

Table des matières

Résumé	III
Abstract	V
Table des matières	VII
Liste des tableaux	IX
Liste des figures	XI
Liste des abréviations	XIII
Remerciements	XV
Introduction	1
TDA/H, MOTRICITÉ ET FONCTIONS COGNITIVES	3
1.1 <i>Portrait du TDA/H</i>	3
1.1.1 Prémisse	3
1.1.2 Description	3
1.1.3 Étiologie	4
1.1.4 Conceptualisation du TDA/H	4
1.2 <i>Fonctions cognitives</i>	5
1.2.1 Conceptualisation des fonctions exécutives	5
1.2.2 Inhibition	6
1.2.3 Attention	6
1.3 <i>Fonctions cognitives et liens avec la motricité</i>	7
1.4 <i>Motricité</i>	9
1.4.1 Définition	9
1.4.2 Effets de la qualité de la motricité	10
1.4.3 Développement de la motricité et influences	11
1.4.4 Motricité et TDA/H	12
OBJECTIFS ET HYPOTHÈSES	13
2.1 <i>Formulation des objectifs</i>	13
2.1.1 Premier objectif	13
2.1.2 Deuxième objectif	13
MÉTHODOLOGIE	15
3.1 <i>Participants</i>	15
3.2 <i>Description de l'étude</i>	16
3.3 <i>Collecte des données</i>	17
3.3.1 Habiletés motrices	17
3.3.2 Évaluation de l'attention et de l'inhibition	19
3.4 <i>Statistiques</i>	21
3.4.1 Traitement préliminaire des données	21
3.4.2 Normalité des données	22
3.4.3 Traitements principaux	23

RÉSULTATS	25
4.1 <i>Résultats de la première hypothèse</i>	25
4.1.1 Sommaire et différences entre les sexes	25
4.1.2 Corrélations de l'échantillonnage général	26
4.1.3 Corrélations de l'échantillonnage général par sexes	26
4.2 <i>Résultats associés à la seconde hypothèse</i>	31
4.2.1 Motricité, attention et inhibition en présence d'un TDA/H autorapporté	31
4.2.2 Corrélations en présence d'un TDA/H autorapporté	31
DISCUSSION	35
5.1 <i>Portrait de l'échantillon général</i>	35
5.1.1 Sexe des participants et comparaison aux normes	35
5.1.2 Corrélations avec le temps de réaction	35
5.1.3 Corrélations pour la variabilité du temps de réaction	36
5.1.4 Différences corrélationnelles entre les sexes	37
5.2 <i>Portrait en présence d'un TDA/H autorapporté</i>	39
5.2.1 Attention et inhibition en présence d'un TDA/H autorapporté	39
5.2.2 Motricité en présence d'un TDA/H autorapporté	40
5.2.3 Relations entre motricité, attention et inhibition en présence d'un TDA/H autorapporté	41
5.3 <i>Limites identifiées</i>	42
5.4 <i>Forces identifiées</i>	43
Conclusion	45
Bibliographie	47
Annexe A : Tests de la batterie d'évaluation motrice UQAC-UQAM	55

Liste des tableaux

TABEAU 1 : DESCRIPTION ET ÉQUIVALENTS FRANÇAIS DES TERMES ANGLAIS DU CPT-II	21
TABEAU 2 : HABILITÉS MOTRICES ET CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DES GARÇONS ET DES FILLES DE L'ÉCHANTILLON GÉNÉRAL	25
TABEAU 3 : RELATIONS ENTRE VARIABLES MOTRICES ET NEUROPSYCHOLOGIQUES DE LA POPULATION GÉNÉRALE	28
TABEAU 4 : RELATIONS ENTRE VARIABLES MOTRICES ET NEUROPSYCHOLOGIQUES CHEZ LES FILLES DE LA POPULATION GÉNÉRALE	29
TABEAU 5 : RELATIONS ENTRE VARIABLES MOTRICES ET NEUROPSYCHOLOGIQUES CHEZ LES GARÇONS DE LA POPULATION GÉNÉRALE	30
TABEAU 6 : EFFETS D'UN TDA/H AUTORAPPORTÉ SUR LES RÉSULTATS NEUROPSYCHOLOGIQUES ET MOTEURS	32
TABEAU 7 : RELATIONS ENTRE VARIABLES MOTRICES ET NEUROPSYCHOLOGIQUES DE LA POPULATION RAPPORTANT UN TDA/H	33
TABEAU 8 : COMPARAISON ENTRE LES RÉSULTATS MOTEURS DE L'ÉCHANTILLONNAGE GÉNÉRAL ET LES NORMES DISPONIBLES	38

Liste des figures

FIGURE 1 : TESTS D'ÉQUILIBRE STABLE (GAUCHE) ET INSTABLE (DROITE)	18
FIGURE 2 : TEST DE COORDINATION MAIN-OEIL	18
FIGURE 3 : TEST DE COORDINATION MAINS-PIEDS	18
FIGURE 4 : TESTS D'AGILITÉ À PAS CHASSÉS, EN CERCLE ET EN SLALOM	19

Liste des abréviations

CPT	Continuous Performance Test
IIS	Intervalles inter stimulus
IMC	Indice de masse corporelle
IRM	Imagerie par résonance magnétique
IRMf	Imagerie par résonance magnétique fonctionnelle
TAC	Trouble d'acquisition de la coordination
TDA/H	Trouble déficitaire de l'attention avec ou sans hyperactivité
TÉMAPE	Techniques d'évaluation et de mesure e l'aptitude physique chez l'enfant

Remerciements

La rédaction d'un mémoire de maîtrise est un parcours de grande envergure nécessitant temps, efforts et soutiens de toutes natures. Ce parcours fut pour ma part rempli d'imprévus d'ordre personnel, professionnel et académique. Les efforts mobilisés pour accomplir ce défi ont été facilités par plusieurs individus qui de par leurs encouragements, leur professionnalisme, leur compétence hors du commun ou leur simple présence ont su à leur façon me faire cheminer et me pousser au-delà de mes objectifs initiaux.

Je tiens tout d'abord à remercier Tommy Chevrette, professeur qui a agi à titre de directeur tout au long de mon cheminement à la maîtrise. Tommy ne m'a pas seulement assisté pendant mes études de deuxième cycle. Dès mes débuts au baccalauréat, il a su générer en moi une motivation et une autodétermination hors du commun, de par ses hautes exigences et la compétence qu'il dégagait. Les critères académiques élevés de Tommy m'ont poussé à atteindre des performances toujours meilleures, performances qui m'ont par la suite amené à la maîtrise en médecine expérimentale. Je te remercie Tommy de m'avoir toujours mis au défi, car c'est hors de notre zone de confort que l'on peut progresser.

En cours de cheminement à la maîtrise, j'ai eu la chance de voir Julie Bouchard se joindre à nous en tant que codirectrice et référence en neuropsychologie. Le tempérament calme et consciencieux de Julie, ainsi que les commentaires positifs émis à mon égard ont su me ramener sur terre à plusieurs reprises. Tout comme Tommy, Julie a été une grande source de motivation et une professeure-chercheuse exemplaire. Toujours de bonne humeur et prête à répondre à mes questions, elle a été une ressource indispensable à la réussite de mon cheminement académique.

Je tiens à te remercier, Jessica, pour le soutien personnel répété démontré pendant le sprint final de rédaction de ce document. Les derniers mois ont été difficiles, la motivation n'étant pas toujours au rendez-vous. Tu as su me soutenir, me faire sourire et me ramener sur terre.

Finalement, j'ai pu compter sur des parents extraordinaires pour me soutenir dans cette aventure. Malgré les détours que j'ai pris avant d'en arriver à cette maîtrise, ils m'ont toujours encouragé dans mes différents projets, autant académiques, professionnels que personnels. De par leurs encouragements, leur fierté et leur constante présence, ils ont su rendre mes études agréables et réalisables. Un gros merci à vous deux, tous les efforts que vous avez mobilisés pour m'amener à ces études ont porté fruit.

Introduction

Le trouble déficitaire de l'attention avec ou sans hyperactivité (TDA/H) est une condition neurodéveloppementale d'actualité. La forte prévalence du TDA/H au sein des populations nord-américaines, les répercussions comportementales qu'impliquent ce diagnostic (American Psychiatric Association, 2013) et la médication qui lui est associée contribuent à mettre le TDA/H à l'avant plan (Gualtieri & Johnson, 2008; Yang, Lung, Chiou, Yen, & Fuh, 2012), autant sur le plan social que scientifique. On voit depuis plusieurs années une multitude de publications scientifiques portant sur le TDA/H et les différents aspects des domaines physiologiques et neuropsychologiques (Hodgkins et al., 2011). Malheureusement, l'emphase est encore mise d'abord sur les traitements pharmaceutiques, au détriment des différentes approches visant à réadapter les fonctions atteintes.

Bien qu'on parle fréquemment des atteintes neuropsychologiques chez les jeunes présentant un TDA/H, telles que des performances moindres pour certaines mesures pour certaines mesures attentionnelles et d'inhibition (Adams, Milich, & Fillmore, 2010; Klimkeit, Mattingley, Sheppard, Lee, & Bradshaw, 2005), on remarque aussi un retard de la motricité, lorsque comparé à des jeunes sans le diagnostic (Brossard-Racine, Shevell, Snider, Bélanger, & Majnemer, 2012; Chevrete, Leroux, Comtois, & Verret, 2013). Or, pendant l'enfance et l'adolescence, la présence d'une bonne motricité est fortement associée au maintien d'une pratique d'activité physique plus tard dans la vie du jeune (Barnett, van Beurden, Morgan, Brooks, & Beard, 2009), mais aussi au développement de l'estime de soi et de la confiance en ses compétences (Piek, Baynam, & Barrett, 2006; D. Stodden, Langendorfer, & Robertson, 2009). Les fonctions motrices et cognitives sont souvent traitées de façon indépendante, alors qu'il serait logique qu'elles soient abordées conjointement puisque relevant toutes deux principalement du système nerveux central. Des études portent d'ailleurs sur les altérations conjointes de la motricité et des fonctions cognitives en présence de TDA/H (Barenberg, Berse, & Dutke, 2011; Diamond, 2012) et viennent soutenir la pertinence et le besoin d'étudier davantage les relations pouvant exister entre ces deux domaines, autant chez des populations n'ayant pas de TDA/H que chez celles présentant le diagnostic.

C'est donc dans l'optique de documenter ces relations que la présente recherche s'intéresse au portrait de la motricité, des fonctions attentionnelles ainsi qu'aux interactions entre celles-ci. Ce portrait étant dressé autant dans la population normale, représentée par un large échantillon d'adolescents du Saguenay-Lac-Saint-Jean, que celle d'un sous-échantillon rapportant être atteint d'un TDAH. Cette étude permettra donc de donner une idée des relations existantes chez des adolescents normaux, tout en explorant l'existence de différences motrices ou cognitives chez ceux qui considèrent avoir un TDA/H. Les données obtenues pourront servir de point de départ pour des projets de recherche ultérieurs.

Le présent ouvrage est divisé en cinq chapitres. Le premier chapitre part du TDA/H pour étaler le raisonnement qui a mené à l'étude des relations entre motricité et fonctions cognitives. C'est au deuxième chapitre que sont formulés les objectifs et hypothèses découlant des données scientifiques mises de l'avant au chapitre précédent. Aux troisième et quatrième chapitres sont traités respectivement la méthodologie et les résultats de la recherche. Finalement, le chapitre cinq fait état de la discussion des résultats de la recherche, de ses implications pratiques et scientifiques, ainsi que des limites rencontrées.

CHAPITRE 1

TDA/H, MOTRICITÉ ET FONCTIONS COGNITIVES

1.1 Portrait du TDA/H

1.1.1 Prémisses

Le TDA/H présente un modèle pouvant être d'une grande utilité à la compréhension des relations entre les différentes fonctions attentionnelles, inhibitrices et motrices. En effet, vu l'atteinte conjointe de l'ensemble de ces fonctions (Adams et al., 2010; Brossard-Racine et al., 2012; Fliers et al., 2009; Fuggetta, 2006), il est possible de mettre en relation des troubles cognitifs et des retards de la motricité (Barkley, 1997) et ainsi faciliter notre compréhension de ces interactions. Ces particularités en lien avec le TDA/H motivent donc l'utilisation du modèle de ce trouble afin d'explorer les relations entre motricité, attention et inhibition et constitueront donc les bases de ce chapitre.

1.1.2 Description

Le TDA/H est un désordre neurodéveloppemental se traduisant en des comportements et fonctions cognitives ayant un impact négatif sur un minimum deux des sphères suivantes : sociale, scolaire, familiale ou professionnelle (American Psychiatric Association, 2013). Selon le Manuel Diagnostique et Statistique des Troubles Mentaux, 5^{ième} version (DSM-5), le TDA/H peut s'exprimer de trois façons : avec hyperactivité/impulsivité seulement, avec inattention seulement, ou par la combinaison de ces deux types d'expression. Selon la littérature consultée, en plus des répercussions psychiatriques, les individus atteints d'un TDA/H présenteraient, dans une grande proportion des cas (40 à 47 %), un retard de développement des habiletés motrices fines et grossières (Gillberg & Kadesjö, 2003; Goulardins, Marques, Casella, Nascimento, & Oliveira, 2013; Kadesjö & Gillberg, 2001; Piek, Pitcher, & Hay, 1999; Vasserman, Bender, & MacAllister, 2013). Ce retard moteur peut aller jusqu'à un trouble d'acquisition de la coordination (TAC), bien qu'il soit fréquent de retrouver des retards du développement moteur n'obtenant pas les critères diagnostiques nécessaires pour le TAC (Goulardins et al., 2013). Le TDA/H et les retards moteurs semblent entretenir d'étroits liens. En effet, 41 % des jeunes ayant un TDA/H de type combiné présentent des habiletés motrices inférieures à celles retrouvées chez la moyenne des jeunes de leur âge (Goulardins et al., 2013). De plus, même sous médication psychostimulante, ce retard passerait de 73,5 % à 55,1 % dans une étude chez des sujets TDA/H présentant des habiletés motrices déficientes (Brossard-Racine et al., 2012). À l'inverse, on peut s'attendre à ce qu'un jeune présentant un diagnostic de TAC soit atteint d'un TDA/H dans 20 % des cas ou qu'il présente de quatre à cinq des six critères diagnostiques nécessaires dans 55 % des cas (Gillberg & Kadesjö, 2003). Ces habiletés motrices déficientes, même si elles ne comprennent pas les mêmes

répercussions sociales et psychologiques que celles d'ordre psychiatrique ou comportemental, peuvent avoir un impact non négligeable sur le développement psychosocial d'un jeune (Skinner & Piek, 2001). Cet impact négatif se traduit en une faible estime de soi, une faible croyance en ses propres capacités et peut porter le jeune à se considérer inférieur à ses pairs et moins soutenu socialement.

