comparer la motricité globale des adolescents du groupe TDAH à celle des adolescents du groupe Témoin.

Les hypothèses de recherche qui s'y rapportent sont les suivantes :

1. La performance des adolescents du groupe TDAH sera moindre à chacun des tests d'habiletés motrices (12) lorsque comparée à celle des adolescents du groupe Témoin.
2. Le niveau de performance des adolescents du groupe TDAH sera moindre pour chacun des déterminants de la motricité globale (5) lorsque comparé à celui des adolescents du groupe Témoin.
3. La motricité globale des adolescents du groupe TDAH sera moindre lorsque comparée à celle des adolescents du groupe Témoin.

3.2 Participants

Les participants (n=40) de l'étude sont des adolescents masculins âgés de 12 à 17 ans. L'échantillon provient de l'utilisation secondaire des données du projet de recherche ayant pour titre « Description des déterminants associés aux saines habitudes de vie des adolescents ayant un trouble de santé mentale » (CER 602.396.05), mené par Tommy Chevrette, Linda Paquette, Jacinthe Dion, Julie Bouchard, Alain Steve Comtois, Jacques Leroux et Claudia Verret. Ce projet de recherche combine les données du projet réalisé à l'hôpital Rivière-des-Prairies (HRDP) (CER 11-03) dont le titre est « Programme des Saines Habitudes de Vie en Pédopsychiatrie: Phase I visant la description de la population référée en pédopsychiatrie de 6-18 ans » et celles du projet de recherche réalisé à l'UQAC (CER 602.396.02) intitulé « Évaluation des habiletés motrices chez les adolescents ».

Le groupe TDAH regroupe 20 adolescents ayant un diagnostic de TDAH provenant du projet de recherche réalisé à l'HRDP. Ce projet est formé de 126 participants dont 80 adolescents ayant un diagnostic de santé mentale : troubles anxieux, TDAH, schizophrénie, trouble du spectre de l'autisme et trouble de l'humeur. Il s'agit de patients de troisième ligne. C'est-à-dire qu'ils ont accès à des services médicaux spécialisés pour un problème de santé complexe. Tous les garçons ayant un diagnostic de TDAH et ayant réalisé la majorité des tests d'habiletés motrices étaient ciblés par la présente étude. La présence de comorbidités et la prise de médication ne faisaient pas partie des critères d'exclusion puisqu'il s'agit d'un échantillon de convenance et que ces caractéristiques font partie du tableau clinique du TDAH.

Le groupe Témoin est composé de 20 adolescents sans diagnostic auto-rapporté de TDAH provenant du projet de recherche réalisé à l'UQAC. Ce projet formé de 266 adolescents, de la première secondaire à la cinquième secondaire provenant de deux commissions scolaires de la région du Saguenay-Lac-St-Jean (Commission scolaire des Rives-du-Saguenay et Commission scolaire du Lac-St-Jean). Les garçons sélectionnés par la présente étude devaient être appariés pour l'âge à ceux du groupe TDAH et ils devaient avoir complété la majorité des tests d'habiletés motrices. Un diagnostic de santé mentale faisait partie des critères d'exclusion pour le groupe Témoin.

3.3 Description de l'étude

Dans les deux projets de recherche, les habiletés motrices ont été évaluées à l'aide de la batterie de tests UQAC-UQAM, incluant l'évaluation de 5 des 6 déterminants de la motricité globale décrits par l'OPPH soient: agilité, coordination, équilibre, vitesse segmentaire et temps de réaction. Dans l'étude, la puissance n'a pas été évalué étant donné que la batterie de tests utilisée a été développée pour évaluer des enfants. La composante de force, nécessaire à la puissance, n'est pas développée à l'enfance, il était donc inutile d'évaluer ce déterminant dans cette population. La description des douze tests d'habiletés motrices utilisé dans le cadre de l'étude est présentée ci-dessous. La batterie de tests est présentée plus spécifiquement à l'annexe A.

3.3.1 Agilité

L'agilité a été évaluée à partir de quatre tests impliquant des changements de direction rapides : la course navette, la course en pas chassés, la course en cercle et la course en slalom. Tous ces tests mesurent le temps (secondes) comme indice de performance.

3.3.1.1 La course navette de 5 mètres

Ce test permet d'évaluer la capacité à changer de direction rapidement lors de virages en épingle. Au signal, le participant doit courir le plus rapidement possible jusqu'à l'autre ligne et la dépasser avec les deux pieds, exécuter un virage abrupt de 180 degrés et revenir à la ligne de départ. Au total, une distance de 25 mètres doit être franchie, c'est-à-dire cinq fois la distance qui sépare les deux lignes de façon consécutive.

3.3.1.2 La course à pas chassés

Ce test évalue la capacité à se déplacer latéralement le plus rapidement possible. Au signal, le participant doit se déplacer en pas chassés le plus rapidement possible entre deux lignes espacées de 4 mètres. Au total, une distance de 20 mètres doit être franchie, c'est-à-dire cinq fois la distance qui sépare les deux lignes de façon consécutive.

3.3.1.3 La course en cercle

Ce test permet d'évaluer la capacité à modifier la direction de son corps lors d'un changement de direction continu. Au signal, le participant doit effectuer cinq tours d'un cercle de 3,5 mètres de diamètre.

3.3.1.4 La course en slalom

Ce test permet de mesurer la capacité à contourner des obstacles le plus rapidement possible. Au signal, le participant doit franchir un parcours de slalom qui est délimité par des cônes.

3.3.2 Coordination

La coordination a été évaluée à partir de deux tests : la coordination main-œil et la coordination mains-pieds.

3.3.2.1 La coordination main-œil.

Ce test évalue la capacité à effectuer des lancers de précision. Le participant doit lancer 10 balles sur une cible placée au mur à une distance de 5 mètres. Un point lui est attribué à chaque fois qu'il touche la cible (60 cm de diamètre). Un point boni est accordé si le participant atteint la cible située au centre (20 cm de diamètre). Pour ce test, un nombre de points élevés est signe d'une bonne performance (maximum de 20 points).

3.3.2.2 La coordination mains-pieds

Ce test évalue la capacité à effectuer une séquence de mouvements nécessitant la coordination mains-pieds. Le participant doit toucher un pied avec la main opposée, alterner de côté et poursuivre de la même façon en exécutant les touches derrière le corps. Au total, une séquence de quatre touches doit être répétée quatre fois. Pour ce test, un temps d'exécution court est signe d'une bonne coordination.

3.3.3 Équilibre

L'équilibre a été évalué à l'aide de trois tests : l'équilibre statique les yeux ouverts, l'équilibre statique les yeux fermés et l'équilibre dynamique (instable). Tous ces tests mesurent le temps (secondes) comme indice de performance.

3.3.3.1 L'équilibre statique les yeux ouverts

Ce test évalue la capacité du participant à maintenir l'équilibre sur une jambe, en étant sur une poutre de 2 cm de largeur, le plus longtemps possible, les yeux ouverts. Le test est d'une durée maximale de 60 secondes.

3.3.3.2 L'équilibre statique les yeux fermés

Ce test évalue la capacité du participant à maintenir l'équilibre sur une jambe directement au sol le plus longtemps possible, les yeux fermés. Le test est d'une durée maximale de 60 secondes.

3.3.3.3 L'équilibre dynamique (instable)

Ce test évalue la capacité du participant à maintenir l'équilibre sur les deux jambes sur une surface instable (planche possédant un point de pivot central en dessous) le plus longtemps possible. Le test est d'une durée maximale de 60 secondes.

3.3.4 Vitesse segmentaire

La vitesse segmentaire est évaluée à l'aide de deux tests : la vitesse des membres supérieurs et la vitesse des membres inférieurs. Tous ces tests mesurent le nombre de touches comme indice de performance.

3.3.4.1 La vitesse des membres supérieurs

Ce test évalue la capacité du participant à bouger rapidement son bras dominant. En 20 secondes, il doit exécuter un maximum de déplacements latéraux avec sa main dominante entre deux cibles placées à 60 cm l'une de l'autre sur une table.

3.3.4.2 La vitesse des membres inférieurs

Ce test évalue la capacité du participant à bouger rapidement sa jambe dominante. En 20 secondes, il doit faire un maximum de doubles touches sur une cible placée au mur.

3.3.5 Temps de réaction

Le temps de réaction simple (TRS) est évalué à l'aide d'un logiciel sur ordinateur. Le participant doit appuyer le plus rapidement possible sur une touche lors de l'apparition du stimulus visuel à l'écran. Le TRS est comptabilisé si le participant appuie entre 100 et 350 millisecondes et le test nécessite 50 essais pour être complété. Un temps de réaction rapide est signe de bonne performance.

3.4 Statistiques

Les analyses statistiques ont été réalisées avec le logiciel SPSS version 24 pour système d'exploitation Mac OS. Le seuil de signification a été fixé à $p < 0,05$. Au préalable, un ANOVA à trois facteurs a été réalisé pour déterminer si l'influence de l'IMC devait être considérée dans l'étude. Par la suite, trois tests statistiques ont été réalisés pour valider chacune des hypothèses.

Pour répondre au premier objectif, les résultats aux tests d'habiletés motrices ont été comparés en utilisant l'analyse de variance (ANOVA). Au préalable, le test de Levene était utilisé pour vérifier l'homogénéité des variances et les hypothèses de normalité ont été vérifiées par le test Shapiro-Wilk. Pour quelques variables, l'hypothèse de normalité n'a pas été rencontrée. Toutefois, les coefficients d'asymétrie sont proches d'une distribution normale. De plus, l'ANOVA est considéré comme un test robuste aux violations de la normalité. Cela signifie qu'une certaine violation de cette hypothèse peut être tolérée et que le test fournira toujours des résultats valables. Afin d'assurer que le facteur âge ne puisse pas influencer le résultat, pour chacune des données manquantes aux tests d'habiletés motrices, la donnée relative à ce test a été rejetée pour un adolescent de même âge dans le groupe opposé. Ce rejet se faisait de façon aléatoire.

Pour répondre au deuxième objectif, les résultats de tous les tests d'habiletés motrices (12 tests) ont été transformés en cinq classes équivalant à 20 percentiles à l'aide de la fonction regroupement en classes visuelles du logiciel SPSS (v. 24.0). La classe 1 représentant les performances les plus faibles (rangs percentiles 1 à 20) et la classe 5, les performances les plus fortes (rangs percentiles 81 à 100). Par la suite, une moyenne a été calculée à l'aide de la fonction calculer une variable pour chaque déterminant de la

motricité globale (agilité, coordination, équilibre, vitesse segmentaire et temps de réaction simple) en combinant les tests sous-jacents à chaque déterminant. Le test non-paramétrique de U Mann-Whitney a été exécuté pour déterminer s'il y a des différences de performance entre les deux groupes pour chacun des déterminants.

Pour répondre au troisième objectif, les résultats des 5 déterminants ont été combinés en une seule variable représentant le score moyen pour la motricité globale. Le test non-paramétrique de U Mann-Whitney a été exécuté pour déterminer s'il y a des différences de performances entre les deux groupes au niveau de la motricité globale.

Résultats

4.1 Portrait de l'échantillonnage

4.1.1 Âge

Dans l'étude, il y a 20 garçons d'âge similaire dans chaque groupe. Les participants du groupe TDAH sont âgés de 14,0 ans (écart-type : 1,0) et les participants du groupe Témoin sont âgés de 13,7 ans (écart-type : 1,1).

4.1.2 Mesures anthropométriques

Au préalable, un ANOVA à trois facteurs a été exécuté pour déterminer s'il y a une relation entre la variable groupe (1- TDAH; 2- Témoin) et la variable IMC (1- poids santé; 2- surpoids; 3- obésité) sur la performance aux tests d'habiletés motrices. Seulement l'effet groupe avait une influence significative sur les résultats. La variable IMC a donc été rejetée pour les tests subséquents. Le tableau 3 présente la classification des adolescents de chaque groupe (TDAH/Témoin) en fonction de leur classe d'IMC.

Tableau 3 : Classification des adolescents par groupe en fonction de leur classe d'IMC

Classes IMC	Groupe TDAH n = 20	Groupe Témoin n = 20
1 (poids santé)	8	15
2 (surpoids)	7	4
3 (obésité)	5	1

4.1.3 Comorbidités

Le tableau 4 décrit la fréquence de comorbidités pour les deux groupes (TDAH et Témoin). Dans le groupe TDAH, il y a présence de 48 comorbidités (moyenne : 2,75 comorbidités par participant) comparativement à 5 comorbidités pour le groupe Témoin (moyenne : 0,25 comorbidité par participant). Les types de comorbidités et leur fréquence par groupe sont présentés dans le tableau ci-dessous. Le nombre de comorbidités par participant est également présenté dans le tableau. Tous les participants du groupe TDAH ont au minimum 1 comorbidité associée.

Tableau 4 : Présentation descriptive des comorbidités par groupe

Variables	Groupe TDAH	Groupe Témoin
Types de comorbidités		
TA. et TD.	12	0
TSA. et SGT.	6	0
TOP. et TR.	8	0
TAP. et difficultés scolaires	7	1
Surpoids / obésité	12	4
Autres comorbidités ¹	3	0
Total comorbidités	48	5
0	0	15
1	2	5
2	7	0
3	6	0
4	4	0
5	1	0
Moyenne	2,75	0,25

TA. : troubles anxieux ; TD. Troubles dépressifs ; TSA. : trouble du spectre de l'autisme ; SGT. : syndrome Gilles de la Tourette ; TOP. : trouble d'opposition ; TR. Trouble relationnel ; TAP. : troubles de l'apprentissage, 1 : Schizophrénie, trouble de la glande thyroïde et cyclothymie

4.1.4 Prise de médication

Le tableau 5 décrit la prescription de médication (Rx) pour les deux groupes (TDAH et Témoin). Dans le groupe TDAH, les Rx se totalisent à 24 (moyenne : 1,5 Rx par participant) comparativement à 0 pour le groupe Témoin (moyenne : 0 Rx par participant). Les classes de médication et leur fréquence par groupe sont présentées dans le tableau ci-dessous. Le nombre de Rx par participant est également présenté dans le tableau. Il varie de 0 à 3 pour les participants du groupe TDAH.

Le tableau 6 présente les résultats d'un test ANOVA effectué pour mesurer l'influence du nombre de médicaments sur la performance aux tests d'habiletés motrices parmi les participants du groupe TDAH. Pour chaque test d'habiletés motrices, les résultats obtenus ne présentent aucune différence significative ($p > 0,05$) entre les groupes (TDAH-0Rx, TDAH-1Rx, TDAH-2Rx, TDAH-3Rx).

Tableau 5: Présentation descriptives des médicaments par groupe

Variables	Groupe TDAH	Groupe Témoin
Type de Rx		
Stimulants du SNC ²	11	0
Antidépresseurs ³	6	0
Antipsychotiques ⁴	5	0
Antihypertenseurs ⁵	4	0
Autres ⁶	4	0
Total Rx	24	0
0	3	20
1	8	0
2	5	0
3	4	0
Moyenne par participants	1,5	0

1. Lisdexamfétamine, methylphenidate, methylphenidate controlled release, amphétamine

2. Atomoxétine, citalopram, sertraline, fluvoxamine, Mirtazapine, fluoxétine

3. Olanzapine, risperidone, quetiapine

4. Conidine, catapres

5. Mélatonine, synthroïde, hepsera, tetrabenazine, hydroxyzine, benzatropine

Tableau 6: Influence de la médication sur les habiletés motrices (groupe TDAH)

Variables	N	0 Rx (n = 3)	1 Rx (n = 8)	2 Rx (n = 5)	3 Rx (n = 5)	p
Course navette (sec.)	18	10,9 +/- 0,3	11,3 +/- 1,4	11,7 +/- 1,7	10,4 +/- 1,2	0,65
Course pas chassés (sec.)	19	12,2 +/- 0,4	10,6 +/- 2,0	13,0 +/- 2,9	9,6 +/- 1,2	0,09
Course cercle (sec.)	20	21,7 +/- 1,4	23,2 +/- 2,9	23,4 +/- 3,3	19,4 +/- 1,4	0,13
Course slalom (sec.)	20	18,8 +/- 0,7	18,8 +/- 2,8	19,5 +/- 2,2	16,9 +/- 1,3	0,38
Coordination MO. (pts.)	20	4,7 +/- 0,6	3,1 +/- 2,9	4,4 +/- 1,1	5,0 +/- 3,2	0,56
Coordination MP. (sec.)	16	13,4 +/- 5,5	11,5 +/- 2,6	10,6 +/- 2,3	10,4 +/- 3,4	0,68
Équilibre Y. Ouv. (sec.)	20	14,9 +/- 2,2	18,1 +/- 13,4	12,8 +/- 9,2	14,8 +/- 11,3	0,41
Équilibre Y. Fer. (sec.)	17	2,1 +/- 0,3	3,3 +/- 0,8	5,6 +/- 3,7	3,3 +/- 1,9	0,23
Équilibre Ins. (sec.)	20	3,1 +/- 0,9	4,6 +/- 6,0	6,3 +/- 9,0	3,8 +/- 1,1	0,88
Vitesse bras (nb.)	17	65,6 +/- 15,5	69,7 +/- 5,9	59,4 +/- 7,2	69,0 +/- 1,5	0,69
Vitesse jambes (nb.)	20	20,3 +/- 1,8	20,3 +/- 1,7	15,7 +/- 1,1	25,3 +/- 1,9	0,12
TRS. (ms.)	20	284,7 +/- 20,1	272,3 +/- 20,8	287,4 +/- 27,8	272,3 +/- 26,6	0,64

Sec.: secondes ; pts: points ; MO.: main-oeil ; Coord. M.P.: mains-pieds ; Y. Ouv.: yeux ouverts ; Y. Fer.: yeux fermés ; Ins.: instable ; nb.: nombre ;