1.1.3 Étiologie

L'étiologie du TDA/H reste encore indéterminée à ce jour, mais les nombreuses recherches menées sur le sujet permettent de mieux cerner les potentielles sources du désordre. Les travaux parus jusqu'à présent tendent vers une double source au TDA/H, soit une d'origine génétique et l'autre d'ordre environnemental (Chevalier, Guay, Achim, Lageix, & Poissant, 2006). Selon cette conception de l'étiologie, des facteurs environnementaux néfastes (ex. environnement familial négatif, faible statut socioéconomique, psychopathologie d'un membre de la famille) auraient pour effet de potentialiser la prédisposition génétique du sujet à développer un TDA/H en exacerbant la symptomatologie (Brassett-Harknett & Butler, 2007). La résultante de cette expression gène-environnement serait un retard du développement de certaines aires cérébrales et une altération de leur fonctionnement (Cortese, 2012). Ces aires cérébrales présenteraient un hypofonctionnement (lobe frontal bilatéral et certaines régions des lobes pariétaux et du striatum), tandis que d'autres montreraient un hyperfonctionnement (cortex insulaire, gyrus frontal moyen) parasitant l'activité normale (Dickstein, Bannon, Castellanos, & Milham, 2006). Ces altérations engendreraient par la suite un fonctionnement sous-optimal de certaines fonctions cognitives des sujets (principalement l'inhibition) (Tamnes et al., 2010), ainsi que les symptômes comportementaux typiques au TDA/H, soit une inhibition comportementale réduite et une inattention marquée (Barkley, 1997). En se référant au modèle de Barkley (Barkley, 1997), on constate que ces troubles neuropsychologiques pourraient être la cause des comportements hyperactifs des sujets et ainsi affecter négativement la motricité de ces derniers.

1.1.4 Conceptualisation du TDA/H

Barkley est l'un des chercheurs ayant grandement contribué à la compréhension du TDA/H, grâce à son modèle et à l'exhaustive description qu'il en a faite (Barkley, 1997). Selon ce modèle, les symptômes du TDA/H seraient causés par une perturbation des fonctions exécutives, qui elle, proviendrait de fonctions inhibitrices déficitaires. Le modèle de Barkley représente bien les possibles interactions entre les fonctions exécutives, l'inhibition et les comportements hyperactifs, impulsifs et inattentifs. Selon ce modèle, le déficit des fonctions exécutives expliquerait une grande partie de la symptomatologie hétérogène typique au TDA/H, en engendrant un manque de contrôle (inhibition) des comportements et une difficulté à maintenir son attention.

Après plusieurs années, le modèle de Barkley est toujours utilisé et soutenu par la communauté scientifique. Plusieurs auteurs adhèrent à la théorie de Barkley et appuient eux aussi le fait que la perturbation

des fonctions exécutives soit la source de troubles comportementaux (Barkley, 1997; Fuggetta, 2006; Klimkeit et al., 2005; Wang et al., 2013), de fonctions exécutives déficitaires (Fuggetta, 2006; Wahlstedt, Thorell, & Bohlin, 2009) et plus particulièrement d'une faible capacité à inhiber un comportement (Adams et al., 2010; Epstein et al., 2003; Fuggetta, 2006).

1.2 Fonctions cognitives

1.2.1 Conceptualisation des fonctions exécutives

Selon Lussier et Flessas (Lussier & Flessas, 2009), « les fonctions exécutives paraissent comme une entité intégrative, impliquant la coordination de plusieurs fonctions cognitives qui leurs sont subordonnées ». Une définition avancée par Packwood (2011) permet de clarifier davantage le concept des fonctions exécutives en le définissant 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 » (Packwood et al., 2011). On peut donc percevoir les fonctions exécutives comme étant l'aptitude à planifier, initier, surveiller et corriger un comportement lors de l'accomplissement d'une tâche nouvelle ou non acquise. La notion de « fonctions cognitives subordonnées » est importante, car l'accomplissement d'une tâche nécessite indéniablement la mobilisation d'une panoplie de fonctions cognitives (mémoire de travail, attention, aires sensorielles, etc.) et de leur synergie. La définition mise de l'avant par Packwood s'avère complémentaire, de par l'utilisation du terme « adaptative » et de la spécification de l'absence d'un schéma d'action préétabli.

Cette difficulté à définir les fonctions exécutives réside principalement dans l'*impureté* des tests évaluant ces fonctions et dans la difficulté à faire en sorte que la tâche à accomplir reste nouvelle pour le sujet (Jurado & Rosselli, 2007). L'*impureté* se définit ici comme étant l'effet qu'ont différentes fonctions cognitives autres que la fonction évaluée à influencer cette dernière (Packwood et al., 2011). Elle est en fait causée par le partage de la variance du score par l'ensemble des fonctions entrant en jeu lors de l'accomplissement de la tâche évaluant l'aptitude concernée. Par exemple, une performance à un test évaluant l'inhibition peut se voir influencer par des fonctions cognitives connexes telles l'attention (difficulté à soutenir l'attention) ou la mémoire de travail (incapacité à retenir une information). Il est clair que ce partage de variance entre les différentes fonctions exécutives et cognitives est inévitable vu la complexité du concept et les nombreuses aires et interactions cérébrales effectuant le traitement (Packwood et al., 2011).

Une recherche novatrice conduite par Packwood et son équipe (2011) permet de limiter la multiplication des différentes fonctions et de constituer un cadre pour l'étude de celles-ci. Grâce à une analyse de variables latentes sémantiques, Packwood est parvenue à faire ressortir les cinq plus importantes fonctions

exécutives à ce jour. Les fonctions exécutives simplifiées par ce travail sont l'inhibition, le changement d'état mental (s'apparentant à la flexibilité cognitive), la planification et la fluidité (s'apparentant à la modulation d'une réponse).

1.2.2 Inhibition

L'inhibition sera la seule fonction exécutive abordée dans le cadre de la recherche. De par ses divisions physiologiques, l'inhibition peut être fractionnée en plusieurs composantes distinctes. Elles comprennent l'inhibition d'une action en cours d'expression, l'inhibition d'une action automatisée et l'inhibition de distractions (internes et externes) (Barkley, 1997). Ces dernières peuvent être associées à différentes aires cérébrales frontales et pariétales (Goldstein & Naglieri, 2014), variant en fonction du type d'inhibition et de sa nature cognitive ou motrice. L'inhibition d'une action en cours d'expression, tel que son nom l'indique, consiste à cesser une expression motrice ou une séquence d'actions motrices. L'inhibition d'une action automatisée consiste à parvenir à freiner une expression motrice ou une séquence d'actions qui ont été préalablement apprises et renforcées. Par exemple, un jeune jouant avec son crayon à répétition dans ses cours devra faire appel à ce type d'inhibition lorsque le signal d'arrêt (par l'enseignant) lui sera donné. Finalement, l'inhibition de distractions peut comprendre des distractions qui sont soit internes (les pensées) ou externes (ce qui se passe autour). L'inhibition peut être évaluée par l'intermédiaire de différents tests dont le *Wisconsin Card Sorting Test*, les différentes versions du *Stroop Test* et les tests *No-Go* ou *Stop Signal*. La sélection du test se base principalement sur le type d'inhibition ciblé (inhibition d'une réponse, d'une action en cours d'expression, etc.).

L'aptitude qu'est l'inhibition, tout dépendant de la forme étant mobilisée, servira donc à adapter des comportements pour qu'ils soient ajustés à une situation donnée ou à conserver son attention en évitant que des distractions internes ou externes viennent perturber cette dernière. Elle servira à retarder la réponse d'un individu pour que ce dernier ait le temps d'adapter sa façon de réagir (Barkley, 1997). Selon Barkley (1997), l'inhibition occupe une place d'une telle importance qu'une perturbation de celle-ci se répercuterait négativement sur une panoplie de fonctions exécutives, ainsi que sur la motricité. Cette fonction exécutive entretient donc nécessairement un lien d'importance avec l'attention, fonction cognitive nécessitant l'inhibition des distractions afin d'être maintenue.

1.2.3 Attention

L'attention, selon Posner et Raichle (Posner & Raichle, 1998), consiste en l'orientation de l'état mental d'un individu, afin d'augmenter la réception d'informations en provenance d'une source d'intérêt tout en réduisant l'intégration de sources d'informations non pertinentes à la tâche en cours d'exécution. Selon leur définition, il existe trois types d'attention : l'état d'alerte, l'orientation et le contrôle exécutif. L'état d'alerte consiste à « supprimer le bruit de fond neuronal afin d'être prêt à réagir » (Van Zomerén & Brouwer, 1994). Il

s'agit d'un état de vigilance permettant d'être plus réceptif aux stimuli environnants. L'orientation quant à elle sert à favoriser la réception d'un type d'information tout en faisant abstraction des autres sources présentes simultanément. Finalement, le contrôle exécutif attentionnel se rapproche de la conceptualisation de l'administrateur central faite par Baddeley (Baddeley, 2012). Elle renvoie au contrôle de différents processus cognitifs dans l'optique d'exécuter une tâche. Du même coup, le contrôle exécutif attentionnel s'approche d'une conceptualisation à la fois unitaire et non unitaire des fonctions exécutives, au même titre que le mentionne la littérature actuelle.

En pratique, on fait souvent appel à quatre grandes sous-fonctions de l'attention : la vigilance (ou état d'alerte), l'attention sélective (ou focalisée/dirigée), l'attention divisée (ou partagée) et l'attention soutenue. La vigilance concerne la capacité qu'a un individu à être réceptif aux stimuli environnants, permettant ainsi de réagir rapidement à n'importe laquelle stimulation. On peut parfois faire une différence entre cette dernière fonction et celle nommée « état d'alerte », dépendant de la durée de l'état d'alerte/vigilance nécessaire (Chevalier et al., 2006). La vigilance requerrait ainsi d'être réceptif sur une plus longue durée que l'état d'alerte. L'attention sélective quant à elle reflète la capacité à maintenir son attention sur un stimulus cible et à ainsi prioriser l'entrée de cette information, s'agissant ici de la même fonction que l'attention focalisée. Cet accent mis sur la stimulation se fait au détriment d'autres informations pouvant survenir durant que l'attention est axée sur cette dernière. Elle implique aussi la notion d'inhibition, car éviter le traitement des interférences externes et internes est nécessaire afin de garder le focus sur le stimulus choisi. Pour l'attention divisée, on parlera plutôt d'une attention sélective double, l'attention devant être mobilisée sur deux sources d'informations simultanément. Cette action se fait, bien sûr, au détriment de la capacité à traiter correctement l'information, vu la forte pression mise sur le système attentionnel. On peut ici voir une exception pour une double tâche nécessitant la mobilisation d'une action préalablement acquise. Dans de telles conditions, l'automatisation d'une des actions aura pour effet de pouvoir mobiliser plus de ressources attentionnelles pour la tâche non automatisée, au détriment d'un traitement plus efficace de celle automatique. Finalement, l'attention soutenue est la sous-fonction permettant de rester attentif à un ou des stimuli durant un long laps de temps. Il s'agit d'une forme d'attention qui varie dans le temps. On peut comprendre qu'il s'agisse d'une fonction régulièrement abordée, vu son utilité dans les tâches scolaires ou au travail.

1.3 Fonctions cognitives et liens avec la motricité

À la lumière de la place importante qu'occupe l'attention et l'inhibition dans l'expression d'un comportement moteur adapté, il apparaît évident qu'une ou plusieurs relations existent entre les deux domaines. Lorsqu'un comportement est ouvertement exprimé, en élaboration ou inhibé avant son expression, le processus de réalisation de ce comportement met en branle une série d'activations cérébrales impliquant des régions dédiées à la motricité et à la cognition (Bernal & Altman, 2009). On remarque ce type de

traitement au lobe préfrontal, région indispensable traitant l'information mentalement avant de la transposer en action motrice concrète (Jeannerod, 2001). Le traitement précédent l'action implique aussi l'attention, cette dernière servant à se concentrer sur un stimulus externe, à conserver cet état d'attention et ainsi à influencer l'expression motrice en fonction du suivi de ce stimulus (Lohse, Jones, Healy, & Sherwood, 2014). Ainsi, le passage des commandes motrices par les voies attentionnelles et inhibitrices démontre à lui seul que des relations sont existantes entre ces deux grandes fonctions, bien que ces relations ne soient pas aussi simples.

L'émission d'une action motrice dépend donc en partie de la capacité d'inhibition. En se référant aux trois plus importantes sous-fonctions de l'inhibition, notamment l'inhibition d'interférence, d'une action automatisée et d'un comportement en cours d'expression, on peut aisément s'imaginer qu'elles jouent un rôle important dans la motricité. Cette répercussion directe de l'inhibition sur la motricité est abordée et appuyée dans le modèle de Barkley (Barkley, 1997). Selon lui, les difficultés à inhiber une action en cours d'expression, à inhiber un comportement automatisé et à éviter les distractions internes et externes nuiraient considérablement aux actions et comportements exprimés par un individu. De telles répercussions sont aussi imaginables pour une altération touchant cette fois-ci le système attentionnel. Un défaut d'ordre attentionnel pourrait affecter l'exécution d'une action en perturbant sa préparation (Sergeant, 2000).

Mis à part quelques travaux étudiant indirectement le lien entre motricité et fonctions cognitives, les recherches s'intéressent plutôt au niveau d'activité physique des jeunes et à l'impact que peut avoir l'exercice aérobique sur certains comportements hyperactifs, impulsifs et inattentifs. Ces dernières études sont uniformes dans leurs conclusions, en démontrant qu'un niveau élevé d'activité physique se traduit en une diminution des symptômes comportementaux et en une augmentation des performances à la plupart des tests des fonctions exécutives (Gapin, Labban, & Etnier, 2011; Tomporowski, Davis, Miller, & Naglieri, 2008). Par contre, tel que mentionné par Tomporowski et al. (2008), les gains cognitifs pouvant être observés suite à la pratique d'activité physique ou ceux suivant la répétition de tâches motrices demandant une grande sollicitation cognitive et de l'autorégulation, engendreraient des adaptations physiologiques différentes. En effet, la pratique d'activités répétitives, simples et à haute demande aérobie provoquerait une augmentation du débit sanguin cérébral (Tomprowski et al., 2008) et un accroissement de la vigilance (Best, 2012), résultant d'un effet aigu de l'entraînement. On peut remarquer ce type d'adaptation dans le cadre d'une étude qui évaluait l'effet aigu d'une séance d'activité physique avec et sans sollicitation marquée des fonctions exécutives (Best, 2012). L'activité physique étant réalisée à l'aide d'une console de jeux vidéo, la sollicitation des fonctions exécutives était contrôlée en modifiant le type de jeu utilisé. Peu importe le degré de sollicitation des fonctions exécutives, l'activité physique générait, à elle seule, une amélioration des résultats au test mobilisant les fonctions attentionnelles (vigilance et soutenue) et inhibitrices. Malgré qu'il soit difficile

d'identifier la source exacte de cette amélioration, on constate toutefois l'existence d'un lien important entre l'activité motrice et les fonctions exécutives.