TRS. : temps de réaction simple ; ms.: millisecondes

4.2 Impact d'un TDAH sur la motricité globale des adolescents

4.2.1 Comparaison des performances aux tests d'habiletés motrices

Selon la première hypothèse, la performance des adolescents du groupe TDAH devait être moindre pour chaque test d'habiletés motrices (12) lorsque comparée à celle des adolescents du groupe Témoin. Le tableau 7 présente les résultats (moyennes et écarts-types) des douze tests d'habiletés motrices pour les deux groupes. À titre descriptif, les valeurs normatives (50e percentile – P50) pour les enfants québécois de 8 et 12 ans sont aussi présentées dans ce tableau. Parmi les tests mesurant l'agilité des participants, des différences significatives ont été obtenues pour le test de course navette ($p < 0,01$) et celui de course en cercle ($p < 0,01$). La performance à ces tests est moindre pour le groupe TDAH comparativement à celle du groupe Témoin. Les résultats aux tests de course en pas chassés ($p = 0,21$) et de course en slalom ($p = 0,15$) ne présentent pas de différence significative entre les deux groupes. En ce qui concerne les tests mesurant la coordination des participants, des différences significatives ont été obtenues pour les deux tests, soient la coordination main-œil ($p < 0,01$) et la coordination mains-pieds ($p < 0,01$). La performance à ces tests est moindre pour le groupe TDAH comparativement à celle du groupe Témoin. Parmi les tests mesurant l'équilibre des participants, des différences significatives ont été obtenues pour le test d'équilibre statique les yeux ouverts ($p < 0,01$) et celui d'équilibre dynamique ($p < 0,05$). La performance à ces tests est moindre pour le groupe TDAH comparativement à celle du groupe Témoin. Le résultat du test d'équilibre statique les yeux fermés ($p = 0,98$) ne présente pas de différence significative entre les deux groupes. Pour ce qui est de la vitesse segmentaire, les deux tests qui s'y réfèrent, rapportent des différences significatives entre les deux groupes. Le nombre de touches avec la main dominante a été moindre pour le groupe TDAH ($p < 0,01$) ainsi que le nombre de doubles touches avec le pied dominant ($p < 0,01$). La performance à ces tests est moindre pour le groupe TDAH comparativement à celle du groupe Témoin. Le temps de réaction a été mesuré par le test de temps de réaction simple moyen. La performance est significativement moindre ($p < 0,01$) pour le groupe TDAH comparativement au groupe Témoin.

Tableau 7 : Influence d'un TDAH sur les résultats de tests d'habiletés motrices

Variables	P50¹		n / groupe	Groupe	Groupe	p
	8 ans	12 ans		TDAH	Témoin	
Course navette (sec.)	11,3	10,3	18	11,2 +/- 1,3	6,6 +/- 3,1	0,00**
Course pas chassés (sec.)	11,4	10,1	19	11,3 +/- 2,3	10,5 +/- 1,4	0,21
Course cercle (sec.)	22,3	20,3	20	22,3 +/- 2,9	19,5 +/- 2,2	0,00**
Course slalom (sec.)	20,1	16,8	20	18,9 +/- 2,3	17,5 +/- 2,3	0,15
Coordination MO. (pts.)	4	7	20	4 +/- 2	8 +/- 3	0,00**
Coordination MP. (sec.)	14,4	9,30	16	11,5 +/- 3,2	7,5 +/- 2,6	0,00**
Équilibre Y. Ouv. (sec.)	19,6	28,4	20	14,1 +/- 11,3	31,6 +/- 24,3	0,00**
Équilibre Y. Fer. (sec.)	16,6	29,9	17	3,9 +/- 2,4	3,8 +/- 2,3	0,98
Équilibre Ins. (sec.)	6,8	19,9	20	4,7 +/- 5,6	12,5 +/- 14,6	0,04*
Vitesse bras (nb.)	62	77	17	66 +/- 14	86 +/- 10	0,00**
Vitesse jambes (nb.)	21	26	20	21 +/- 4	28 +/- 5	0,00**
TRS. (ms.)	289	268	20	278 +/- 23	258 +/- 22	0,00**

1. (Guy, 2014)

Différences significatives entre le groupe TDAH et le groupe Témoin : * p < 0,05 ; ** p < 0,01

4.2.2 Comparaison des performances pour chaque déterminant de la motricité globale

Le deuxième objectif se référant aux déterminants de la motricité globale évalués dans le cadre de l'étude soient : agilité, coordination, équilibre, vitesse segmentaire et temps de réaction. Les résultats obtenus en lien avec cette hypothèse servaient à vérifier si la performance des adolescents du groupe TDAH serait moindre pour chaque déterminant.

Un test de U Mann-Whitney a été exécuté pour déterminer s'il y a des différences de performance au niveau de chacun des déterminants de la motricité globale entre les groupes. Le tableau 8 présente les résultats de ce test comparant la classification moyenne pour chaque déterminant en utilisant une distribution en U.

La performance pour l'agilité est significativement différente pour le groupe TDAH et pour le groupe Témoin. La médiane du groupe TDAH (2,3 : performance faible) est inférieure à celle du groupe Témoin (4,0 : bonne performance) ($p < 0,01$). La performance pour la coordination est significativement différente entre les deux groupes. La médiane du groupe TDAH (2,0 : performance faible) est inférieure à celle du groupe Témoin (3,8 : performance moyenne) ($p < 0,01$). La performance pour l'équilibre est significativement différente pour les deux groupes. La médiane du groupe TDAH (2,3 : performance faible) est moindre que celle du groupe Témoin (3,7 : performance moyenne) ($p = 0,03$). La performance pour la vitesse segmentaire est significativement différente pour les deux groupes. La médiane du groupe TDAH (2,00 : performance faible) est moindre que celle du groupe Témoin (3,5 : performance moyenne) ($p < 0,01$). La performance pour le temps de réaction n'est pas significativement différente. La médiane du groupe TDAH (2,5 : performance faible) est moindre que celle du groupe Témoin (3,5 : performance moyenne) ($p = 0,05$).

4.2.3 Comparaison des performances pour la motricité globale

Selon la troisième hypothèse, la motricité globale des adolescents du groupe TDAH serait moindre lorsque comparée à celle des adolescents du groupe Témoin.

Un test de U Mann-Whitney a été exécuté pour déterminer s'il y a des différences de performance au niveau de la motricité globale entre le groupe TDAH et le groupe Témoin. Les résultats du test sont joints au tableau 8.

La motricité globale est significativement différente pour le groupe TDAH et pour le groupe Témoin. La médiane du groupe TDAH (2,3 : performance faible) est inférieure à celle du groupe Témoin (3,9: performance moyenne) ($p < 0,01$). Cela traduit une plus faible performance pour le groupe TDAH.

Déterminants motricité globale	N	Médiane		Z	U	p
		Groupe TDAH	Groupe Témoin			
Agilité (\sum 4 tests)	34	2,3	4	239,5	28,9	0,00**
Coordination (\sum 2 tests)	32	2	3,8	229,0	26,2	0,00**
Équilibre (\sum 3 tests)	34	2,3	3,7	206,5	28,9	0,03*
Vitesse segmentaire (\sum 2 tests)	34	2	3,5	253,0	28,8	0,00**
Temps de réaction (1 test)	40	2,5	3,5	272,0	36,2	0,05
Motricité globale (\sum 12 tests)	18	2,3	3,9	71,5	11,3	0,00**

Différences significatives entre le groupe TDAH et le groupe Témoin : * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$

Tableau 8 : Influence d'un TDAH sur la motricité globale (TDAH vs. Témoin)

Discussion

Les résultats de l'étude ont été présentés au chapitre précédent. Ce chapitre fera donc référence aux résultats les plus marquants mettant en évidence le portrait de l'échantillonnage, les différents objectifs de la présente étude, son implication pour les travaux futurs ainsi que les limites méthodologiques identifiées.

5.1 Portrait de l'échantillonnage

L'ANOVA à trois facteurs montre qu'il n'y a pas d'interaction significative entre la variable groupe et la variable IMC. Toutefois, il faut prendre en considération que les distributions de l'IMC ne sont pas similaires entre les groupes. Tel que présenté au tableau 3, seulement 1 adolescent est dans la classe d'obésité dans le groupe Témoin comparativement à 5 adolescents dans le groupe TDAH. Cette observation était attendue puisqu'il y a une association entre le TDAH et la prévalence d'obésité.

À la lumière des résultats présentés dans le tableau 6, la prise de médication n'influencerait pas la performance motrice. Il faut toutefois nuancer ce résultat puisque nous avons comparé l'impact du nombre de médicaments pris par les participants plutôt que le type de médicaments prescrits. Considérant l'hétérogénéité des traitements pharmacologiques des participants du groupe TDAH, il était impossible de comparer l'impact des différents types de médication sur les résultats aux tests d'habiletés motrices. Nous avons donc convenu d'analyser l'impact du nombre de médicaments. L'hétérogénéité de la médication peut toutefois influencer les résultats de l'étude. Par exemple, la prise de médication stimulante, par certains adolescents du groupe TDAH, pourrait expliquer le grand écart-type obtenu aux tests d'équilibre dynamique (Kaiser et al., 2015).

Tel qu'attendu selon le DSM-V (APA, 2015), les participants du groupe TDAH rapportent de nombreuses comorbidités (moyenne 2,75 comorbidités). Comme la présence de comorbidités est très fréquente chez les individus ayant un TDAH (APA, 2015) et que tous les participants du groupe présentaient au minimum une comorbidité,

nous n'avons pas jugé nécessaire, dans le cadre de cette étude, d'inclure la présence de comorbidités dans les analyses statistiques.

5.2 Impact d'un TDAH sur la motricité globale des adolescents

Ce projet avait pour but de documenter l'impact d'un TDAH sur la motricité des adolescents. Un des objectifs principaux était de comparer la performance des adolescents du groupe TDAH à celle des adolescents du groupe Témoin (sans diagnostic de TDAH) pour différents tests d'habiletés motrices. Les données recueillies auprès des 40 participants montrent que les adolescents ayant un TDAH ont des performances motrices moindres lorsqu'ils sont comparés à des adolescents sans diagnostic de TDAH. Ce constat va dans le même sens que les études menées chez les enfants (APA, 2015). En effet, la performance des adolescents ayant un TDAH était moindre pour 9 des 12 tests d'habiletés motrices : course navette (agilité), course en cercle (agilité), coordination main-œil (coordination), coordination mains-pieds (coordination), équilibre yeux ouverts (équilibre), équilibre instable (équilibre), vitesse des bras (vitesse segmentaire), vitesse des jambes (vitesse segmentaire) et vitesse moyenne (temps de réaction simple).

Les résultats du tableau 7 montrent également que les résultats du groupe TDAH (âge : $14,0 \pm 0,9$ ans) sont similaires à ceux du 50^e percentile chez des enfants âgés de 8 ans pour plusieurs tests d'habiletés motrices. Quant aux résultats du groupe Témoin (âge : $13,7 \pm 1,0$ ans), ils sont similaires ou meilleurs que ceux du 50^e percentile chez des enfants âgés de 12 ans pour la majorité des tests. Ces comparaisons sont utilisées à titre descriptif seulement. Il serait pertinent, dans de futures recherches, de comparer statistiquement les résultats moteurs aux valeurs normatives afin d'évaluer le retard moteur et d'identifier plus précisément le moment critique pour entraîner les différentes habiletés motrices chez les enfants et les adolescents ayant un TDAH.

L'utilisation des valeurs normatives permet également de mettre en doute le résultat du test d'équilibre les yeux fermés tant pour le groupe TDAH que pour le groupe Témoin ($3,9 \pm 2,4$; $3,8 \pm 2,3$, respectivement) puisque les résultats attendus étaient supérieurs à 29,9 secondes (P50-12). Le nombre d'essai permis et le respect des critères d'arrêt de test sont des hypothèses envisageables.

Le second objectif de l'étude était de comparer le niveau de performance des adolescents du groupe TDAH à celui des adolescents du groupe Témoin pour chacun des déterminants de la motricité globale ciblés par l'étude (agilité, coordination, équilibre, vitesse segmentaire et temps de réaction simple). La comparaison des médianes à l'aide du test U Mann-Whitney montre des performances significativement ($p<0,05$) moindres pour l'agilité (TDAH : résultat faible vs Témoin : résultat bon), la coordination (TDAH : résultat faible vs Témoin : résultat moyen), l'équilibre (TDAH : résultat faible vs Témoin : résultat moyen), et la vitesse segmentaire (TDAH : résultat faible vs Témoin : résultat moyen). Concernant le temps de réaction simple la performance est moindre pour le groupe TDAH (TDAH : résultat faible vs Témoin : résultat bon). Toutefois, il n'y a pas de différence significative ($p=0,05$) entre les médianes. Néanmoins, le résultat était significatif lorsqu'on a comparé la moyenne des groupes pour le temps de réaction simple (ANOVA). À la lumière de ces résultats, il est possible d'affirmer que le temps de réaction du groupe TDAH (278 +/- 23 ms) est significativement supérieur à celui du groupe Témoin (258 +/- 22 ms).

Enfin, le troisième objectif de l'étude était de comparer la motricité globale des adolescents du groupe TDAH à celle des adolescents du groupe Témoin. Lorsque tous les tests sont regroupés et que l'on compare la médiane des rangs percentiles, les résultats montrent que les performances motrices du groupe TDAH sont moindres (TDAH : résultat faible vs Témoin : résultat moyen). Ces résultats confirment donc notre hypothèse qui suggérait que la motricité globale des adolescents ayant un TDAH est moindre lorsque comparée à celle d'adolescents n'ayant pas de TDAH.

Les résultats de notre étude corroborent avec la littérature. Plusieurs auteurs ont établi un lien entre le TDAH et les difficultés motrices (Harvey & Reid, 1997; Kamp et al., 2014; Verret, 2010). Le modèle à deux voies de Sonuga-Barke (Harvey & Reid, 1997; Kamp et al., 2014; Verret, 2010) nous aide à comprendre cette relation entre la faible capacité d'inhibition comportementale, le caractère impulsif des individus ayant un TDAH et leurs aptitudes motrices qui sont moindres. Tout d'abord, le déficit du contrôle inhibiteur perturbe les processus cognitifs essentiels à la réalisation de tâches motrices dont la planification (choisir un plan prometteur) et la mémoire de travail (garder ce plan en mémoire suffisamment longtemps pour guider l'action et poser le bon geste moteur) (2003). L'agilité, la coordination et la vitesse segmentaire sont des habiletés motrices qui

sont influencés par ces fonctions exécutives puisqu'elles nécessitent une bonne capacité à arrêter et à réajuster une réponse motrice (Emond et al., 2009; Montgomery, Moreau, & Morin, 2008). Somme toute, les problèmes moteurs liés à la neuropsychologie complexe du TDAH ne s'expliquent pas uniquement par l'altération des fonctions exécutives (Erik G Willcutt, Doyle, Nigg, Faraone, & Pennington, 2005). Le caractère impulsif, influencé par l'aversion du délai, peut également influencer négativement l'apprentissage moteur des individus ayant un TDAH. En somme, les relations entre la motricité, les symptômes du TDAH et les performances cognitives sont complexes (Castellanos, Sonuga-Barke, Milham, & Tannock, 2006).

Concernant les tests évaluant l'équilibre des participants, nous remarquons un grand écart-type dans les résultats. Nous attribuons la variabilité des résultats aux types de tests utilisés puisque les résultats peuvent varier de 0 à 60 secondes. Cette grande étendue de possibilités influence l'écart-type. Enfin, nous ne pouvons pas attribuer ces résultats à l'hétérogénéité des participants du groupe TDAH puisque l'écart-type est aussi grand dans le groupe Témoin.

5.3 Limites identifiées

Les résultats de l'étude doivent être considérés comme préliminaires puisque la recherche comprend certaines limites méthodologiques.

Premièrement, il faut tenir compte de la taille de l'échantillon qui est plutôt faible ($N = 40$). En plus, pour certains tests d'habiletés motrices, des données étaient manquantes; le nombre de participants variait entre 16 et 20 par groupe. Toutefois, comme nous avons pris soin de comparer des groupes de taille équivalente, nous croyons avoir minimiser le risque d'erreurs statistiques. Aussi, lorsque les résultats des tests d'habiletés motrices ont été combinés pour former la variable 'motricité globale', le nombre de participants a été davantage réduit ($N=18$). Cette limite diminue la puissance des analyses statistiques.

Deuxièmement, l'étude ne prend pas en considération le type de présentation du TDAH des adolescents soient: inattention prédominante, hyperactivité-impulsivité prédominante ou combinée. Cette information n'était pas précisée dans la base de données de l'HRDP. Or, il peut y avoir des différences au niveau moteur entre les types de

présentation du TDAH (Kamp et al., 2014). Les individus présentant le sous-type inattention prédominante ont des performances moindres au niveau de la motricité fine tandis que ceux présentant le sous-type combiné ont plus de difficultés au niveau de la motricité globale. Néanmoins, nous pouvons conclure qu'indépendamment du type de présentation du TDAH, les performances motrices sont moindres chez les adolescents ayant un TDAH dans cette étude.

Troisièmement, il faut considérer les différences entre les groupes au niveau de l'IMC, du type de médication et de la présence de plusieurs comorbidités. Ces différences ont pu influencer les résultats de l'étude. Somme toute, ces caractéristiques font partie du tableau clinique d'un adolescent ayant un TDAH.

Enfin, la batterie utilisée pour évaluer les deux groupes d'adolescents est actuellement normée uniquement pour les enfants de 6 à 12 ans. Les chercheurs du projet réalisé à l'HRDP intitulé « Programme des Saines Habitudes de Vie en Pédopsychiatrie: Phase I visant la description de la population référée en pédopsychiatrie de 6-18 ans » ont choisi cette batterie de tests pour évaluer les retards moteurs chez les enfants et les adolescents ayant un trouble de santé mentale. Cette même batterie a été utilisée dans le cadre du projet réalisé à l'UQAC intitulé « Évaluation des habiletés motrices chez les adolescents » pour permettre une comparaison entre la base de données de l'HRDP et des adolescents n'ayant pas de problème de santé mentale.

Conclusion et perspectives

Ce mémoire s'est intéressé à la motricité d'un groupe d'adolescents masculins ayant un diagnostic de TDAH, provenant d'un établissement de soins de santé mentale de troisième ligne, comparée à celle d'un groupe Témoin apparié, des adolescents masculins sans diagnostic de TDAH.

Le TDAH est un trouble d'origine neurologique qui se manifeste chez l'enfant. Dans une large perspective, les symptômes (inattention, hyperactivité et impulsivité) persistent à l'adolescence et à l'âge adulte (APA, 2015). En 2012, 12,6% des adolescents québécois avaient un diagnostic de TDAH (Pica et al., 2012). L'étiologie du TDAH est multifactorielle (Purper-Ouakil et al., 2010) : des facteurs génétiques (Faraone et al., 2005), environnementaux (Galéra & Bouvard, 2014) et psychosociaux (Purper-Ouakil et al., 2010) peuvent influencer le type de présentation (inattention prédominante, hyperactivité-impulsivité prédominante et combinée). Plusieurs théories décrivent une relation entre l'étiologie et les différents types de symptômes manifestés (Sonuga-Barke et al., 1992). Parmi celles-ci, le modèle à deux voies de Sonuga-Barke (2003) est l'un des plus complets. Il montre un lien entre les caractéristiques des individus ayant un TDAH (aversion du délai et déficit d'inhibition comportementale) et leurs comportements (inattentif, hyperactif et impulsif). Ces théories, à elles seules, ne peuvent pas dresser le portrait complet du TDAH. Ce trouble neurologique est aussi caractérisé par la présence de nombreuses comorbidités (APA, 2015). Les plus fréquentes sont : les troubles anxieux, d'opposition avec provocation, de dysrégulation émotionnelle, d'apprentissage et d'acquisition de la coordination (APA, 2015). La prévalence de surpoids et d'obésité est également plus élevée chez les individus ayant un TDAH (Carrier, 2013; Cortese et al., 2015). La médication et la thérapie cognitivo- comportementale font partie des traitements visant à réduire les symptômes du TDAH et/ou des comorbidités associées (CADDRA, 2010). La pratique régulière d'activités physiques, l'hygiène du sommeil et la saine alimentation font aussi partie des traitements proposés (CADDRA, 2010). Des études ont d'ailleurs montré que la pratique d'activités physiques favorise l'amélioration des fonctions exécutives, la diminution des symptômes liés au TDAH (Chang et al., 2012; Kamp et al., 2014; Smith et al., 2013; Tomporowski, 2003; Verret et al., 2012; Wigal et al., 2013) et l'amélioration des capacités motrices (Smith et al., 2013; Verret et al., 2012).