Pour leur part, les activités à haute demande cognitive (ex. : arts martiaux traditionnels) pourraient engendrer une amélioration de certaines fonctions cognitives du sujet (ex. : attention, mémoire de travail, inhibition). Ce phénomène peut être en partie remarqué dans une étude étudiant la différence entre les effets d'une activité physique impliquant des routines motrices complexes et ceux d'une activité physique simple. Les résultats obtenus témoignent de l'efficacité de certains sports faisant appel à l'autorégulation et à l'apprentissage de routines motrices complexes (Diamond, 2012). L'impact de la pratique d'arts martiaux traditionnels était comparé à celui de l'activité physique habituellement utilisée dans le curriculum de cours des jeunes à l'étude. Les sujets pratiquant les arts martiaux traditionnels (faisant appel à l'autorégulation et à des routines complexes) présentaient une amélioration des fonctions cognitives, parmi lesquelles figurent la mémoire de travail et différentes fonctions inhibitrices (contrôle de l'inhibition cognitive, discipline et régulation des émotions), en comparaison à celles du groupe pratiquant la séance d'activité physique habituelle. Cette étude permet de croire que les adaptations neurophysiologiques pourraient être liées à l'intensité de l'activité et aux routines motrices devant être déployées par le jeune.

1.4 Motricité

1.4.1 Définition

Bien que plusieurs études supportent la présence de liens unissant l'inhibition et l'attention à la motricité, une définition de la motricité telle qu'utilisée dans le présent ouvrage est indispensable pour bien comprendre les répercussions de son altération. Le terme « motricité » utilisé dans la présente recherche prend compte des différents systèmes moteurs et nerveux d'une personne. Par exemple, l'équilibre mobilise les systèmes neuromusculaire et sensoriel (proprioception afférente, système visuel et auditif) ainsi que l'intégrité du système vestibulaire. Les déterminants de la motricité, contrairement à certaines qualités musculaires et cardiorespiratoires qui peuvent être considérablement améliorées indépendamment de l'âge, voient leur maturation atteinte durant l'enfance et l'adolescence (Rigal, 2010).

La motricité est intéressante en kinésiologie, car elle permet de traduire la capacité d'un individu à fonctionner physiquement dans la vie de tous les jours. Elle l'est davantage lorsqu'on l'utilise chez les sujets ayant un TDA/H, vu l'importance de l'activité physique à l'âge où est diagnostiqué le désordre et la nécessité d'une bonne motricité pour les tâches que le jeune et l'adolescent ont à accomplir chaque jour (Best, 2010). De plus, de bonnes aptitudes motrices permettront au jeune de mieux s'intégrer socialement (par le jeu et les sports) et d'améliorer sa condition physique (Best, 2010; Skinner & Piek, 2001).

Il est évident qu'une bonne condition physique repose principalement sur des systèmes cardiorespiratoires et musculaires efficaces. Malgré que ces deux systèmes paraissent les principales variables influençant le niveau de condition physique, on ne peut affirmer qu'elles puissent moduler la condition physique à elles seules. En effet, un individu doit compter sur des habiletés motrices primaires telles que la coordination, le temps de réaction, l'équilibre, l'agilité et une rapidité d'exécution. L'administration de tests évaluant les habiletés motrices devient donc indispensable lorsqu'on pense à l'effet que peut avoir une perturbation de leur fonctionnement.

1.4.2 Effets de la qualité de la motricité

Une faible motricité peut avoir un impact négatif sur la condition physique et la santé d'un individu de même que sur certaines caractéristiques psychosociales (Skinner & Piek, 2001; D. F. Stodden et al., 2008). En effet, un jeune ayant de faibles aptitudes motrices aura tendance à éprouver certaines difficultés avec ses pairs (mauvaise estime de soi, sentiment d'infériorité, faible participation sportive) et à se percevoir moins compétent dans les sphères sociales et sportives, ainsi qu'à présenter des problèmes sociaux, émotionnels et comportementaux (Piek et al., 2006). Non seulement une bonne motricité permettra d'être efficace d'un point de vue moteur, mais elle permettra aussi au jeune de se développer socialement et personnellement par l'intermédiaire d'activités sportives et de loisirs requérant une motricité adéquate (Miyahara & Piek, 2006; Piek et al., 2006; Skinner & Piek, 2001).

En plus de permettre des gains positifs dans les sphères psychosociales et sportives, de bonnes habiletés motrices acquises pendant l'enfance et l'adolescence favoriseront l'adhésion à la pratique d'une activité physique plus tard dans la vie du jeune (Barnett et al., 2009). Une étude longitudinale portant sur 276 jeunes de niveau primaire (suivi pendant 6 ans) a permis de constater que les jeunes ayant de meilleures habiletés motrices au début du suivi étaient ceux qui, 6 ans plus tard, avaient la plus forte tendance à s'adonner à des activités physiques d'intensité modérée ou élevée (Barnett et al., 2009). Une pratique régulière d'activité physique d'intensité modérée à élevée aura pour effet d'accroître la capacité aérobie du jeune (Burgi et al., 2011; D. Stodden et al., 2009). Un adolescent avec de bonnes habiletés motrices, peu importe le sexe, aura aussi tendance à présenter une meilleure force des membres inférieurs et supérieurs, ainsi qu'une meilleure endurance des muscles du tronc (Stodden et al., 2009). Les effets bénéfiques engendrés par le développement des habiletés motrices ne se limitent donc pas qu'au domaine de la motricité. Il permet au jeune de favoriser le maintien d'un bon niveau d'activité physique, habitude de vie qui lui permettra de développer ses aptitudes musculaires et cardiorespiratoires, ainsi que de générer un effet positif sur son estime de soi et sa perception de ses propres compétences sportives et sociales.

1.4.3 Développement de la motricité et influences

Bien qu'il soit démontré que le développement d'une bonne motricité influence positivement plusieurs aspects physiques et psychologiques d'un individu, connaître le cours du développement de la motricité et les facteurs influençant cette dernière est indispensable pour en optimiser le développement.

Le développement de la motricité peut se voir divisé en trois grandes catégories (Rigal, 2010), s'étalant de la naissance à l'âge adulte. De la naissance à près de 15 mois (premier stade), on voit l'acquisition de la marche et des systèmes d'adaptation motrice qui lui est associée. Pensons ici au tonus, à l'équilibre ou à la préhension, systèmes fondamentaux indispensables à la marche. De 15 mois jusqu'à l'âge de 6 ans prend place le second stade. Ce dernier concerne l'acquisition d'actions et de comportements plus complexes, mais toujours aussi fondamentaux. Ces derniers comprennent des actions comme la course, le saut, le lancer, l'attraper, mais aussi la réaction du corps face aux stimuli de l'environnement entourant le jeune. Après 6 ans (troisième stade), c'est finalement le développement des modèles déjà existants et de la perception, l'adaptation motrice, des systèmes musculaires et biologiques qui prennent place. C'est dans le cadre de cette troisième et dernière division du développement que les performances physiques atteignent un développement optimal.

Le développement moteur est modulé par des composantes génétiques et environnementales (Rigal, 2010). Par exemple, la qualité de la performance d'un jeune apprenant à courir sera modulée à la fois par le bagage génétique dictant le développement musculaire et sensoriel, ainsi que par l'aide ou la motivation apportée par ses parents (environnements) dans le cadre de cet apprentissage. Toute variation dans le bagage génétique ou l'environnement d'un jeune pourra donc avoir des effets négatifs ou positifs plus ou moins importants sur l'acquisition de certaines habiletés motrices. L'apprentissage moteur est un processus sensible, vu les différentes étapes de réalisation pouvant être affectées par un manque d'un point de vue génétique ou environnemental. Des problèmes d'ordre neuropsychologique (facteur génétique) tels que le TAC ou le TDA/H, de par la perturbation des réseaux neuronaux, affectent de manière négative les habiletés motrices des jeunes diagnostiqués (Asonitou, Koutsouki, Kourtessis, & Charitou, 2012; Brossard-Racine et al., 2012; Chevrette et al., 2013). D'un point de vue environnemental, une simple intervention motrice pendant le développement du jeune pourra engendrer une adaptation d'un ou de plusieurs éléments de la figure et ainsi engendrer une amélioration des habiletés motrices (Lakes et al., 2013; Rintala, Pienimäki, Ahonen, Cantell, & Kooistra, 1998; Schoemaker, Niemeijer, Reynders, & Smits-Engelsman, 2003).

1.4.4 Motricité et TDA/H

Chez les sujets ayant un TDA/H, la motricité telle qu'abordée dans la présente recherche (divisée en cinq déterminants majeurs) n'a que rarement été abordée dans le cadre de travaux. Les seuls ayant pu être recensés proviennent d'études québécoises (Chevrette et al., 2013; Comtois, Verret, Chevrette, Kalinova, & Leone, 2012; Verret, Comtois, Leroux, Leone, & Chevrette, 2013). D'autres études ayant fait référence à des concepts similaires l'on fait, entre autres, par des batteries différentes telles la *Movement Assessment Battery for Children*, le *Developmental Test of Visual Motor Integration*, le *Developmental Coordination Disorder Questionnaire* et le *Motor Function Neurological Assessment* (Brossard-Racine et al., 2012; Fliers et al., 2009; Stray et al., 2009). Que les études s'intéressent à la motricité fine ou grossière, peu ou aucune n'a su aborder dans une même évaluation des aptitudes telles la coordination, l'équilibre, la vitesse segmentaire, l'agilité et le temps de réaction. Généralement, l'étude de la motricité en situation de TDA/H consiste plutôt à vérifier les qualités motrices fines (dactylographie, calligraphie), car ces dernières sont indispensables à la scolarisation du jeune (Cameron et al., 2012).

Néanmoins, vu la forte prévalence du TAC (5 % à 6 % chez les 5 à 11 ans) (American Psychiatric Association, 2013), les retards moteurs souvent présents et parfois non considérés (Fliers et al., 2009) et l'altération de l'attention et de l'inhibition des sujets ayant un TDA/H (Fuggetta, 2006; Goulardins et al., 2013; Huang-Pollock, Karalunas, Tam, & Moore, 2012; Hughes, Wilson, Trew, & Emslie, 2013; Kasper, Alderson, & Hudec, 2012), l'étude des relations entre motricité, attention et inhibition paraît indispensable afin de mieux comprendre les potentielles interactions et ce qu'elles impliquent.

CHAPITRE 2

OBJECTIFS ET HYPOTHÈSES

2.1 Formulation des objectifs

Ce projet de recherche s'intègre dans un projet d'une plus grande envergure, ciblant davantage de marqueurs physiologiques et psychologiques. Dans un premier temps, la recherche a comme objectif général de documenter l'état de la motricité des fonctions attentionnelles et inhibitrices et des liens entre ces différentes fonctions pour la population adolescente générale. Dans un deuxième temps prend place l'exploration de ces fonctions et relations pour un sous-groupe de l'échantillonnage ayant rapporté un TDA/H.

2.1.1 Premier objectif

Le premier objectif de recherche vise à dresser un portrait de la motricité et des fonctions cognitives chez des adolescents issus de la population générale et de vérifier la présence d'association entre ces fonctions.

L'hypothèse dédiée à cet objectif est que certains marqueurs des habiletés motrices et mesures attentionnelles et inhibitrices seront corrélés.

2.1.2 Deuxième objectif

Le deuxième objectif de recherche vise à dresser un portrait de la motricité et des fonctions cognitives chez un groupe d'adolescents ayant rapporté avoir un TDA/H.

L'hypothèse dédiée à cet objectif est que les adolescents rapportant un diagnostic de TDA/H devraient présenter des habiletés motrices et des fonctions attentionnelles et inhibitrices inférieures au groupe ne rapportant pas le diagnostic. Les interactions entre les fonctions devraient être semblables à celles de la population générale.

CHAPITRE 3

MÉTHODOLOGIE

3.1 Participants

Les participants ciblés par le projet de recherche sont 280 adolescents de la population générale, inscrits à une école secondaire au moment de l'évaluation. L'âge de ces participants variait entre 13 et 17 ans. Les adolescents furent recrutés par l'intermédiaire d'écoles secondaires en provenance de la région du Saguenay et de celle du Lac-Saint-Jean. Les sujets ciblés étaient exclus du projet de recherche s'ils présentaient un trouble vestibulaire (équilibre), un trouble de la vision (semi-voyant et moins), un handicap physique (respiratoire, cardiovasculaire, arthrite, musculaire) ou une déficience intellectuelle. Les troubles comportementaux et la prise de médication par un participant ne constituaient pas des critères d'exclusion. Au moment de l'évaluation, tous les adolescents d'une même classe étaient conviés à y participer, sans égard aux critères d'exclusion, afin d'éviter la stigmatisation d'un élève ne voulant pas participer au projet ou ne répondant pas à un des critères d'exclusion. Les données des élèves exclus du projet de recherche ne furent donc pas utilisées pour constituer la base de données.

Des 280 sujets qui devaient être évalués, 43 n'ont pas pu procéder à l'évaluation neuropsychologique en raison de leur absence au moment du test et 17 participants n'ont pas pu être évalués pour l'ensemble des déterminants des habiletés motrices ciblées par le projet en raison de leur absence au moment du test. Ainsi, un total de 220 participants a été entièrement évalué dans le cadre du projet de recherche. L'âge moyen des participants de cet échantillon était de 15 ans.

Comme le deuxième objectif de la recherche vise à dresser un portrait de la motricité et des fonctions cognitives chez un groupe d'adolescents ayant rapporté avoir un TDA/H, un sous-groupe fut formé à l'aide des 220 participants. Le sous-groupe comprenant 15 adolescents déclarant avoir un TDA/H (6,8 %), taux correspondant en terme de prévalence à ce qui est retrouvé dans la littérature (Bauermeister et al., 2007; Millichap, 2008). Les diagnostics étant autorapportés par les étudiants lors de la cueillette de données, ils ne furent pas extraits d'un dossier médical ou d'une évaluation neuropsychologique, mais plutôt obtenus sur base volontaire du participant. Cette manière de procéder, même si elle risquait d'engendrer la perte de certains cas de TDA/H, permettait de simplifier le processus de réalisation du projet de recherche et était facilement réalisable avec les ressources mises à la disposition de l'équipe de recherche. Comme le fait de divulguer soi-même ce type d'information pouvait laisser s'introduire des erreurs quant au sous-type de TDA/H, aucune distinction ne fut faite à cet égard. Les cas de TDA/H autorapportés mentionnés dans le présent document ne

feront donc aucune distinction quant au sous-type diagnostique de ce dernier. Aucune information ne fut obtenue concernant la médication prise par l'un ou l'autre des groupes (avec ou sans TDA/H).

3.2 Description de l'étude

Dans sa globalité, le projet de recherche visait à décrire l'état des mesures anthropométriques, physiologiques, motrices, cognitives, psychologiques et neuropsychologiques chez les adolescents du Saguenay-Lac-Saint-Jean. Ces résultats étaient recueillis par l'intermédiaire de questionnaires et de tests physiques, psychologiques et neuropsychologiques administrés aux sujets du projet de recherche, avec le consentement éclairé préalable de leurs parents ou tuteurs pour ceux qui avaient moins de 14 ans et avec le consentement éclairé préalable des adolescents ayant 14 ans et plus. Un certificat éthique de l'UQAC fut obtenu pour le projet de recherche. Les formulaires de consentement avaient été remis aux parents et aux jeunes directement à leur école secondaire et récupérés selon le protocole préalablement établi entre les commissions scolaires et les chercheurs. Des plages horaires avaient été établies conjointement entre la direction des écoles et les chercheurs de l'UQAC chargés de la coordination du projet de recherche.