L'impact moteur du TDAH se manifeste tant au niveau de la motricité fine (p. ex. écriture et manipulation d'objets) que de la motricité globale (Chaix & Albaret, 2008). Les déterminants de la motricité globale sont : l'agilité, l'équilibre, la coordination, la puissance, la vitesse et le temps de réaction (Corbin et al., 2003). Les difficultés motrices, observées chez les individus ayant un TDAH, peuvent s'expliquer en partie par le retard de développement du cortex cérébral (Shaw et al., 2007), l'aversion du délai (Sonuga-Barke et al., 1992) et l'altération de certaines fonctions exécutives (Barkley, 1997). D'autres facteurs peuvent aussi influencer la motricité, dont la présence de comorbidités (Mullen & Hardy, 2000), le surpoids (Cortese et al., 2015; Okely et al., 2004) et la prise de médicaments (Kaiser et al., 2015).

Selon Verret (2010), la majorité des enfants ayant un TDAH éprouvent des difficultés motrices. Toutefois, peu d'études se sont intéressées à la motricité des adolescents et des adultes. Ce mémoire avait donc pour but de documenter l'impact d'un TDAH sur la motricité globale des adolescents. Plus précisément, de mettre en évidence si les difficultés motrices observées chez les enfants atteints d'un TDAH sont toujours observables à l'adolescence. L'étude était formée de 40 adolescents masculins âgés de 12 à 17 ans dont 20 adolescents ayant un diagnostic de TDAH. Leur motricité globale était comparée à celle de 20 adolescents sans diagnostic de TDAH. Cinq déterminants de la motricité globale étaient comparés soient : l'agilité, la coordination, l'équilibre, la vitesse segmentaire et le temps de réaction simple.

Les résultats de l'étude montrent que la performance du groupe TDAH est significativement moindre lorsque comparée à celle du groupe Témoin, pour la majorité des tests d'habiletés motrices : course navette (agilité), course en cercle (agilité), coordination main-œil (coordination), coordination mains-pieds (coordination), équilibre yeux ouverts (équilibre), équilibre instable (équilibre), vitesse des bras (vitesse segmentaire), vitesse des jambes (vitesse segmentaire) et vitesse moyenne (temps de réaction simple). Ces résultats confirment l'hypothèse qui suggérait que la performance aux tests d'habiletés motrices des adolescents du groupe TDAH est moindre lorsque comparée à celle des adolescents du groupe Témoin. L'hypothèse stipulant que la motricité globale du groupe d'adolescents ayant un TDAH serait moindre que celle du groupe Témoin a aussi été confirmée. Quatre des cinq déterminants ont été significativement inférieurs dans le groupe TDAH : agilité, coordination, vitesse segmentaire et équilibre. Le temps de réaction

simple n'était pas significativement différent mais une tendance suggérait une moindre performance. Fait intéressant, lorsque les résultats des groupes TDAH et Témoin sont comparés aux normes chez les enfants de 6 à 12 ans, une différence allant jusqu'à 5 ans est observée pour plusieurs tests entre les résultats des deux groupes. Par exemple, au niveau des tests évaluant l'agilité, les résultats du groupe TDAH sont similaires au 50^e percentile d'enfants de 8 ans tandis que ceux du groupe Témoin sont similaires ou meilleurs au 50^e percentile d'enfants de 12 ans. Toutefois, il est important de noter que ces observations ont uniquement été réalisées sur une base descriptive. Cette comparaison ne faisait pas partie des objectifs du mémoire, une analyse statistique serait donc nécessaire pour tirer davantage de conclusions.

En somme, les résultats de l'étude supposent que les adolescents ayant un TDAH ont des aptitudes inférieures à celles d'adolescents sans TDAH en ce qui a trait à la motricité globale (agilité, coordination, équilibre, vitesse segmentaire et temps de réaction simple). Toutefois, de futures recherches sont nécessaires pour affirmer que les difficultés motrices des enfants ayant un TDAH persistent à l'adolescence. En plus d'inclure un plus grand échantillon, ces études devront prendre en considération le type de présentation du TDAH, les comorbidités associées et la médication utilisée.

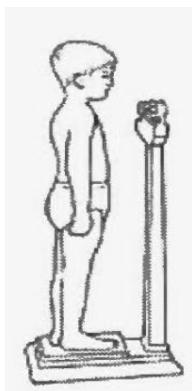
Les études faites précédemment sur l'approche physique semblent prometteuses, puisqu'elle aurait un impact sur les fonctions exécutives, les capacités motrices et la gestion des symptômes (Chang et al., 2012; Smith et al., 2013; Tomporowski, 2003; Verret et al., 2012; Wigal et al., 2013). Beaucoup d'études sont encore à faire afin de développer davantage ce type d'approche dans le traitement du TDAH. Entre autres, il serait pertinent de développer une batterie de tests moteurs spécifiques à la population adolescente et adulte. Cette batterie devrait inclure un test pour chaque déterminant de la motricité globale; agilité, coordination, équilibre, vitesse segmentaire, temps de réaction simple et puissance musculaire. Dans un premier temps, ces tests permettraient la création de normes, afin d'évaluer le retard moteur d'individus ayant un TDAH. Dans un deuxième temps, les résultats des tests moteurs pourraient être comparés aux tests neurocognitifs afin d'établir des corrélations entre la motricité et les fonctions exécutives. Dans un autre ordre d'idées, il serait intéressant de comparer l'efficacité de l'approche physique à d'autres traitements d'appoint prometteurs, comme la méditation pleine conscience.

Annexe A : Protocole d'évaluation des habiletés motrices

Batterie UQAC-UQAM

1. Anthropométrie

1.1 Poids corporel



Le poids doit être mesuré alors que la personne porte un minimum de vêtements. Le participant se tient debout bien droit en regardant devant lui. Les pieds sont légèrement écartés de manière à ce que le poids soit distribué également. La lecture est prise à une précision de 0,5kg.

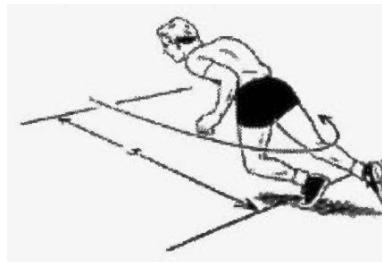
1.2 Taille



Le participant se tient debout face à l'évaluateur. La mesure doit être prise sans soulier. À l'aide d'un stadiomètre portable, le participant est mesuré debout, le dos et la tête bien centrés directement sur l'appareil. Une fois le participant bien en place, lui demander de prendre une inspiration maximale tout en étirant le cou vers le haut. La tête est droite et le menton dressé, pointant vers l'avant et parallèle au sol. Alors que le participant retient sa respiration, appliquer doucement le triangle sur le sommet de la tête. Une fois le triangle bien en place, demander au participant de se retirer. Prendre la lecture de la taille directement sous la base du triangle. La précision est de 0,1 cm.

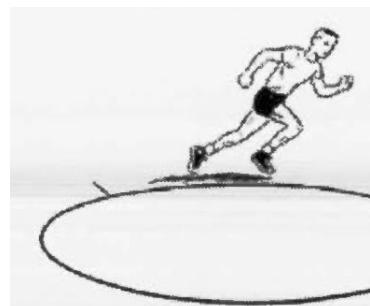
2. Agilité

2.1 Course navette



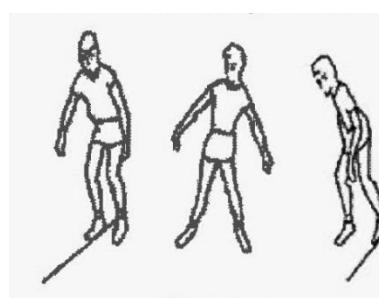
Ce test consiste à mesurer l'habileté du participant à changer abruptement et complètement la direction de son corps en mouvement, le plus rapidement possible. Deux lignes parallèles séparées de 5 mètres sont tracées au sol. Au signal, le participant doit courir le plus rapidement possible la distance de 5 mètres, traverser complètement la ligne (les deux pieds), exécuter un virage abrupt de 180 degrés et revenir à la ligne de départ. Le participant doit franchir ainsi une distance de 25 mètres (5×5 mètres). Le parcours est chronométré et le temps noté avec une précision de 0,1 seconde.

2.2 Course en cercle



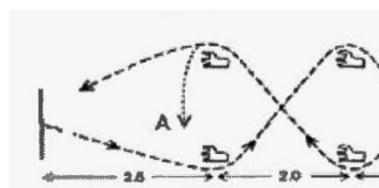
L'objectif de ce test est de mesurer l'habileté de l'enfant à changer la direction de son corps en mouvement, de manière continue. Il s'agit d'abord de tracer au sol un cercle de 3,5 mètres de diamètre (un alignement de petits cônes pour délimiter le cercle est préférable). Identifier un point de départ en traçant une ligne au sol. Au signal, le participant doit réaliser le plus rapidement possible, 5 fois conséutivement le tour du cercle (sens horaire). Le résultat consiste à chronométrer le temps total afin de compléter l'épreuve. Une pénalité de 0,5 seconde est imposée chaque fois que le participant touche ou traverse la ligne qui délimite le cercle. La précision recherchée est 0,1 seconde.

2.3 Course en pas chassés



Ce test consiste à mesurer l'habileté du participant à déplacer son corps en mouvement latéralement, le plus rapidement possible. Il s'agit d'abord de tracer 2 lignes parallèles séparées par 4 mètres de distance. Le participant prend position les deux pieds derrière la ligne à sa gauche. Au signal, le participant doit se déplacer d'une ligne à l'autre en pas chassés et franchir les 4 mètres 5 fois consécutivement pour une distance totale de 20 mètres. Aux extrémités, le participant doit toucher la ligne avec le pied le plus rapproché avant de redémarrer en direction opposée. De plus, les croisements de jambes ne sont pas permis et le corps du participant doit toujours être orienté face à l'évaluateur (placé directement devant le participant). Le temps est chronométré et inscrit avec une précision de 0,1 seconde.

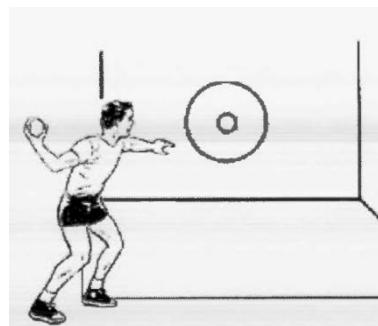
2.4 Course en slalom



Ce test propose de mesurer l'habileté du participant à changer la position de son corps en mouvement lorsqu'il court le plus rapidement possible en contournant des obstacles. Il s'agit d'abord d'installer 6 cônes selon la disposition présentée à la figure ci-jointe. Ainsi, deux rangées de cônes placés parallèlement sont séparées par une distance de 2 mètres (en largeur). Dans le sens de la longueur du parcours, 2,5 mètres séparent la ligne de départ du premier cône. La distance entre les deux cônes suivants est de 2,0 mètres chacun. Au signal, le participant doit courir le plus rapidement possible vers sa droite et contourner chacun des obstacles (slalom). Une fois le parcours complété, et sans s'arrêter, le participant recommence de nouveau (en suivant la trajectoire A) puis termine sa course en franchissant la ligne départ. Noter le temps chronométré avec une précision de 0,1 seconde.

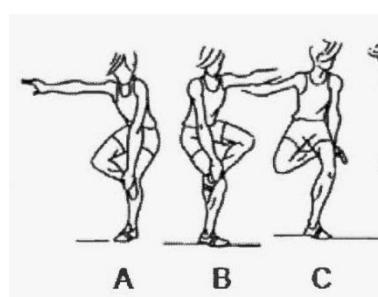
3. Coordination

3.1 Coordination main-œil (Lancers)



Ce test propose de mesurer l'habileté du participant à réaliser un mouvement balistique à partir du bras dominant dans un geste nécessitant une coordination œil-main lors d'un lancer de précision. Le participant se place debout derrière une ligne située à 6 mètres d'une cible de 60 cm de diamètre (centre 20 cm de diamètre) et placée à 120 cm du sol. Le participant doit lancer une balle de tennis vers la cible par un mouvement au-dessus de l'épaule. Le participant à droit à 10 essais. Un point est accordé si la cible est atteinte. Un point bonus supplémentaire est alloué si le lancer atteint le centre de la cible. Le résultat est le nombre de points accumulés (maximum de 20 points). Ce test est réalisé une fois (10 balles).

3.2 Coordination mains-pieds



Cette épreuve propose de mesurer l'habileté du participant à mouvoir alternativement et le plus rapidement possible, ses membres supérieurs et inférieurs avec synchronisme. Le test se déroule selon la séquence suivante : 1. Toucher le pied gauche avec la main droite par une flexion de la jambe vers l'avant (A) ; 2. Même mouvement, pied droit et main gauche (B) ; 3. Toucher le pied droit avec la main gauche par une flexion de la jambe vers l'arrière (c) ; 4. Même mouvement, pied gauche et main droite (D). Cette séquence (A à D) représente un cycle. Le résultat consiste à chronométrer le temps requis pour réaliser 4 cycles consécutifs. La précision recherchée est de 0,1 seconde.

4. Équilibre

4.1 Équilibre statique les yeux ouverts



Le but de cette épreuve est de mesurer l'habileté du participant à maintenir son équilibre en appui sur sa jambe dominante. Le participant est placé debout sur une poutre de bois de 5 cm de hauteur, 2 cm de largeur et 60 cm de longueur. L'évaluateur aide le participant à maintenir son équilibre en le tenant sous le bras jusqu'au début du test. La tâche consiste à se maintenir en équilibre sur la jambe dominante le plus longtemps possible. Les mains sont placées sur les hanches. Le test prend fin lorsque le participant touche le sol ou si les mains quittent les hanches. Le résultat consiste à chronométrer le temps total durant lequel le participant a maintenu son équilibre (maximum 30 secondes). La précision désirée est de 0,1 seconde.

4.2 Équilibre statique les yeux fermés

Idem au test précédent, mais le participant doit avoir les yeux fermés tout au long du test.

4.3 Équilibre dynamique



Ce test permet de mesurer l'habileté du participant de maintenir son équilibre sur une surface instable. La plateforme mesure 60 cm de largeur par 30 cm de longueur et 2,5 cm d'épaisseur. Au centre et sous la plateforme est fixée une poutre de bois de 30 cm de longueur par 5 cm de largeur et 10 cm de hauteur. Avec l'aide de l'évaluateur, le participant doit trouver son point d'équilibre. Une fois le point d'équilibre atteint, l'évaluateur démarre le chronomètre et le participant doit maintenir son équilibre le plus longtemps possible. Le test prend fin lorsque le participant ou une des extrémités de la plateforme touchent le sol. La durée maximale du test est de 20 secondes et le temps est noté avec une précision de 0,1 seconde.

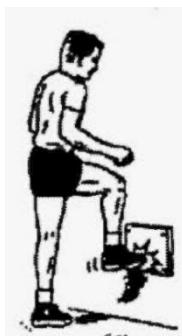
5. Vitesse segmentaire

5.1 Vitesse des bras



Ce test mesure la vitesse à laquelle le participant peut horizontalement faire des mouvements d'abduction et d'adduction avec le bras dominant. Le participant est assis à une table sur laquelle sont dessinés deux cercles de 20 cm de diamètre qui sont séparés de 60 cm. La main non dominante est placée entre les deux cercles et est immobile. Au signal, les doigts de la main dominante doivent frapper le centre du cercle de droite, immédiatement après, celui de gauche. Le but du test est de réaliser un maximum de touches en 20 secondes. Pour faciliter le décompte, calculer 1 cycle = 2 touches d'où le nombre de cycle X 2 = résultat final.

5.2 Vitesse des jambes



Cette épreuve propose de mesurer l'habileté du participant à fléchir et étirer l'articulation de la hanche, le plus rapidement possible. Le participant se tient debout face à un mur sur lequel est dessiné un carré de 30 cm^2 placé à 40 cm du sol. Au signal, le participant doit fléchir la hanche droite de manière à ce que l'angle cuisse-mollet soit d'environ 90 degrés. De cette position, il s'agit alors de frapper du bout du pied, le centre du carré deux fois consécutivement pour ensuite répéter le même geste avec la jambe gauche. Le but du test est de réaliser un maximum de doubles touches en 20 secondes. Encore ici, il est possible de procéder par cycles (1 cycle = une double touche du pied droit et une double touche du pied gauche).

6. Temps de réaction simple

6.1 Vitesse moyenne



Ce test mesure la capacité du participant à réagir rapidement à un signal visuel. À l'aide d'un programme informatique, il s'agit pour le participant de réagir le plus rapidement possible à l'apparition d'un signal visuel (triangle qui apparaît à l'écran) en appuyant sur la barre d'espacement. Le participant doit réaliser 50 essais dont le temps de réaction se situe entre 100 et 350 ms. Le résultat est calculé à partir de la moyenne des 50 essais.

Bibliographie

Adesman, A. R. (2001). The diagnosis and management of attention-deficit/hyperactivity disorder in pediatric patients. *Primary Care Companion to The Journal of Clinical Psychiatry*, 3(2), 66-77. Repéré à <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC181164/>

Albaret, J. (2006). Note de synthèse sur les programmes d'auto-instructions dans la prise en charge de l'enfant TDA/H. *Approche neuropsychologique des apprentissages chez l'enfant*, 18(90), 324-329.

American Psychiatric Association. (2015). *DSM-V: manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux*. Issy-les-Moulineaux, France: Elsevier Masson.