L'évaluation des fonctions motrices était assurée par une équipe d'étudiants cheminant au baccalauréat en kinésiologie de l'UQAC. Ces évaluations s'inscrivaient dans le cadre de leur cheminement au stage II en kinésiologie. Ces étudiants avaient été préalablement formés par les coordonnateurs/chercheurs du projet en question lors d'une rencontre prévue à cet effet dans les locaux du programme de kinésiologie de l'UQAC. La batterie d'évaluation motrice avait été apprise et testée dans le cadre de leur formation académique et revue lors de cette rencontre avec des membres de l'équipe de recherche. Tout l'équipement nécessaire pour l'évaluation motrice fut fourni par le programme de kinésiologie de l'UQAC ou par les fonds de recherche des chercheurs. Un total de 10 classes fut évalué dans un délai de cinq semaines. Les données recueillies par les étudiants étaient compilées dans un tableau Excel sur lequel un codage avait été appliqué afin de rendre les données confidentielles. L'accès à cette base de données était restreint aux chercheurs principaux et aux évaluateurs (ces derniers ayant signé un document s'assurant de la confidentialité des données).

Tous les tests mesurant les habiletés motrices furent administrés aux participants des différentes écoles secondaires sans ordre précis. Chaque évaluateur avait à sa charge un groupe de cinq à dix élèves du secondaire. Le groupe et l'évaluateur se déplaçaient de test en test jusqu'à ce que chacun des tests soit administré (sous forme de stations d'évaluation). Cette manière de procéder permettait aux sujets de rester avec le même évaluateur tout au long du processus. La durée totale de l'évaluation motrice était d'un maximum de 120 minutes par classe et comprenait un total de 11 tests de la motricité (descriptif complet des tests à la section 3.3.1).

L'évaluation neuropsychologique, quant à elle, était administrée par un groupe d'étudiants du programme de psychologie de l'UQAC. Tout comme les étudiants précédents, ceux du programme de psychologie avaient été préalablement formés à l'UQAC pour l'administration du test, formation donnée par un professeur en neuropsychologie. Le test administré par ces étudiants était le *Conners' Continuous Performance Test II (CPT II) Ver. 5.2*. Les deux ordinateurs possédant le logiciel furent prêtés aux étudiants par la professeure responsable. Contrairement aux tests moteurs, les évaluateurs attirés au *CPT II* ne pouvaient évaluer que deux adolescents à la fois, chaque administration de test durait 20 minutes. Toutes les évaluations neuropsychologiques eurent lieu dans un local isolé, afin de limiter toute stimulation visuelle ou auditive pouvant nuire à la performance du sujet. Tous les résultats obtenus lors du test *CPT II* furent identifiés par un code. En fonctionnant ainsi, seuls les professeurs-chercheurs ayant en leur possession les listes codage/élève pouvaient avoir accès aux noms liés aux résultats de la base de données.

3.3 Collecte des données

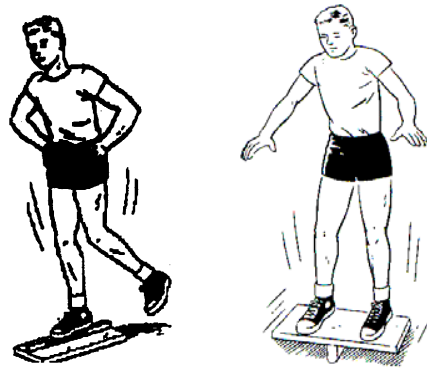
3.3.1 Habiletés motrices

Les habiletés motrices furent évaluées à l'aide d'une batterie d'évaluation de la motricité développée par une équipe de recherche de l'UQAC et de l'UQAM (Leone, 2008). Cette batterie permettait l'évaluation de cinq déterminants de la motricité: la vitesse segmentaire, l'agilité, l'équilibre, le temps de réaction et la coordination. Une partie des tests utilisés pour le projet de recherche est actuellement utilisée dans le programme du *Réseau du sport étudiant du Québec (RSEQ)* et offerte par ce dernier sous l'appellation «*En forme au primaire*». Ce protocole a été choisi, car les différents tests le composant avaient déjà été utilisés chez une population québécoise âgée entre 6 et 17 ans (Leone, 2008). De plus, la batterie de tests avait déjà été utilisée chez une clientèle d'enfants et d'adolescents ayant un trouble de santé mentale (Chevrette et al., 2013; Comtois et al., 2012), son utilisation pour notre sous-groupe présentant un TDA/H s'avérait donc plus intéressante que d'autres batteries d'évaluation de la motricité.

Cette batterie comprenait l'évaluation de la vitesse segmentaire, de l'équilibre, de la coordination, de l'agilité et du temps de réaction simple. Pour le test de vitesse segmentaire, le déterminant se voyait séparé en deux tests, soit un test ciblant les membres supérieurs et le second les membres inférieurs. Aux membres supérieurs, le sujet devait déplacer sa main dominante entre deux cibles placées sur une table. Plus le nombre de frappes réalisées dans le temps imparti était élevé, meilleure était la performance. L'évaluation des membres inférieurs, quant à elle, demandait au sujet de faire le plus de doubles frappes sur une cible placée au mur. Encore une fois, plus le nombre de frappes était élevé, meilleur était le score du sujet.

Pour l'évaluation de l'équilibre, trois tests différents étaient administrés. Un en condition d'instabilité et deux sur surface stable. Pour l'instabilité, le sujet devait maintenir le plus longtemps son équilibre sur une planche possédant un point de pivot central en dessous. La surface stable était une simple surface en bois placée à la verticale (un rail de bois). Sur surface stable, le test se faisait avec les yeux ouverts et avec les yeux fermés. La performance du sujet était quantifiée en utilisant le temps total de maintien.

Figure 1 : Tests d'équilibre stable (gauche) et instable (droite)



Pour l'évaluation de la coordination, deux déterminants la composaient. Une coordination de type main-œil (ou lancer de précision) et une de type mains-pieds. La première demandait au sujet de lancer des balles sur une cible placée sur un mur. Le sujet ayant droit à 10 essais, un point était accordé chaque fois que la cible était atteinte. Un point boni était accordé lorsque celui-ci atteignait un cercle plus petit que la cible situé en son centre. La performance était qualifiée par le nombre de points accordés. Pour le second test de coordination (mains-pieds), une série de mouvements (séquence de quatre mouvements) était exécutée par le

Figure 3 : Test de coordination mains-pieds

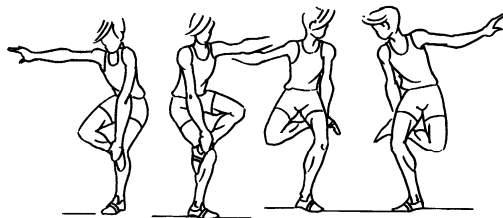
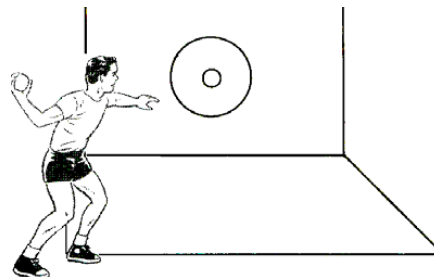


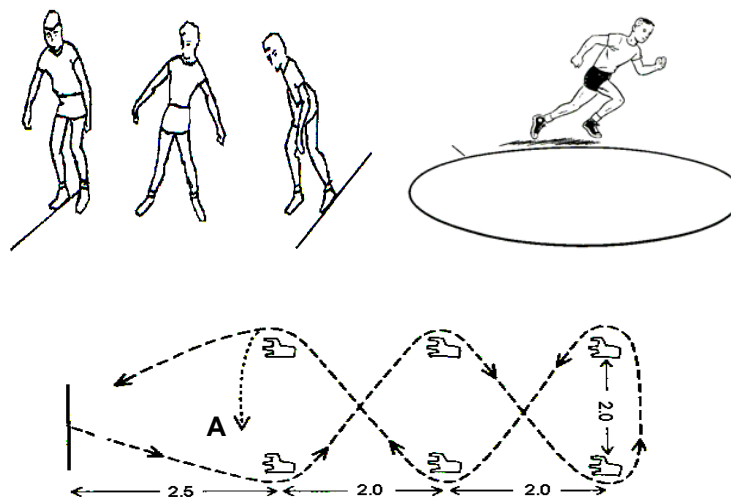
Figure 2 : Test de coordination main-œil



sujet, et ce, le plus rapidement possible. Le sujet devait toucher un pied avec la main opposée, alternée de côté et puis poursuivre de la même façon en exécutant les touches derrière le corps. La séquence (quatre touches) était répétée jusqu'à ce que quatre cycles soient complétés. Plus le temps pris pour exécuter le test était court, meilleure était la performance du sujet.

L'agilité était évaluée à l'aide de trois tests différents, les trois demandant au sujet de se déplacer le plus rapidement possible d'une manière prédéterminée. Il s'agissait de courses à pas chassés, en cercle et en slalom. Pour les trois tests, plus le temps pris pour se déplacer était court, meilleure était la performance du sujet. Pour le premier, le sujet devait se déplacer à pas chassés le plus rapidement possible entre deux lignes tracées au sol. Il s'agissait de cinq déplacements consécutifs sur une distance de quatre mètres. Pour le second test (en cercle), cinq tours d'un cercle de 3,5 mètres de diamètre devaient être complétés. Finalement, pour la course en slalom, un parcours de slalom était préalablement délimité à l'aide de cônes. Le sujet devait réaliser ce parcours deux fois dans le temps le plus court possible.

Figure 4 : Tests d'agilité à pas chassés, en cercle et en slalom



L'évaluation du temps de réaction simple était réalisée à l'aide d'un logiciel installé sur un ordinateur portable. Il s'agissait d'un simple test de temps réaction impliquant une prise de décision de la part du participant, prise de décision impliquant de cliquer sur une touche lors de l'apparition d'une stimulation visuelle. Le sujet devait répondre le plus rapidement possible à chaque apparition. Un total de 50 stimuli était présenté au sujet, la moyenne de ces stimuli servait à qualifier la performance du sujet au test. Plus le temps de réaction moyen était bas, meilleure était la performance au test. Une nuance pouvait être apportée grâce au nombre de rejets enregistrés par le test. Un rejet était enregistré à chaque fois que le sujet oubliait d'appuyer sur la touche ou que le temps de réaction dépassait les 350 millisecondes.

3.3.2 Évaluation de l'attention et de l'inhibition

Afin d'évaluer l'attention et l'inhibition des participants, le *CPT II* fut administré. Ce test fait partie d'une plus large catégorie de tests d'attention nommés les *Continuous Performance Test (CPT)*. Ceux-ci

peuvent varier en fonction du type de stimulation (visuelle ou auditive), mais aussi en fonction des conditions dictant la réponse que le sujet doit émettre, de la durée du test et de la fréquence d'apparition des stimulations. Les scores obtenus au *CPT-II* ne sont que faiblement corrélés au QI (Borgaro et al., 2003; Munkvold, Manger, & Lundervold, 2014), permettant donc d'exclure la nécessité de contrôler pour le QI des sujets.

Le temps nécessaire pour l'administration du test est de 20 minutes. Le *CPT II* est conçu pour une clientèle âgée de six ans et plus. Ce test est largement utilisé en pratique et en recherche et permet de rendre compte des capacités attentionnelles (principalement l'attention soutenue et la vigilance) et inhibitrices du sujet (Riccio, Reynolds, Lowe, & Moore, 2002). Lors de la passation de ce test par des sujets ayant un TDA/H, les résultats se traduisent en un plus haut taux d'erreurs d'omissions et de commissions, ainsi qu'en une plus grande variabilité des temps de réaction, lorsque comparés à ceux d'un groupe témoin apparié (Epstein et al., 2003). Ce test, administré par ordinateur, nécessitait que le sujet réponde à diverses stimulations visuelles (des lettres de l'alphabet) en appuyant sur la barre d'espacement d'un clavier d'ordinateur. Le sujet devait appuyer le plus rapidement possible sur la touche lorsqu'une lettre lui était présentée, sauf lorsqu'il s'agissait d'un « X ». Lorsque la lettre « X » lui était présentée, le sujet devait s'abstenir de répondre à la stimulation. Chaque lettre apparaissait à l'écran durant 250 ms avec un intervalle d'une, de deux ou de quatre secondes entre les stimulations. Par l'administration de ce test, les temps de réaction et leur variabilité, ainsi que les erreurs de commissions et d'omissions furent recueillis. Les résultats obtenus à ce test permettaient d'évaluer principalement l'attention soutenue et la vigilance (erreurs d'omissions, temps de réaction inter blocs), mais aussi l'inhibition (en utilisant les erreurs de commissions) (Riccio et al., 2002). Plusieurs autres données plus complexes et pointues furent extraites de ces protocoles. On pouvait notamment y retrouver la variabilité des temps de réaction, l'aptitude à détecter des cibles et de nombreux scores reliés aux différents blocs du test. Malgré que le CPT soit le seul test neuropsychologique administré, les diverses données extraites de ce dernier permirent de qualifier plusieurs comportements des sujets.

Comme les scores obtenus au *CPT-II* sont nombreux et que la terminologie qui y est associée est complexe, une section est ici dédiée à la traduction des termes les plus complexes au français et à la modification de ces derniers tout en en leur associant une abréviation. Se référer au Tableau 1 pour le détail de ces termes.

Tableau 1 : Description et équivalents français des termes anglais du CPT-II

Termes anglais	Équivalents français	Descriptions
Hit RT Std Error	Erreur standard du temps de réaction	Erreur standard globalement obtenue au temps de réaction
Variability of Std Error	Variabilité de l'erreur standard	Reflète l'uniformité des temps de réaction
Detectability	Détectabilité	Pouvoir de discrimination des stimuli du test
Response Style	Style de réponse	Indique si le patron de réponse est dans la moyenne
Perseveration	Erreurs de persévération	Pourcentage de réponses sous les 100 ms (erreur de persévération)
Hit RT Block Change	Temps de réaction par bloc	Mesure les changements dans la vitesse de réaction pour un IIS
Hit SE Block Change	Erreur standard par bloc	Mesure les changements dans l'uniformité de la réponse pour un IIS
Hit RT ISI Change	Changement du temps de réaction entre les intervalles interstimulus (IIS)	Changement dans le temps de réaction moyen des différents blocs d'intervalles interstimulus
Hit SE ISI Change	Changement de l'erreur standard entre les intervalles interstimulus (IIS)	Changement dans l'erreur standard entre les différents blocs d'intervalles interstimulus

3.4 Statistiques

3.4.1 Traitement préliminaire des données

Tous les traitements des données furent effectués avec le logiciel *SPSS Statistics version 21.0* (SPSS) pour système d'exploitation *Mac OS*. De toutes les données composant la base de données, 6,5% étaient manquantes. Ces données ne purent être obtenues en raison de problèmes d'ordre méthodologique survenus lors de l'évaluation des participants (ex. : manque de temps, absence du sujet, impossibilité de compléter tous les tests dans la période prévue à cet effet). Cette perte de données concernait les résultats des tests moteurs. Il faut noter que l'absence de ces données motrices s'est faite de manière aléatoire dans les différents groupes évalués. La perte de données n'était pas générée par une dépendance de ces dernières à une ou des variables indépendantes (aptitude motrice, qualités neuropsychologiques, présence d'un TDA/H autorapporté), mais bien à d'autres variables aléatoires. Pour s'assurer de l'absence d'un patron de récurrence des données manquantes et ainsi objectiver ces observations, une évaluation de ces tendances fut générée avec le logiciel *SPSS (v21.0)*. Les données obtenues témoignaient d'une absence de patron, les

définissant ainsi comme des données «*missing completely at random*» (manquantes de manière complètement aléatoire).