American Psychiatric Association. (2017). What is ADHD? Repéré le 5 juin 2017, à <https://www.psychiatry.org/patients-families/adhd/what-is-adhd>

Bailly, D., Bouvard, M., Casadebaig, F., Corcos, M., Fombonne, E., Gorwood, P., ... Martinot, J.-L. (2003). *Troubles mentaux: dépistage et prévention chez l'enfant et l'adolescent*. Paris, France: Institut national de la santé et de la recherche médicale.

Barkley, R. A. (1990). *Attention-deficit hyperactivity disorder: A handbook for diagnosis and treatment* (1ere éd.). New York, NY: Guilford Press.

Barkley, R. A. (1997). Behavioral inhibition, sustained attention, and executive functions: Constructing a unifying theory of ADHD. *Psychological Bulletin*, 121(1), 65-94.

Barkley, R. A. (2015). *Attention-deficit hyperactivity disorder: A handbook for diagnosis and treatment* (4e éd.). New York, NY: Guilford Press.

Bélanger, S. A. (2009). *L'entrée au secondaire: les défis pour l'adolescent TDAH*. Communication présentée au Congrès de l'AQETA, CHU Sainte-Justine. Repéré à [http://tdah.be/PDF/pdf%20oc/adolescentsRMEmai2009%20\(2\).pdf](http://tdah.be/PDF/pdf%20oc/adolescentsRMEmai2009%20(2).pdf)

Biederman, J., Petty, C. R., Clarke, A., Lomedico, A., & Faraone, S. V. (2011). Predictors of persistent ADHD: An 11-year follow-up study. *Journal of Psychiatric Research*, 45(2), 150-155.

Blank, R., Smits-Engelsman, B., Polatajko, H., & Wilson, P. (2012). European Academy for Childhood Disability (EACD): Recommendations on the definition, diagnosis and intervention of developmental coordination disorder (long version). *Developmental Medicine & Child Neurology*, 54(1), 54-93.

Braun, J. M., Kahn, R. S., Froehlich, T., Auinger, P., & Lanphear, B. P. (2006). Exposures to environmental toxicants and attention deficit hyperactivity disorder in US children. *Environmental Health Perspectives*, 114(12), 1904.

Brossard-Racine, M., Shevell, M., Snider, L., Bélanger, S. A., & Majnemer, A. (2012). Motor skills of children newly diagnosed with Attention Deficit Hyperactivity Disorder prior to and following treatment with stimulant medication. *Research in Developmental Disabilities*, 33(6), 2080-2087.

Cairncross, M., & Miller, C. J. (2016). The effectiveness of mindfulness-based therapies for ADHD: A meta-analytic review. *Journal of Attention Disorders*.

Canadian ADHD Ressource Alliance. (2010). *Lignes directrices canadiennes sur le TDAH* (3e éd.). Repéré à <https://www.caddra.ca/fr/directrices/>

Canadian Pharmacists Association. (2015). Compendium of pharmaceuticals and specialties. Repéré à <https://www-e-therapeutics-ca>

Carrier, J.-N. (2013). *Pourquoi t'es dans la lune? Apports de nouveaux modèles neuropsychologiques en analyse des caractéristiques cognitives et motivationnelles du TDAH*. (Thèse de doctorat). Université du Québec à Trois-Rivières, Trois-Rivières, QC.

Castellanos, F. X., Giedd, J. N., Marsh, W. L., Hamburger, S. D., Vaituzis, A. C., Dickstein, D. P., ... Lange, N. (1996). Quantitative brain magnetic resonance imaging in attention-deficit hyperactivity disorder. *Archives of General Psychiatry*, 53(7), 607-616.

Castellanos, F. X., Sonuga-Barke, E. J. S., Milham, M. P., & Tannock, R. (2006). Characterizing cognition in ADHD: beyond executive dysfunction. *Trends in Cognitive Sciences*, 10(3), 117-123.

Castellanos, F. X., & Tannock, R. (2002). Neuroscience of attention-deficit/hyperactivity disorder: The search for endophenotypes. *Nature Reviews Neuroscience*, 3(8), 617-628.

Catalá-López, F., Hutton, B., Núñez-Beltrán, A., Mayhew, A. D., Page, M. J., Ridao, M., ... Moher, D. (2015). The pharmacological and non-pharmacological treatment of attention deficit hyperactivity disorder in children and adolescents: protocol for a systematic review and network meta-analysis of randomized controlled trials. *Systematic Reviews*, 4(1), 19.

Cech, D., & Martin, S. (2012). *Functional movement development across the life span* (3e éd.). St. Louis, MO: Elsevier.

Chaix, Y., & Albaret, J. (2008). Interactions entre troubles moteurs et déficit attentionnel chez les dyslexiques: pour une approche plus générale des troubles spécifiques des apprentissages. *Approche neuropsychologique des apprentissages chez l'enfant*, 20(96-97), 23-26.

Chan, P. A., & Rabinowitz, T. (2006). A cross-sectional analysis of video games and attention deficit hyperactivity disorder symptoms in adolescents. *Annals of General Psychiatry*, 5(1), 16.

Chang, Y.-K., Liu, S., Yu, H.-H., & Lee, Y.-H. (2012). Effect of acute exercise on executive function in children with attention deficit hyperactivity disorder. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 27(2), 225-237.

Corbin B., C., Pangrazi, R., & Franks, B. (2003). Definition: Health, fitness, and Physical Activity. *President's Council on Physical Fitness and Sports Research Digest*, 3(9), 1-11.

Chéron, G., & Bengoetxea, A. (2006). Vieillissement et contrôle cérébral de l'exercice. *Science & sports*, 21(4), 204-208.

Cortese, S., Moreira-Maia, C. R., St. Fleur, D., Morcillo-Peñalver, C., Rohde, L. A., & Faraone, S. V. (2015). Association between ADHD and obesity: A systematic review and meta-analysis. *American Journal of Psychiatry*, 173(1), 34-43.

Davidson, R. J., Kabat-Zinn, J., Schumacher, J., Rosenkranz, M., Muller, D., Santorelli, S. F., ... Sheridan, J. F. (2003). Alterations in brain and immune function produced by mindfulness meditation. *Psychosomatic Medicine*, 65(4), 564-570.

De Luca, C. R., Wood, S. J., Anderson, V., Buchanan, J.-A., Proffitt, T. M., Mahony, K., & Pantelis, C. (2003). Normative data from the CANTAB. I: Development of executive

function over the lifespan. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 25(2), 242-254.

Du Mays, D., & Bordeleau, M. (2015). Les activités sédentaires chez les jeunes: qui les pratique et quelle en est l'évolution depuis 2007? *Zoom santé*, (50), 1-8.

Dugas, C., & Point, M. (2012). Portrait du développement moteur et de l'activité physique au Québec chez les enfants de 0 à 9 ans. Repéré à https://oraprdnt.uqtr.quebec.ca/pls/public/docs/GSC996/F142972850_Rapport_final_Vers ionF_vrier_2012final.pdf

Emond, V., Joyal, C., & Poissant, H. (2009). Neuroanatomie structurelle et fonctionnelle du trouble déficitaire d'attention avec ou sans hyperactivité (TDAH). *L'Encéphale*, 35(2), 107-114.

Faraone, S. V., Perlis, R. H., Doyle, A. E., Smoller, J. W., Goralnick, J. J., Holmgren, M. A., & Sklar, P. (2005). Molecular genetics of attention-deficit/hyperactivity disorder. *Biological Psychiatry*, 57(11), 1313-1323.

Fliers, E., Rommelse, N., Vermeulen, S., Altink, M., Buschgens, C., Faraone, S., ... Buitelaar, J. (2008). Motor coordination problems in children and adolescents with ADHD rated by parents and teachers: effects of age and gender. *Journal of Neural Transmission*, 115(2), 211-220.

Fliers, E., Vermeulen, S., Rijsdijk, F., Altink, M., Buschgens, C., Rommelse, N., ... Franke, B. (2009). ADHD and poor motor performance from a family genetic perspective. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 48(1), 25-34.

Galéra, C., & Bouvard, M.-P. (2014). Facteurs de risque précoce et trajectoires développementales du trouble déficit de l'attention/hyperactivité (TDAH). *Annales médico-psychologiques*, 172(4), 293-297.

Goldstein, S., & Naglieri, J. A. (2011). *Encyclopedia of child behavior and development*. Boston, MA: Springer.

Goulardins, J. B., Marques, J. C. B., Casella, E. B., Nascimento, R. O., & Oliveira, J. A. (2013). Motor profile of children with attention deficit hyperactivity disorder, combined type. *Research in Developmental Disabilities*, 34(1), 40-45.

Guy, R.-C. (2014). *Évaluation des habiletés motrices chez les enfants québécois agés de 6 à 12 ans*. (Mémoire de maîtrise). Université du Québec à Chicoutimi et Université Laval, Chicoutimi, QC et Québec, QC.

Habib, M. (2011). Le cerveau de l'hyperactif: entre cognition et comportement. *Développements*, (3), 26-40.

Harvey, W. J., & Reid, G. (1997). Motor performance of children with attention-deficit hyperactivity disorder: A preliminary investigation. *Adapted Physical Activity Quarterly*, 14(3), 189-202.

Kaiser, M.-L., Schoemaker, M., Albaret, J.-M., & Geuze, R. (2015). What is the evidence of impaired motor skills and motor control among children with attention deficit hyperactivity disorder (ADHD)? Systematic review of the literature. *Research in Developmental Disabilities*, 36, 338-357.

Kamp, C. F., Sperlich, B., & Holmberg, H. C. (2014). Exercise reduces the symptoms of attention-deficit/hyperactivity disorder and improves social behaviour, motor skills, strength and neuropsychological parameters. *Acta Paediatrica*, 103(7), 709-714. Repéré à <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24612421>

Leversen, J. S., Haga, M., & Sigmundsson, H. (2012). From children to adults: Motor performance across the life-span. *PLoS ONE*, 7(6), e38830.

Lutz, A., Slagter, H. A., Rawlings, N. B., Francis, A. D., Greischar, L. L., & Davidson, R. J. (2009). Mental training enhances attentional stability: Neural and behavioral evidence. *Journal of Neuroscience*, 29(42), 13418-13427.

Mannuzza, S., Klein, R. G., Bessler, A., Malloy, P., & LaPadula, M. (1998). Adult psychiatric status of hyperactive boys grown up. *American Journal of Psychiatry*, 155(4), 493-498.

Mayes, S. D., Calhoun, S. L., & Crowell, E. W. (2000). Learning disabilities and ADHD overlapping spectrum disorders. *Journal of Learning Disabilities*, 33(5), 417-424.

Mick, E., Biederman, J., Prince, J., Fischer, M. J., & Faraone, S. V. (2002). Impact of low birth weight on attention-deficit hyperactivity disorder. *Journal of Developmental & Behavioral Pediatrics, 23*(1), 16-22.

Montgomery, C., Moreau, A. C., & Morin, Y. (2008). Trouble déficitaire de l'attention avec ou sans hyperactivité et troubles de l'humeur: recension des écrits. *Revue québécoise de psychologie, 29*(1), 233-258.

Mullen, R., & Hardy, L. (2000). State anxiety and motor performance: Testing the conscious processing hypothesis. *Journal of Sports Sciences, 18*(10), 785-799.

Neuman, R. J., Lobos, E., Reich, W., Henderson, C. A., Sun, L.-W., & Todd, R. D. (2007). Prenatal smoking exposure and dopaminergic genotypes interact to cause a severe ADHD subtype. *Biological Psychiatry, 61*(12), 1320-1328.

Noland, J. S., Singer, L. T., Short, E. J., Minnes, S., Arendt, R. E., Kirchner, H. L., & Bearer, C. (2005). Prenatal drug exposure and selective attention in preschoolers. *Neurotoxicology and Teratology, 27*(3), 429-438.

Office of Disease Prevention and Health Promotion. (2009). Physical Activity Guidelines Advisory Committee Report, 2008 - Part A: Executive summary. *Nutrition Reviews, 67*(2), 114-120.

Okely, A. D., Booth, M. L., & Chey, T. (2004). Relationships between body composition and fundamental movement skills among children and adolescents. *Research Quarterly for Exercise and Sport, 75*(3), 238-247.

Packwood, S., Hodgetts, H. M., & Tremblay, S. (2011). A multiperspective approach to the conceptualization of executive functions. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology, 33*(4), 456-470.

Paoletti, R. (1999). *Éducation et motricité de l'enfant de deux à huit ans*. Boucherville, QC: De Boeck Supérieur.

Pica, L. A., Traoré, I., Bernèche, F., Laprise, P., Cazale, L., Camirand, H., ... Plante, N. (2012). *L'Enquête québécoise sur la santé des jeunes du secondaire 2010-2011* (Vol. 1 - Le visage des jeunes d'aujourd'hui: leur santé physique et leurs habitudes de vie). Québec, QC: Institut de la Statistique du Québec.

Polanczyk, G., Silva de Lima, M., Lessa Horta, B., 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. Repéré à <http://ajp.psychiatryonline.org/doi/abs/10.1176/ajp.2007.164.6.942>

Polańska, K., Jurewicz, J., & Hanke, W. (2013). Review of current evidence on the impact of pesticides, polychlorinated biphenyls and selected metals on attention deficit/hyperactivity disorder in children. *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health*, 26(1), 16-38.

Purper-Ouakil, D., Lepagnol-Bestel, A.-M., Grosbellet, E., Gorwood, P., & Simonneau, M. (2010). Neurobiologie du trouble déficit de l'attention/hyperactivité. *Médecine/sciences*, 26(5), 487-496.

Rasmussen, P., & Gillberg, C. (2000). Natural outcome of ADHD with developmental coordination disorder at age 22 years: A controlled, longitudinal, community-based study. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 39(11), 1424-1431.

Ribas-Fitó, N., Torrent, M., Carrizo, D., Júlvez, J., Grimalt, J. O., & Sunyer, J. (2007). Exposure to hexachlorobenzene during pregnancy and children's social behavior at 4 years of age. *Environmental Health Perspectives*, 115(3), 447.

Rigal, R. (2003). *Motricité humaine: fondements et applications pédagogiques* (Vol. 2: Développement moteur). Québec, QC: Presses de l'Université du Québec.

Rubia, K., Smith, A. B., Brammer, M. J., Toone, B., & Taylor, E. (2005). Abnormal brain activation during inhibition and error detection in medication-naïve adolescents with ADHD. *American Journal of Psychiatry*, 162(6), 1067-1075.

Scheres, A., Milham, M. P., Knutson, B., & Castellanos, F. X. (2007). Ventral striatal hyporesponsiveness during reward anticipation in attention-deficit/hyperactivity disorder. *Biological Psychiatry*, 61(5), 720-724.

Schmidt, S., & Petermann, F. (2009). Developmental psychopathology: Attention deficit hyperactivity disorder (ADHD). *BMC Psychiatry*, 9(1), 58.

Sergeant, J. A., Geurts, H., & Oosterlaan, J. (2002). How specific is a deficit of executive functioning for attention-deficit/hyperactivity disorder? *Behavioural Brain Research*, 130(1), 3-28.

Shaw, P., Eckstrand, K., Sharp, W., Blumenthal, J., Lerch, J., Greenstein, D., ... Rapoport, J. (2007). Attention-deficit/hyperactivity disorder is characterized by a delay in cortical maturation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(49), 19649-19654.

Smith, A. L., Hoza, B., Linnea, K., McQuade, J. D., Tomb, M., Vaughn, A. J., ... Hook, H. (2013). Pilot physical activity intervention reduces severity of ADHD symptoms in young children. *Journal of Attention Disorders*, 17(1), 70-82.

Société canadienne de pédiatrie. (2002). Le traitement médical du trouble de déficit de l'attention avec hyperactivité. *Paediatrics & Child Health*, 7(10), 708-709. Repéré à <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2796534/>

Sonuga-Barke, E. J. S. (2002). Psychological heterogeneity in AD/HD—a dual pathway model of behaviour and cognition. *Behavioural Brain Research*, 130(1), 29-36.

Sonuga-Barke, E. J. S. (2003). The dual pathway model of AD/HD: An elaboration of neuro-developmental characteristics. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 27(7), 593-604.

Sonuga-Barke, E. J. S., Taylor, E., Sembi, S., & Smith, J. (1992). Hyperactivity and delay aversion—I. The effect of delay on choice. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 33(2), 387-398.

Takeda, T., Ambrosini, P. J., & Elia, J. (2012). What can ADHD without comorbidity teach us about comorbidity? *Research in Developmental Disabilities*, 33(2), 419-425.

Tammelin, T., Näyhä, S., Hills, A. P., & Järvelin, M.-R. (2003). Adolescent participation in sports and adult physical activity. *American Journal of Preventive Medicine*, 24(1), 22-28.

Tang, Y.-Y., Ma, Y., Wang, J., Fan, Y., Feng, S., Lu, Q., ... Fan, M. (2007). Short-term meditation training improves attention and self-regulation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(43), 17152-17156.

Thibault, D., Kortleven, C., Fasano, C., Dal Bo, G., & Trudeau, L.-É. (2010). Découvertes récentes sur la fonction et la plasticité des voies dopaminergiques du cerveau. *Médecine/sciences*, 26(2), 165-170.

Tomporowski, P. D. (2003). Cognitive and behavioral responses to acute exercise in youths: A review. *Pediatric Exercise Science*, 15(4), 348-359.

Verret, C. (2010). *Condition physique, performance motrice, comportements et fonctions cognitives chez les enfants ayant un trouble du déficit de l'attention avec hyperactivité*. (Thèse de doctorat). Université de Montréal, Montréal, QC.

Verret, C., Guay, M.-C., Berthiaume, C., Gardiner, P., & Bélineau, L. (2012). A physical activity program improves behavior and cognitive functions in children with ADHD: An exploratory study. *Journal of Attention Disorders*, 16(1), 71-80.

Wigal, S. B., Emmerson, N., Gehricke, J.-G., & Galassetti, P. (2013). Exercise: Applications to childhood ADHD. *Journal of Attention Disorders*, 17(4), 279-290.

Wilens, T. E., Biederman, J., & Spencer, T. J. (2002). Attention deficit/hyperactivity disorder across the lifespan. *Annual Review of Medicine*, 53(1), 113-131.

Willcutt, E. G. (2012). The prevalence of DSM-IV Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: A meta-analytic review. *Neurotherapeutics*, 9(3), 490-499. Repéré à <http://dx.doi.org/10.1007/s13311-012-0135-8>

Yan, J. H., & Thomas, J. R. (2002). Arm movement control: differences between children with and without attention deficit hyperactivity disorder. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 73(1), 10-18.

Yen, J.-Y., Yen, C.-F., Chen, C.-S., Tang, T.-C., & Ko, C.-H. (2009). The association between adult ADHD symptoms and internet addiction among college students: The gender difference. *Cyberpsychology & Behavior*, 12(2), 187-191.