Afin d'optimiser les traitements statistiques des subséquents, un remplacement des données manquantes fut effectué à l'aide de l'outil «*Espérance-Maximisation*» du logiciel SPSS (v21.0). Cette méthode permet non seulement d'obtenir une estimation assez précise des tendances réelles, mais elle s'avère aussi garante d'une réduction des résultats biaisés lorsque comparée à des méthodes telles la «*listwise deletion*» ou «*pairwise deletion*» (Dong & Peng, 2013). De plus, lorsque comparée à la «*Imputation multiple*» ou «*Maximum de vraisemblance*», la technique «*Espérance-maximisation*» était aussi efficace, voire plus intéressante à utiliser, grâce à une erreur standard s'approchant davantage de celle d'un échantillon sans données manquantes (Dong & Peng, 2013).

Le remplacement des données manquantes ne fut appliqué qu'aux aptitudes motrices, car les résultats des évaluations neuropsychologiques étaient complets. L'estimation des scores manquant en motricité fut générée en utilisant comme variables indépendantes le TDA/H autorapporté, ainsi que le sexe des participants. Suite à la génération du nouveau tableau de données motrices, ce dernier fut fusionné à la base de données initiale. Les données présentes dans la base de données initiale furent conservées et les données des cellules manquantes remplacées par les nouvelles données générées.

Afin de finaliser le traitement préliminaire des données, 30 participants furent isolés de l'échantillonnage général. Ce sous échantillon incluait 15 participants ayant déclaré avoir été diagnostiqués pour un TDA/H et 15 participants n'ayant pas rapporté de TDA/H. Ces derniers étaient appariés par âge et sexe. Ce sous-échantillon servait à explorer l'effet du TDA/H autorapporté sur les habiletés motrices, l'attention et l'inhibition.

3.4.2 Normalité des données

Avant d'entreprendre les traitements statistiques principaux, un test de normalité des données fut appliqué afin de vérifier si l'utilisation de tests paramétriques était appropriée. Le test de *Shapiro-Wilk* fut ainsi utilisé et appliqué pour les données neuropsychologiques et motrices de la base de données. Le test de *Shapiro-Wilk* fut sélectionné pour sa puissance supérieure à un test populaire qu'est le *Kolmogorov-Smirnov*, en plus d'être un test adopté par la grande majorité de la communauté scientifique (Ghasemi & Zahediasl, 2012). Presque toutes les données traitées avec le test *Shapiro-Wilk* montraient une distribution anormale, nécessitant donc une modification de ces dernières, ou le cas échéant, l'utilisation de techniques statistiques non paramétriques. La première tentative fut de modifier les données grâce au logarithme en base 10. Ce traitement ne suffit pas à rendre l'ensemble des données normales. La même tentative fut faite en utilisant le traitement par racine carrée, tout en obtenant les mêmes résultats. À la lumière de ces conclusions, il fut

décidé d'avoir recours à des tests non paramétriques par l'intermédiaire des outils de traitement non paramétrique du logiciel *SPSS v21.0*. Pour la base de données générale, les traitements statistiques non paramétriques utilisés furent la corrélation de *Spearman* et l'*ANOVA Kruskal Wallis*. Ces deux tests furent sélectionnés de manière automatique par le logiciel *SPSS* en utilisant l'outil de comparaison non paramétrique. Les mêmes tests furent utilisés pour le sous-groupe rapportant un TDA/H.

3.4.3 Traitements principaux

Pour la vérification de la première hypothèse, l'échantillonnage provenant de la population générale fut utilisé. Cette hypothèse abordait uniquement les relations entre motricité et cognition, ne laissant donc place qu'à l'utilisation d'un seul traitement statistique, soit le test de corrélation de *Spearman*. Toutefois, afin de déterminer si le sexe des sujets affectait les données abordées dans le cadre du projet, un second traitement statistique fut appliqué. Les caractéristiques et les habiletés motrices des garçons et des filles de l'échantillonnage furent isolées et comparées entre elles à l'aide d'un test non paramétrique *Kruskal-Wallis*, afin d'en dégager les différences.

Pour les traitements statistiques reliés à la seconde hypothèse, l'échantillonnage composé des 30 participants (50% rapportant un TDA/H et 50% ne l'ayant pas rapporté) fut utilisé. Cette hypothèse abordait à la fois les relations entre les variables associées à la motricité, les fonctions cognitives ainsi que les différences existantes avec ou sans TDA/H. L'outil de comparaison non paramétrique par rangs du logiciel *SPSS Statistics v21.0* fut utilisé. Les réglages furent établis de sorte que le traitement statistique utilisé dépendait de l'analyse des données faites par le logiciel. Ainsi, pour la comparaison des rangs de cet échantillonnage, l'*ANOVA Mann-Whitney* fut utilisée. Cette méthode servait à déterminer si les variables motrices et neuropsychologiques étaient les mêmes pour les deux groupes. La variable indépendante utilisée pour générer les traitements statistiques fut donc la présence ou l'absence d'un TDA/H autorapporté. Les scores aux tests neuropsychologiques et moteurs furent déterminés «variables dépendantes».

CHAPITRE 4

RÉSULTATS

4.1 Résultats de la première hypothèse

4.1.1 Sommaire et différences entre les sexes

L'âge moyen de cet échantillonnage final était de 15 ans (écart-type : 1,41). Une proportion de 48,2% de sexe masculin pour 50,9% de sexe féminin (0,9% manquant étant une omission de la part de deux participants). Une différence marginale pouvait être remarquée entre l'âge des sexes. Les garçons âgés de 15,14 ans (écart-type : 1,41) et les filles de 14,82 ans (écart-type : 1,49). L'indice de masse corporelle (IMC) des garçons était de 21,22 (écart-type : 3,82) et de 21,26 (écart-type : 2,92) pour les filles. Ces données distribuées par sexe sont présentées en détail au Tableau 2.

Tel que présenté ci-haut, aucune différence significative entre les sexes ne fut obtenue en ce qui a trait aux caractéristiques générales des sujets, soit l'IMC et l'âge. Par contre, des différences significatives furent obtenues entre garçons et filles pour la vitesse des jambes ($p < 0,001$), des trois tests d'agilité (cercle $p < 0,001$;

Tableau 2 : Habiletés motrices et caractéristiques générales des garçons et des filles de l'échantillon général

Variables	Population	Garçons	Filles	p
Nombre sujets	196	100	96	
Âge	14,98 ± 1,46	15,14 ± 1,41	14,82 ± 1,49	0,21
IMC (kg/m ²)	21,24 ± 3,40	21,22 ± 3,82	21,26 ± 2,92	0,55
Vitesse Moyenne (ms)	260,09 ± 21,19	256,34 ± 20,83	264 ± 22,98	0,07
Nombre rejets	8,67 ± 10,77	7,80 ± 5,49	9,58 ± 14,33	0,69
Vitesse bras (sec)	87,47 ± 12,21	88,22 ± 14,10	86,69 ± 9,88	0,50
Vitesse Jambe (sec)	26,81 ± 3,87	27,84 ± 4,16	25,73 ± 3,22	0,00
Agilité – Cercle (sec)	20,18 ± 2,19	19,14 ± 1,53	21,25 ± 2,27	0,00
Agilité - Pas chassés (sec)	10,68 ± 1,79	9,95 ± 1,45	11,43 ± 1,80	0,00
Agilité – Slalom (sec)	17,60 ± 2,08	16,87 ± 1,98	18,35 ± 1,91	0,00
Équilibre yeux ouverts (sec)	30,74 ± 21,46	27,09 ± 20,78	34,53 ± 21,62	0,03
Équilibre yeux fermés	3,48 ± 1,99	3,53 ± 1,97	3,42 ± 2,02	0,70
Équilibre instable	15,77 ± 19,04	16,64 ± 19,00	14,85 ± 19,15	0,35
Coordination main-pied	8,54 ± 3,13	8,98 ± 3,72	8,07 ± 2,30	0,28
Coordination main-œil	6,86 ± 2,84	7,85 ± 2,82	5,82 ± 2,48	0,00

pas chassés $p < 0,001$; slalom $p < 0,001$), du test d'équilibre yeux ouverts ($p < 0,05$) et du test de coordination main-œil ($p < 0,001$). Les filles présentaient des performances supérieures uniquement pour le test d'équilibre avec yeux ouverts, les performances des garçons étant supérieures pour les autres tests statistiquement significatifs. Une tendance à une différence pouvait être remarquée pour le test du temps de réaction ($p = 0,07$), avec un temps de réaction plus lent pour le sexe féminin.

4.1.2 Corrélations de l'échantillonnage général

Pour les relations entre motricité et fonctions cognitives, les principales corrélations concernaient le temps de réaction et ses caractéristiques dérivées (*erreur standard du temps de réaction*, *temps de réaction par bloc* du *CPT II* et test du temps de réaction du protocole de motricité). Le Tableau 3 en fait une revue exhaustive. On constate que les scores au test de vitesse des membres supérieurs sont négativement corrélés à ceux du test de temps de réaction ($r = -.21, p < .01$). Il existe aussi une relation positive entre ce même test de temps de réaction et les résultats aux épreuves évaluant les courses en cercle ($r = .19, p < .01$), à pas chassés ($r = .17, p = .01$) et à l'épreuve de slalom ($r = .17, p = .01$). Les résultats à la composante *temps de réaction par bloc* du *CPT II* ont montré une corrélation récurrente d'un faible coefficient pour plusieurs déterminants des habiletés motrices. Notamment avec la vitesse des membres supérieurs ($r = .24, p < .01$), des membres inférieurs ($r = -.14, p < .05$), des courses en cercle ($r = .16, p < .05$) et en slalom ($r = .15, p < .05$), ainsi que pour le test d'équilibre yeux ouverts ($r = .15, p < .05$). Les relations obtenues entre les différents scores en motricité et ceux du *CPT II* étaient orientées de sorte qu'une meilleure performance à un déterminant moteur était associée à une meilleure performance au test du temps de réaction ou à une variable dérivée du *CPT II*. Une seule de ces données ne suivait pas cette tendance, soit la vitesse des membres supérieurs ($r = -.21, p < .01$). Finalement, les scores du test du temps de réaction et le nombre de rejets à ce test (provenant de la batterie d'évaluation motrice) obtiennent des corrélations avec la majorité des résultats aux tests d'habiletés motrices. Seulement trois des 18 coefficients possibles entre motricité et variables du *CPT II* ne présentaient pas une corrélation significative.

4.1.3 Corrélations de l'échantillonnage général par sexes

Comme certaines différences entre les sexes ont pu être précédemment identifiées, les tests de corrélation de la population générale furent dissociés par sexe, en plus du traitement statistique appliqué à l'ensemble de l'échantillon. Les données de ces traitements sont présentées aux Tableau 4 et Tableau 5. Chez les filles, un nombre supérieur de variables motrices étaient corrélées aux résultats du *CPT II*. En effet, 27 corrélations significatives furent décelées pour les filles, contre 17 pour les garçons, tandis que sans distinction

quant au sexe, 30 relations ressortaient significatives. Les filles étaient les seules à présenter des corrélations significatives entre la vitesse des bras et certaines variables neuropsychologiques. La vitesse des bras entretenait des relations avec le *temps de réaction* ($r = 0.30, p < .01$), l'*erreur standard du temps de réaction* ($r = 0.19, p < .05$) et le *temps de réaction par bloc* ($r = 0.38, p < .05$). Les relations observées précédemment pour la population générale entre le *temps de réaction par bloc* et les trois tests d'agilité étaient uniquement observables chez les filles. Cette présence de corrélation uniquement pour le sexe féminin se répétait pour les relations entre le temps de réaction et les trois tests d'agilité. Un plus grand nombre de relations significatives était observé chez les filles entre le nombre de rejets obtenus au test de temps de réaction et différentes mesures neuropsychologiques (notamment les erreurs de commissions, le style de réponse, le score de détectabilité et le changement du temps de réaction entre les intervalles interstimulus).

Tableau 3 : Relations entre variables motrices et neuropsychologiques de la population générale

Variables	Vit. M.	Rejets(n)	Vit. Bras	Vit. Jambe	Cercle	Chassé	Slalom	Éq. Ouv.	Éq. Fer.	Éq. Ins.	Coor.MP	Coor.MO
Omissions (n)	0,14*	0,26**	- 0,06	- 0,01	- 0,07	- 0,10	0,00	- 0,08	- 0,11	- 0,12	0,04	0,01
Commissions (n)	0,17*	0,20**	-0,05	0,02	- 0,01	- 0,06	0,03	- 0,04	- 0,07	- 0,03	0,05	0,00
Temps de réaction	0,16*	0,02	- 0,21**	- 0,13	0,19**	0,17*	0,17*	- 0,08	- 0,01	- 0,06	0,08	- 0,01
Erreur standard du temps de réaction	0,17*	0,24**	- 0,18**	- 0,06	0,08	0,00	0,08	- 0,09	- 0,17*	- 0,02	0,10	0,09
Déteçtabilité	- 0,14*	- 0,13*	0,09	0,042	- 0,05	- 0,03	- 0,09	0,03	0,11	0,12	- 0,07	0,15*
Style de réponse	0,19**	0,27**	- 0,12	-0,03	- 0,04	-0,05	- 0,01	- 0,14*	- 0,06	- 0,20**	0,01	0,06
Erreurs de persévération (n)	0,05	0,15*	- 0,00	0,05	- 0,11	- 0,19**	- 0,02	- 0,05	- 0,10	- 0,20	0,02	0,06
Temps de réaction par bloc	0,15*	0,12	- 0,24**	- 0,14*	0,16*	0,10	0,15*	- 0,15*	- 0,03	0,00	0,06	0,03
Changement du temps de réaction entre les intervalles interstimulus (IIS)	0,16*	0,17*	- 0,14*	- 0,01	0,03	- 0,05	0,04	- 0,02	- 0,09	- 0,01	0,06	- 0,02

Vit. M. : Vitesse moyenne ; Vit. Bras : Vitesse des bras ; Vit. Jambe : Vitesse de la jambe ; Éq. Ouv. : Équilibre yeux ouverts ; Éq. Fer : Équilibre yeux fermés ; Éq. Ins : Équilibre surface instable ; Coor.MP : Coordination main-pied ; Coor.MO : Coordination main-œil.

*P < 0,05 ; **P< 0,01.

Tableau 4 : Relations entre variables motrices et neuropsychologiques chez les filles de la population générale

Variables	Vit. M.	Rejets(n)	Vit. Bras	Vit. Jambe	Cercle	Chassé	Slalom	Éq. Ouv.	Éq. Fer.	Éq. Ins.	Coor.MP	Coor.MO
Omissions (n)	0,13	0,28**	0,00	0,04	0,00	- 0,06	- 0,06	- 0,05	- 0,10	- 0,06	0,05	- 0,04
Commissions (n)	0,22*	0,26**	- 0,08	0,07	0,07	0,07	0,12	- 0,06	- 0,20*	- 0,02	0,05	0,00
Temps de réaction	0,12	0,04	- 0,30**	- 0,15	0,32**	0,26**	0,27**	- 0,10	0,00	- 0,10	0,17	- 0,13
Erreur standard du temps de réaction	0,11	0,20*	- 0,19*	0,06	0,24*	0,08	0,16	- 0,12	- 0,15	- 0,02	0,09	- 0,02
Variabilité de l'erreur standard	0,17	0,21*	- 0,17	0,09	0,19*	0,12	0,14	- 0,15	- 0,15	- 0,10	0,09	0,00
Détectabilité	- 0,19*	- 0,21*	0,12	0,01	- 0,03	- 0,13	- 0,15	0,06	0,18	0,12	- 0,06	0,25**
Style de réponse	0,21*	0,36**	- 0,12	0,00	0,09	- 0,02	- 0,02	- 0,08	- 0,08	- 0,12	0,06	- 0,04
Temps de réaction par bloc	0,07	0,08	- 0,38**	- 0,06	0,28**	0,20*	0,24*	- 0,20*	- 0,07	- 0,02	0,17	- 0,11
Changement du temps de réaction entre les intervalles interstimulus (IIS)	0,05	0,22*	- 0,16	0,03	0,13	0,02	0,08	- 0,08	- 0,05	- 0,01	0,02	0,01

Vit. M. : Vitesse moyenne ; Vit. Bras : Vitesse des bras ; Vit. Jambe : Vitesse de la jambe ; Éq. Ouv. : Équilibre yeux ouverts ; Éq. Fer : Équilibre yeux fermés ; Éq. Ins : Équilibre surface instable ; Coor.MP : Coordination main-pied ; Coor.MO : Coordination main-œil.

*P < 0,05 ; **P< 0,01.

Tableau 5 : Relations entre variables motrices et neuropsychologiques chez les garçons de la population générale

Variables	Vit.M.	Rejets(n)	Vit. Bras	Vit. Jambe	Cercle	Chassé	Slalom	Éq. Ouv.	Éq. Fer.	Éq. Ins.	Coor.MP	Coor.MO
Omissions (n)	0,19	0,23*	- 0,11	- 0,09	- 0,07	- 0,07	0,12	- 0,10	- 0,16	- 0,22*	0,00	0,02
Commissions (n)	0,16	0,11	- 0,01	- 0,06	- 0,03	- 0,12	0,03	0,00	0,02	- 0,07	0,03	- 0,01
Temps de réaction	0,18	0,00	- 0,13	- 0,11	0,08	0,09	0,08	- 0,06	- 0,03	- 0,01	0,01	0,12
Erreur standard du temps de réaction	0,27**	0,28**	- 0,18	- 0,22*	- 0,02	0,00	0,11	- 0,02	- 0,21*	- 0,05	0,08	0,15
Variabilité de l'erreur standard	0,19*	0,27**	- 0,15	- 0,23*	- 0,01	- 0,01	0,11	0,01	- 0,20*	- 0,03	0,02	0,13
Détectabilité	- 0,11	- 0,05	0,06	0,07	- 0,04	0,10	- 0,03	0,01	0,03	0,15	- 0,09	0,07
Style de réponse	0,22*	0,15	- 0,13	- 0,09	- 0,03	0,01	0,09	- 0,17	- 0,07	- 0,31**	- 0,05	0,11
Temps de réaction par bloc	0,24*	0,17	- 0,11	- 0,20*	0,03	0,03	0,08	- 0,08	0,01	0,02	- 0,06	0,18
Changement du temps de réaction entre les intervalles interstimulus (IIS)	0,27**	0,09	- 0,12	- 0,05	- 0,06	- 0,07	0,04	0,02	- 0,13	- 0,03	0,09	- 0,07

Vit. M. : Vitesse moyenne ; Vit. Bras : Vitesse des bras ; Vit. Jambe : Vitesse de la jambe ; Éq. Ouv. : Équilibre yeux ouverts ; Éq. Fer : Équilibre yeux fermés ; Éq. Ins : Équilibre surface instable ; Coor.MP : Coordination main-pied ; Coor.MO : Coordination main-œil.

*P < 0,05 ; **P< 0,01.

4.2 Résultats associés à la seconde hypothèse

4.2.1 Motricité, attention et inhibition en présence d'un TDA/H autorapporté

La deuxième hypothèse s'intéressait à l'effet d'un TDA/H autorapporté sur les habiletés motrices, les fonctions cognitives et aux relations entre ces deux catégories de fonctions. Les résultats obtenus en lien avec cette hypothèse servaient donc à vérifier si le sous-groupe rapportant un TDA/H présentait des fonctions motrices et neuropsychologiques différentes de celles de la population générale. Cette exploration fait suite aux relations précédemment documentées pour la population générale.

Le Tableau 6 fait un survol des résultats significatifs et près de la significativité pour les différences observées au niveau moteur et neuropsychologique en présence d'un TDA/H autorapporté. Le tableau permet de remarquer que le temps de réaction au *CPT II* était plus rapide pour les sujets rapportant un TDA/H. Les sujets rapportant un TDA/H présentaient un temps de réaction moyen de 323,68 ms contre 344,47 ms pour ceux ne rapportant pas la condition ($p=0,029$). Les performances pour le sous-groupe rapportant le TDA/H étaient donc meilleures que pour les sujets issus de la population générale. Par contre, les résultats au test de temps de réaction voient leur interprétation bonifiée par le nombre de rejets obtenus à ce même test (*Rejets*). En effet, malgré que le résultat au test statistique ne soit pas significatif, on remarque une tendance à un nombre plus élevé de rejets au test du temps de réaction pour le groupe rapportant le TDA/H (4,7 sans TDA/H contre 9,13 avec TDA/H). Finalement, les résultats des composantes *Changement d'erreur standard IIS* étaient près de la significativité ($p=0,05$). Le groupe rapportant un TDA/H présentait une variation de l'erreur standard de -0,09 contre une de 0,05 pour les sujets de l'échantillonnage général.

4.2.2 Corrélations en présence d'un TDA/H autorapporté

Cette dernière exploration vérifiait si les données motrices et neuropsychologiques interagissaient différemment lorsqu'un TDA/H était rapporté par un adolescent. Les coefficients de corrélation pour cette série de tests étaient supérieurs à ceux obtenus pour la population générale, sans doute dû à un échantillonnage beaucoup plus faible (Tableau 7). Les plus fortes corrélations remarquées furent les relations entre les résultats à la course à pas chassé et certaines mesures neuropsychologiques. Parmi celles-ci se retrouvent le score de *Déteçtabilité* ($r = .55, p < .05$), le *Changement d'erreur standard par bloc* ($r = -.55, p < .05$) et le *Temps de réaction* ($r = .49, p = .062$). Mis à part certaines corrélations près de la significativité, une autre corrélation significative pouvait être remarquée entre les variables *Coordination Main-pied* et le score de *Variabilité de l'erreur standard* ($r = .53, p < .05$). Les corrélations restantes étaient plutôt marginales.

Tableau 6 : Effets d'un TDA/H autorapporté sur les résultats neuropsychologiques et moteurs

Variables	TDAH	Population Générale	p
Nombre sujets	15	15	
Âge (années)	15,33	15,33	1,00
IMC (kg/m ²)	22,44	20,58	0,54
Vitesse Moyenne (ms)	251,73	250,15	0,97
Nombre rejets	9,13	4,70	0,12
Vitesse bras (sec)	90,34	94,16	0,57
Vitesse Jambe (sec)	26,80	28,33	0,33
Agilité – Cercle (sec)	19,32	19,05	0,68
Agilité - Pas chassés (sec)	9,97	9,25	0,39
Agilité – Slalom (sec)	16,86	16,68	0,44
Temps de réaction	323,68	344,47	0,03
Erreur standard par bloc	0,05	0,12	0,11
Changement du temps de réaction entre les intervalles interstimulus (IIS)	0,04	0,05	0,05

Tableau 7 : Relations entre variables motrices et neuropsychologiques de la population rapportant un TDA/H

Variables	Vit. M.	Rejets(n)	Vit. Bras	Vit. Jambe	Cercle	Chassé	Slalom	Éq. Ouv.	Éq. Fer.	Éq. Ins.	Coor.MP	Coor.MO
Omissions (n)	0,20	0,16	0,22	- 0,39	0,10	- 0,34	0,15	0,24	0,15	- 0,32	0,14	- 0,02
Commissions (n)	0,29	0,09	0,01	- 0,19	0,20	- 0,40	0,22	0,12	- 0,11	- 0,26	0,17	- 0,03
Temps de réaction	- 0,12	0,06	- 0,37	0,32	- 0,10	0,49	- 0,02	- 0,08	- 0,23	0,12	0,02	0,36
Erreur standard du temps de réaction	0,25	0,19	- 0,49	0,01	- 0,19	- 0,26	0,13	- 0,03	- 0,18	- 0,21	0,30	0,45
Variabilité de l'erreur standard	0,32	0,48	- 0,40	- 0,17	0,01	- 0,17	0,02	0,11	- 0,20	- 0,29	0,53*	0,13
Détectabilité	- 0,30	0,29	- 0,24	- 0,21	- 0,13	0,55*	- 0,23	0,04	0,03	0,36	0,22	- 0,16
Erreurs de persévération (n)	0,13	0,16	- 0,43	- 0,05	0,11	- 0,06	- 0,44	- 0,45	- 0,23	0,08	0,07	- 0,07
Temps de réaction par bloc	0,06	- 0,16	0,19	0,09	- 0,02	- 0,55*	- 0,33	0,14	0,29	- 0,08	- 0,14	0,15
Erreur standard par bloc	0,49	- 0,03	- 0,09	- 0,22	0,02	- 0,34	- 0,09	- 0,11	- 0,15	0,12	- 0,14	- 0,06
Changement du temps de réaction entre les intervalles interstimulus (IIS)	0,20	0,16	0,22	- 0,39	0,10	- 0,34	0,15	0,24	0,15	- 0,32	0,14	- 0,02

Vit. M. : Vitesse moyenne ; Vit. Bras : Vitesse des bras ; Vit. Jambe : Vitesse de la jambe ; Éq. Ouv. : Équilibre yeux ouverts ; Éq. Fer : Équilibre yeux fermés ; Éq. Ins : Équilibre surface instable ; Coor.MP : Coordination main-pied ; Coor.MO : Coordination main-œil.

*P < 0,05 ; **P < 0,01.

CHAPITRE 5

DISCUSSION

5.1 Portrait de l'échantillon général

5.1.1 Sexe des participants et comparaison aux normes

Tel que le laissaient présager les normes du TÉMAPE (Leone, 2008), le sexe des participants affectait considérablement les résultats en motricité. La presque totalité des différences observées impliquait de meilleures performances pour le sexe masculin. Les garçons de l'échantillon présentaient une meilleure motricité que les filles en ce qui concerne les trois tests d'agilité, la vitesse des jambes et le temps de réaction. Par contre, les filles possédaient une meilleure capacité d'équilibre yeux ouverts que les garçons. La différence entre les sexes obtenue pour le temps de réaction n'était pas attendue en regard des normes au TÉMAPE (Leone, 2008). En effet, les filles de l'échantillon présentaient un temps de réaction plus long que les garçons. Il s'agit d'une caractéristique chez l'adolescent qui a déjà été observée dans la littérature (Dykiert, Der, Starr, & Deary, 2012) et qui suit les normes obtenues pour les différents déterminants de la motricité. Toutes les différences entre les sexes mises de l'avant précédemment suivent les tendances. Ces différences entre les sexes se voient appuyées par certaines études obtenant des données similaires chez une population adolescente (Barnett, van Beurden, Morgan, Brooks, & Beard, 2010; Dykiert et al., 2012), permettant donc de croire que les habiletés motrices des garçons et des filles de notre échantillon suivaient celle d'un adolescent typique.

En se référant au tableau 8, on constate qu'en regard des normes disponibles par sexe, les performances des adolescents de notre échantillon se situent dans la moyenne ou au-dessus de cette dernière. Toutefois, beaucoup de normes sont manquantes pour les adolescentes (12-16 ans). Les données obtenues dans le cadre de ce projet de recherche pourront donc permettre de constituer une base de données normative pour les habiletés motrices de ce groupe d'âge.

5.1.2 Corrélations avec le temps de réaction

Tel qu'attendu, le temps de réaction entretenait des liens avec différents déterminants de la motricité. Dans un premier temps, malgré que les relations existantes soient modestes, le temps de réaction était en relation avec l'ensemble des tests d'agilité (slalom, pas chassés et cercle). Ces relations indiquaient qu'un adolescent présentant de bons temps de réaction pouvait être associé, dans une certaine mesure, à de meilleurs temps aux différents tests d'agilité (temps plus rapides). Ces relations étaient attendues, car malgré que de bons résultats aux tests d'agilité nécessitent de nombreuses qualités neuromusculaires, ces performances doivent aussi reposer sur l'aptitude à réagir rapidement au signal de départ et aux changements

de direction. On devrait donc s'attendre à ce qu'un jeune présentant un temps de réaction rapide soit aussi en mesure de démontrer une motricité de meilleure qualité qu'un jeune ayant de moins bonnes performances au temps de réaction.

La vitesse segmentaire des membres supérieurs entretenait elle aussi un lien avec le temps de réaction. Le lien avec le temps de réaction était orienté de la même façon que pour les tests d'agilité, soit qu'un haut taux de frappes au test de vitesse segmentaire était associé à un temps de réaction plus court. Ainsi, une vitesse de réaction accrue devrait se traduire en une capacité accrue du taux frappes.

Mis à part ces quatre dernières relations entre le temps de réaction et certaines mesures de la motricité, aucune autre relation de la sorte ne fut obtenue pour les autres tests moteurs administrés. Cette absence de corrélations avec des mesures telles la coordination main-pied ou la vitesse segmentaire était inattendue. Le temps de réaction représentant la capacité à répondre rapidement à une stimulation visuelle, on devrait s'attendre à ce que la majorité des tests de la motricité se voie modulée par le niveau de performance en vitesse de réaction. Néanmoins, cette caractéristique n'a pas été observée dans le cadre de cette recherche. Il y a lieu de croire que, bien que le temps de réaction des adolescents puisse influencer les performances motrices, d'autres facteurs sont en causes dans la modulation des habiletés motrices de base.

5.1.3 Corrélations pour la variabilité du temps de réaction

Une seconde variable neuropsychologique dérivée du *CPT-II* était en relation avec la majorité des résultats moteurs. Il s'agit ici de la variable « *temps de réaction par bloc* » du *CPT II*. Un résultat élevé à cette composante du *CPT II* témoigne d'une réduction de la vitesse de réaction au fil du test (mauvaise capacité à maintenir son temps de réaction), tandis qu'un faible résultat indique une augmentation du temps réaction (bonne capacité à maintenir son temps de réaction). Pour les relations obtenues, de bons scores au *Temps de réaction par bloc* étaient associés à de bons temps aux tests de course en slalom, de course en cercle et au test d'équilibre yeux ouverts. Ces relations indiquant que plus le sujet était apte à maintenir son état d'alerte/vigilance (maintien de l'efficacité du temps de réaction), plus son équilibre yeux ouverts et sa capacité à courir en slalom et en cercle avaient tendance à être meilleur. Comme en fait mention Barkley dans son modèle, la motricité dépend dans une certaine mesure de la capacité d'inhibition d'un individu (Barkley, 1997). L'inhibition est nécessaire pour éviter les distractions et ainsi soutenir son attention, elle est donc nécessairement impliquée dans le résultat du *temps de réaction par bloc*. Cet appel possible à l'inhibition de distractions et la théorie de Barkley peuvent expliquer les relations ici retrouvées entre mesures cognitives et motricité. De plus, les relations dénotées se voient appuyées par une étude menée chez des jeunes de 8 à 14 ans. Cette dernière observait de fortes relations entre les résultats obtenus au *Physical and Neurological Examination for Subtle Signs (PANESS)* et la variabilité des temps de réaction simple des sujets (Klotz,

Johnson, Wu, Isaacs, & Gilbert, 2012). Ces résultats corrélationnels étaient orientés tous comme les résultats de la présente recherche, soit que de bonnes performances au *PANESS* étaient associées à une plus faible variabilité des temps de réaction simples. Il semblerait donc des déterminants moteurs précis soient influencés dans une certaine mesure par la capacité qu'à l'adolescent à maintenir son attention.

Les tests de vitesse des membres supérieurs et des membres inférieurs étaient eux aussi en relation avec le *temps de réaction par bloc*. La relation étant orientée comme les précédentes, soit que de bons résultats au *temps de réaction par bloc* étaient associés à de meilleures performances aux tests de vitesse segmentaire. Ces résultats laissent croire qu'un test nécessitant une bonne vitesse des segments corporels repose sur une constance des temps de réaction, constance permettant de maintenir un haut taux de frappes sur toute la durée du test. Le faible coefficient de corrélation ici obtenu semble démontrer que la performance à ces deux tests moteurs repose dans une certaine mesure sur une capacité de maintien de l'attention ou d'inhibition des distractions, mais que la performance ne repose qu'en partie sur celles-ci.

5.1.4 Différences corrélationnelles entre les sexes

De nombreuses relations ont pu être documentées entre fonctions motrices et cognitives, mais une différence entre les sexes s'impose chez la clientèle étudiée. Par contre, pour la recension faite dans le cadre de la recherche, aucune étude n'abordait cette différence corrélacionnelle entre les sexes, ne laissant donc aucun comparatif direct possible. En effet, tel qu'il a pu être remarqué précédemment, les corrélations entre résultats moteurs et neuropsychologiques se sont faites plus nombreuses et fortes chez le sexe féminin. Le nombre de relations significatives étant presque le double pour le sexe féminin. On pouvait voir les variables *temps de réaction* et *erreurs de commissions* entretenir des liens avec la motricité uniquement chez le sexe féminin. La forte disparité entre les sexes pourrait s'expliquer par une différence dans le développement ou la maturation des habiletés motrices ou cognitives survenant à l'adolescence ou tout simplement par une différence physiologique présente entre les sexes. L'adolescence étant une phase où le développement moteur et cognitif est dynamique (Lussier & Flessas, 2009), il est possible que de fortes différences puissent exister en termes de corrélations entre les deux domaines étudiés. Des données supplémentaires (par exemple : stade de maturation sexuel, développement moteur) sont nécessaires afin d'élucider cette caractéristique corrélacionnelle. Néanmoins, il est clair qu'une différence existe chez les sexes en termes de relations entre motricité, attention et inhibition. Cette différence entre les sexes n'était pas documentée dans la littérature et devra l'être lors de prochaines études.

Tableau 8 : Comparaison entre les résultats moteurs de l'échantillonnage général et les normes disponibles

Variables	Général	Garçons	Classement Garçons	Filles	Classement Filles
Âge	14,98 ± 1,46	15,14 ± 1,41	15-16 ans	14,82 ± 1,49	15-16 ans
Vitesse bras (sec)	87,47 ± 12,21	88,22 ± 14,10	Moyen (40-60)	86,69 ± 9,88	Bon (60-80)
Vitesse Jambe (sec)	26,81 ± 3,87	27,84 ± 4,16	Excellent (>80)	25,73 ± 3,22	N/D
Agilité – Cercle (sec)	20,18 ± 2,19	19,14 ± 1,53	N/D	21,25 ± 2,27	N/D
Agilité - Pas chassés (sec)	10,68 ± 1,79	9,95 ± 1,45	N/D	11,43 ± 1,80	N/D
Agilité – Slalom (sec)	17,60 ± 2,08	16,87 ± 1,98	Bon (60-80)	18,35 ± 1,91	Bon (60-80)
Équilibre yeux ouverts (sec)	30,74 ± 21,46	27,09 ± 20,78	Excellent (>80)	34,53 ± 21,62	N/D
Équilibre yeux fermés	3,48 ± 1,99	3,53 ± 1,97	Bon (60-80)	3,42 ± 2,02	N/D
Équilibre instable	15,77 ± 19,04	16,64 ± 19,00	Moyen (40-60)	14,85 ± 19,15	N/D
Coordination main-pied	8,54 ± 3,13	8,98 ± 3,72	N/D	8,07 ± 2,30	N/D
Coordination main-œil	6,86 ± 2,84	7,85 ± 2,82	N/D	5,82 ± 2,48	N/D

5.2 Portrait en présence d'un TDA/H autorapporté

5.2.1 Attention et inhibition en présence d'un TDA/H autorapporté

Les résultats au test du temps de réaction, ainsi que les erreurs à ce test suivirent les conclusions habituellement retrouvées dans la littérature (Adams et al., 2010; Huang-Pollock et al., 2012; Munkvold et al., 2014). Le temps de réaction était plus rapide chez les sujets rapportant un TDA/H, mais se voyait accompagné d'un nombre de rejets qui tendait à être le double pour ce même groupe. Ainsi, malgré que leur réaction à une stimulation visuelle soit rapide (temps de réaction simple), les sujets rapportant un TDA/H présentaient un nombre d'erreurs d'omissions plus élevé, représentant près du double des erreurs obtenues pour l'échantillonnage général. Ainsi, bien que le diagnostic utilisé dans le cadre de la présente recherche était autorapporté, les sujets rapportant le TDA/H présentaient un comportement typique des jeunes présentant un TDA/H, soit un comportement impulsif ou hyperactif (représenté par la rapidité du temps de réaction) accompagné d'une diminution de l'efficacité de l'action due à cette tendance à l'impulsivité/inattention (réduction du temps de traitement de l'information). Cette caractéristique de notre groupe rapportant le TDA/H se rapproche donc de ce que mentionne Barkley dans son modèle (Barkley, 1997), soit qu'une altération de l'inhibition se répercute négativement sur les comportements et la motricité du jeune. En répondant de manière hâtive, le jeune passe l'étape du traitement de l'information plus rapidement, caractéristique pouvant générer plus d'erreurs au moment de l'émission d'une action motrice (ex. : répondre au test du temps de réaction).

Le *Changement d'erreur standard IIS* est une mesure représentant la variabilité du temps de réaction du sujet entre les différents intervalles interstimulus. Il s'agit donc d'un résultat référant une fois de plus à la variabilité de l'attention. Pour notre échantillon, ce résultat du *CPT II* s'est avéré plus faible pour le sous-groupe rapportant un TDA/H. Cette caractéristique du sous-groupe contredit la convergence de la littérature actuelle. En présence de TDA/H, on devrait s'attendre à ce que le participant présente un score plus élevé qu'en l'absence du diagnostic, dû à un temps de réaction et à des comportements présentant une plus grande variabilité (Huang-Pollock et al., 2012; Klotz et al., 2012; Munkvold et al., 2014). Or, dans le cas présent, la plus grande variabilité entre les intervalles interstimulus était retrouvée chez les participants ne rapportant pas de TDA/H, la différence étant cependant marginale. Malgré que cette mesure de la variabilité soit plus élevée en l'absence d'un TDA/H autorapporté, aucune autre mesure n'allait en ce sens. Aucune différence entre les groupes n'a été décelée autant pour les erreurs de commissions que pour les scores de persévération et de variabilité. Il y a donc lieu de croire que les différences observées pour le *Changement d'erreur standard IIS* étaient en fait des artéfacts ayant pu être générés par un biais méthodologique.

5.2.2 Motricité en présence d'un TDA/H autorapporté

L'absence de différence pour les habiletés motrices du sous-groupe rapportant un TDA/H était inattendue. De nombreuses études portant sur le TDA/H et la motricité ont conclu qu'en présence de TDA/H, les habiletés motrices sont altérées (Brossard-Racine et al., 2012; Chevrette et al., 2013; Fliers et al., 2009; Goulardins et al., 2013). Le modèle du TDA/H de Barkley en fait aussi mention, par l'intermédiaire de faibles capacités d'inhibition comportementale et cognitive affectant négativement la motricité (Barkley, 1997). Or, dans le cadre de ce projet de recherche, il ne fut pas possible d'obtenir de différences significatives entre les groupes pour le domaine de la motricité. Toutefois, de récents travaux de recherche (Chevrette et al., 2013; Chevrette et al., 2012) présentent un retard moteur de plusieurs années pour de nombreuses habiletés motrices chez une clientèle ayant un TDA/H. Les chercheurs de ces études ont utilisé la même batterie d'évaluation motrice que celle utilisée dans le cadre de la présente étude. Toutefois, leurs participants provenaient d'un centre hospitalier de 3^e ligne, indiquant la présence de plusieurs comorbidités et de traitements pharmacologiques pour chaque participant. L'absence de différence pourrait donc s'expliquer par la présence de participants TDA/H dont le fonctionnement quotidien n'était pas altéré. Malheureusement aucune donnée sur le fonctionnement quotidien, le degré d'atteinte ou le type de médication ne fut recueillie dans le cadre de la présente recherche, limitant donc les conclusions émises en regard de ces observations.

Finalement, les particularités neuropsychologiques retrouvées au sein de notre sous-groupe rapportant un TDA/H pourraient aussi expliquer l'absence de différence. Les différences neuropsychologiques étant confinées à deux marqueurs (temps de réaction et nombre de rejets à ce test), il y a lieu de croire que le profil cognitif différait de ce qui est habituellement retrouvé en présence d'un diagnostic de TDA/H. Il est donc possible que le sous-groupe rapportant le TDA/H présente un profil cognitif meilleur que celui des sujets TDA/H typiques, de par le manque de contrôle pour la médication prise par les sujets et des sous-types diagnostic. Peu importe la source de cet allègement des déficits attentionnels et inhibiteurs, en regard de la relation que ces dernières entretiennent avec la motricité (Barkley, 1997; Piek et al., 2004), ce dernier aurait pu estomper une altération des fonctions motrices chez notre sous-groupe. Ce constat rejoint l'explication précédente concernant les symptômes et l'état fonctionnel des sujets présentant un TDA/H (Chevrette et al., 2013; Chevrette et al., 2012). Selon de nombreuses études recensées dans le cadre de cette recherche (Brossard-Racine et al., 2012; Fliers et al., 2009; Klotz et al., 2012; Tseng, Henderson, Chow, & Yao, 2004), un adolescent présentant un TDA/H typique devrait démontrer des difficultés motrices touchant plusieurs déterminants de la motricité. Un ou plusieurs biais méthodologiques sont probablement la cause de cette absence de différence pour le domaine de la motricité.

5.2.3 Relations entre motricité, attention et inhibition en présence d'un TDA/H autorapporté

Les relations observées entre motricité et mesures cognitives furent différentes en présence d'un TDA/H autorapporté. Toutefois, au même titre que pour la population générale, quelques relations furent dégagées. Les plus fortes de ces relations concernaient le test d'agilité à pas chassés. Ce dernier entretenait des relations avec différentes mesures du test neuropsychologique, soit *la capacité de détection*, le score de *persévération*, *l'erreur standard du temps de réaction par blocs* et le *temps de réaction*. Ce test d'agilité fut la seule mesure motrice mise en relation avec un aussi grand nombre de marqueurs neuropsychologiques chez le sous-groupe rapportant un TDA/H. Il semblerait donc que de performer à ce test nécessite, ou du moins mobilise, d'avantage les fonctions attentionnelles et inhibitrices en présence d'un TDA/H autorapporté. Il était toutefois attendu que les deux autres tests d'agilité présentés des relations similaires, observation que ne put être répétée. En analysant l'exécution motrice du test, on s'aperçoit que la différence majeure entre le test à pas chassés et les courses en cercle et en slalom réside dans le mode de déplacement utilisé. Dans le cadre des deux derniers, les déplacements se font uniquement en courant vers l'avant, technique simple et utilisée couramment. Par contre, dans le cadre du test à pas chassés, les déplacements se font de manière latérale. La relation aurait pu s'expliquer de par une charge plus importante sur le système attentionnel pour des sujets rapportant un TDA/H, vu les plus faibles performances motrices habituellement retrouvées chez cette population (Brossard-Racine et al., 2012; Chevrette et al., 2013; Fliers et al., 2009). Toutefois, dans le cadre de cette étude, aucune différence pour le domaine de la motricité ne put être observée entre les groupes. Même chose pour des performances cognitives moindres, qui auraient pu expliquer la charge plus importante de la tâche motrice sur les fonctions attentionnelles. En considérant qu'une course à pas chassés puisse être considérée comme action inhabituelle et non acquise, elle aurait pu engendrer une mobilisation accrue de l'attention et générer cette relation chez une population présentant de plus faibles fonctions attentionnelles. Malheureusement, cette hypothèse est difficilement acceptable vu les différences presque marginales observées entre les groupes pour le domaine cognitif. Cette différence relationnelle entre la motricité et les mesures du *CPT II* est donc difficile à expliquer et ne peut obtenir d'explication claire et définitive dans le cadre du présent travail.

Le score de *variabilité* au *CPT II* et le test de coordination main-pied ont eu aussi pu être mis en relation. L'habileté à coordonner ses mains et ses pieds était associée à l'expression de comportements constants en réponse à une stimulation visuelle au test *CPT II*. Il est difficile d'expliquer cette relation, vu l'absence de données scientifiques portant sur cette dernière en présence d'un TDA/H. De plus, comme le score de *variabilité* est en relation avec une seule mesure de la motricité, peu ou aucune conclusion plausible ne peut être émise concernant cette relation. Globalement, les relations entre motricité, attention et inhibition semblent différer entre des adolescents rapportant un TDA/H et ceux ne le rapportant pas. Bien que

l'échantillonnage du sous-groupe rapportant un TDA/H était faible, le peu de relations ayant pu être observé ne correspondait pas à ce qui était retrouvé pour l'échantillonnage général. On retrouve chez la clientèle TDA/H de faibles habiletés motrices (Brossard-Racine et al., 2012; Chevrette et al., 2013; Fliers et al., 2009) et des fonctions cognitives altérées (Adams et al., 2010; Barkley, 1997; Chevalier et al., 2006; Fuggetta, 2006), il était attendu que les relations entre ces deux domaines diffèrent. Toutefois, vu le faible nombre de sujets rapportant un TDA/H et les biais méthodologiques rencontrés pour l'évaluation de ce sous-groupe, des études supplémentaires sont nécessaires afin de documenter de potentielles différences entre ces relations.

5.3 Limites identifiées

Comme la présente recherche portait sur une base de données construite dans le cadre d'un projet d'une plus grande envergure, certaines limites méthodologiques se sont imposées. Une des limites de la recherche est le type de diagnostic utilisé pour catégoriser les sujets, soit un diagnostic de type autorapporté. Comme aucun accès direct à un diagnostic professionnel n'était possible, la catégorie «TDA/H» devait se faire sur la base de ce qui avait été rapporté par les sujets dans les questionnaires qui leurs étaient administrés. Or, le fait de rapporter eux-mêmes le diagnostic pouvait laisser s'introduire des erreurs. Il y a lieu de croire que le nombre de jeunes diagnostiqués dans le cadre du projet de recherche était sous-estimé, advenant le cas où certains d'entre eux ne connaissaient pas leur diagnostic ou ne voulaient tout simplement pas le divulguer. De plus, comme le TDA/H était autorapporté, aucune distinction entre sous-types diagnostic ne put être appliquée.

Une autre limite méthodologique consiste en l'absence de contrôle statistique pour la prise de médication psychostimulante chez la population rapportant un TDA/H. Malgré que la médication psychostimulante n'élimine pas totalement la présence de troubles de la motricité (Brossard-Racine et al., 2012), elle permet tout de même une amélioration de certaines fonctions exécutives et de l'attention. Comme la motricité dépend dans une certaine mesure des fonctions attentionnelles et inhibitrices, une potentielle variation de la dose ou du type de médication utilisée par les sujets pourrait avoir laissé s'introduire certaines erreurs quant aux traitements statistiques des données de ces sujets.

On peut aussi dénoter que le nombre de sujets pour le sous-groupe rapportant un TDA/H était trop faible, rendant les résultats impossibles à généraliser. Malgré que la prévalence du TDA/H observée pour notre base de données soit représentative de celle documentée dans différents ouvrages, seulement 15 sujets rapportant un TDA/H ont été dénombrés. Afin d'obtenir des résultats pouvant être davantage généralisés, il aurait été préférable d'avoir recours à un plus vaste bassin de jeunes référés à ce projet de recherche, accroissement qui aurait permis un comparatif plus adéquat pour les données de la population générale.

Finalement, la batterie d'évaluation motrice utilisée pour le projet pourrait être perçue comme une limite méthodologique. Comme cette dernière avait été principalement validée et normée auprès de jeunes de 6 à 12 ans, son utilisation pour une population âgée de 13 à 17 ans peut représenter une limite. Son utilisation servait toutefois à obtenir des résultats pour des adolescents de la région, en plus de l'appliquer chez une clientèle rapportant avoir un TDA/H. Comme l'objectif n'était pas de comparer les résultats de ce projet aux normes disponibles, son utilisation pour documentation se voyait justifiée.

5.4 Forces identifiées

Malgré que certaines faiblesses méthodologiques se soient imposées pour l'évaluation des adolescents rapportant un TDA/H, le projet présente de bonnes forces d'ordre méthodologique. On peut ici identifier l'intérêt du rapprochement fait entre certains déterminants moteurs et un test neuropsychologique reconnu qu'est le *CPT II*. La présente recherche a permis de mettre en relation deux systèmes (motricité et cognition) qui sont habituellement étudiés de manière isolée et d'appuyer les articles démontrant la présence d'un lien.

L'échantillonnage utilisé pour les traitements statistiques concernant la population sans diagnostic était acceptable ($n=220$). De plus, l'échantillonnage était issu exclusivement de la région du Saguenay-Lac-Saint-Jean, permettant d'émettre des conclusions relatives à cette région. À cette force s'ajoute la connaissance de l'âge et de l'IMC de ces derniers, deux facteurs pouvant avoir un effet sur la motricité et les fonctions cognitives des sujets évalués.

La variété des mesures à la fois motrices et neuropsychologiques était elle aussi une force au projet de recherche. Un total de onze marqueurs de la motricité et de neuf marqueurs neuropsychologiques a pu être utilisé pour qualifier et quantifier les performances des sujets. En plus de permettre de vérifier différents aspects de la motricité et de la cognition, cette variété de résultats a permis d'obtenir des données de référence pour les adolescents de la région du Saguenay-Lac-Saint-Jean.

Conclusion

Les conclusions dégagées de la présente recherche sont nombreuses, certaines nécessitant des études supplémentaires pour les soutenir. Il semble cependant évident qu'une différence marquée pour la motricité est présente entre les sexes. Les garçons présentant de meilleures habiletés motrices que les filles pour plusieurs déterminants, exception faite pour l'équilibre. Cette différence était aussi présente pour les relations entre motricité, attention et inhibition. Les filles présentaient un nombre beaucoup plus élevé de variables mises en relations, laissant croire que le degré de maturation de l'individu affecte considérablement ces relations. Les études ultérieures devront donc prendre en considération cette particularité motrice et neuropsychologique liée au sexe de sujets adolescents et tenter de comprendre ce qui influence le nombre plus élevé de relations chez le sexe féminin.

Malgré que les connaissances sur ces interactions n'aient pas été éclaircies de manière exhaustive, les données obtenues permettent d'avoir une idée de base pour des explorations ultérieures. Ainsi, chez les adolescents issus de la population générale, on observait le temps de réaction et une mesure de la variabilité du temps de réaction entretenir des liens avec de nombreux déterminants moteurs. Ces derniers paraissaient donc contribuer à la performance motrice des adolescents. Cependant, la force et le nombre de relations laissent croire que la contribution est modeste et limitée à certains déterminants.

Pour l'effet d'un TDA/H autorapporté sur la motricité et les mesures attentionnelles et inhibitrices, les données obtenues ne permettent pas d'émettre de conclusion définitive. Il était attendu que les adolescents rapportant un TDA/H allaient montrer une motricité, une attention et une inhibition moindres, lorsque comparées à celles de l'échantillon général. Or, l'effet du diagnostic autorapporté fut limité à une faible proportion des données neuropsychologiques évaluées. De plus, la motricité de ce groupe ne différait pas de celle de la population générale. Malgré cet effet concis, on pouvait remarquer des caractéristiques typiques aux sujets TDA/H, soit un temps de réaction plus rapide et une tendance à un nombre de rejets plus élevé à ce test. Ces caractéristiques décrivaient donc ces adolescents comme étant légèrement plus rapides à l'émission d'une action en réponse à un stimulus, réponse étant toutefois moins efficace que celles de l'échantillonnage sans diagnostic. Le manque de documentation quant au degré d'atteinte du TDA/H et l'absence de données sur la médication peuvent expliquer la différence marginale entre les groupes. Des évaluations supplémentaires prenant en compte le degré d'atteinte, de possibles comorbidités et la prise de médication seront nécessaires afin de vérifier les données ici obtenues.

Les relations entre motricité, attention et inhibition chez la population rapportant un TDA/H se sont avérées différentes de celles de la population générale. Les scores au test d'agilité à pas chassé et de

nombreuses variables neuropsychologiques (*détectabilité, persévération, erreur standard par bloc* et temps de réaction) étaient en relation. De bons scores à ces marqueurs étant associés à une meilleure performance au test d'agilité. Une faible variabilité des temps de réaction était elle aussi associée à une meilleure performance à un déterminant moteur, soit la coordination main-pied. Les résultats obtenus laissent croire que les relations diffèrent en présence d'un TDA/H autorapporté, la différence étant difficile à identifier. Des vérifications auprès d'un échantillonnage beaucoup plus large et après ajustements méthodologiques seront nécessaires pour confirmer et documenter ces différences.

Globalement, ce projet de recherche a permis d'observer que les relations entre fonctions neuropsychologiques et motrices diffèrent en présence d'un TDA/H autorapporté, en plus de les documenter chez des adolescents normaux. De plus, le sexe des sujets normaux influençait ces relations. Ces résultats appuient la nécessité d'une meilleure compréhension de ces domaines pour la mise sur pied et l'optimisation des interventions en kinésiologie. Il est depuis un certain temps démontré que l'activité physique a un impact positif sur les comportements, que l'individu ait ou non un trouble neurodéveloppemental (Gapin et al., 2011; Lakes et al., 2013; Smith et al., 2013; Tomporowski et al., 2008) et que des tâches impliquant un développement personnel et moteur permettent une amélioration de certaines fonctions exécutives (Diamond, 2012). Avec les données obtenues dans le cadre de cette recherche, on peut croire que ces effets sont modulés par la présence d'un trouble neurodéveloppemental tel un TDA/H et qu'une distinction doit être faite entre les sexes. Différentes études supplémentaires sont nécessaires afin de documenter davantage les relations pouvant régir ces effets et les différences pouvant être engendrés par la présence d'un trouble neurodéveloppemental tel le TDA/H.

Bibliographie

- Adams, Z. W., Milich, R., & Fillmore, M. T. (2010). Examining manual and visual response inhibition among ADHD subtypes. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 38(7), 971-983.
- American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders Fifth Edition, DSM-5* (Vol. 5): American Psychiatric Association.
- Asonitou, K., Koutsouki, D., Kourtessis, T., & Charitou, S. (2012). Motor and cognitive performance differences between children with and without developmental coordination disorder (DCD). *Research in developmental disabilities*, 33(4), 996-1005. doi:10.1016/j.ridd.2012.01.008
- Baddeley, A. (2012). Working memory: theories, models, and controversies. *Annual review of psychology*, 63, 1-29. doi:10.1146/annurev-psych-120710-100422
- Barenberg, J., Berse, T., & Dutke, S. (2011). Executive functions in learning processes: Do they benefit from physical activity? *Educational Research Review*, 6(3), 208-222. doi:10.1016/j.edurev.2011.04.002
- Barkley, R. A. (1997). Behavioral Inhibition, Sustained Attention, and Executive Functions: Constructing a Unifying Theory of ADHD. *Psychological Bulletin*, 121(1), 65-94.
- Barnett, L. M., van Beurden, E., Morgan, P. J., Brooks, L. O., & Beard, J. R. (2009). Childhood motor skill proficiency as a predictor of adolescent physical activity. *Journal of Adolescent Health*, 44(3), 252-259. doi:10.1016/j.jadohealth.2008.07.004
- Barnett, L. M., van Beurden, E., Morgan, P. J., Brooks, L. O., & Beard, J. R. (2010). Gender differences in motor skill proficiency from childhood to adolescence: a longitudinal study. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 81(2), 162-170. doi:10.1080/02701367.2010.10599663
- Bauermeister, J. J., Shrout, P. E., Ramirez, R., Bravo, M., Alegria, M., Martinez-Taboas, A., . . . Canino, G. (2007). ADHD correlates, comorbidity, and impairment in community and treated samples of children and adolescents. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 35(6), 883-898. doi:10.1007/s10802-007-9141-4
- Bernal, B., & Altman, N. (2009). Neural networks of motor and cognitive inhibition are dissociated between brain hemispheres: an fMRI study. *The International Journal of Neuroscience*, 119(10), 1848-1880.
- Best, J. R. (2010). Effects of physical activity on children's executive function: Contributions of experimental research on aerobic exercise. *Developmental Review*, 30(4), 331-351. doi:10.1016/j.dr.2010.08.001

- Best, J. R. (2012). Supplemental Material for Exergaming Immediately Enhances Children's Executive Function. *Developmental psychology*, 48(5), 1501-1510. doi:10.1037/a0026648.supp
- Borgaro, S., Pogge, D. L., DeLuca, V. A., Bilginer, L., Stokes, J., & Harvey, P. D. (2003). Convergence of different versions of the continuous performance test: clinical and scientific implications. *Journal of clinical and experimental neuropsychology*, 25(2), 283-292. doi:10.1076/jcen.25.2.283.13646
- Brassett-Harknett, A., & Butler, N. (2007). Attention-deficit/hyperactivity disorder: an overview of the etiology and a review of the literature relating to the correlates and lifecourse outcomes for men and women. *Clinical psychology review*, 27(2), 188-210. doi:10.1016/j.cpr.2005.06.001
- 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. doi:10.1016/j.ridd.2012.06.003
- Burgi, F., Meyer, U., Granacher, U., Schindler, C., Marques-Vidal, P., Kriemler, S., & Puder, J. J. (2011). Relationship of physical activity with motor skills, aerobic fitness and body fat in preschool children: a cross-sectional and longitudinal study (Ballabeina). *International Journal of Obesity (London)*, 35(7), 937-944. doi:10.1038/ijo.2011.54
- Cameron, C. E., Brock, L. L., Murrah, W. M., Bell, L. H., Worzalla, S. L., Grissmer, D., & Morrison, F. J. (2012). Fine motor skills and executive function both contribute to kindergarten achievement. *Child Development*, 83(4), 1229-1244. doi:10.1111/j.1467-8624.2012.01768.x
- Chevalier, N., Guay, M.-C., Achim, A., Lageix, P., & Poissant, H. (2006). *Trouble déficitaire de l'attention avec hyperactivité: soigner, éduquer, surtout valoriser*: Presses de l'Université du Québec.
- Chevrette, T., Leroux, J., Comtois, A., & Verret, C. (2013). Motor skills of adolescents with ADHD : an ongoing study. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism (APNM)*, 1(37).
- Chevrette, T., Verret, C., Courtemanche, V., Leroux, J., Kalinova, E., Leone, M., & Comtois, A. (2012). [Gross Motor Skills of Children and Adolescents with Mental Health Problems: a transversal Study].
- Comtois, A., Verret, C., Chevrette, T., Kalinova, É., & Leone, M. (2012). [Gross Motor Skills of Children and Adolescents with Mental Health Problems: a Pilot Study].
- Cortese, S. (2012). The neurobiology and genetics of Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder (ADHD): what every clinician should know. *European Journal of Paediatric Neurology*, 16(5), 422-433. doi:10.1016/j.ejpn.2012.01.009

- Diamond, A. (2012). Activities and Programs That Improve Children's Executive Functions. *Current Directions in Psychological Science*, 21(5), 335-341. doi:10.1177/0963721412453722
- Dickstein, S. G., Bannon, K., Castellanos, F. X., & Milham, M. P. (2006). The neural correlates of attention deficit hyperactivity disorder: an ALE meta-analysis. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 47(10), 1051-1062. doi:10.1111/j.1469-7610.2006.01671.x
- Dong, Y., & Peng, C.-Y. J. (2013). Principled missing data methods for researchers. *Springer*, 2(222), 17.
- Dykiert, D., Der, G., Starr, J. M., & Deary, I. J. (2012). Supplemental Material for Sex Differences in Reaction Time Mean and Intraindividual Variability Across the Life Span. *Developmental psychology*. doi:10.1037/a0027550.supp
- Epstein, J. N., Erkanli, A., Conners, K., Klaric, J., Costello, J. E., & Angold, A. (2003). Relations Between Continuous Performance Test Performance Measures and ADHD Behaviors. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 31(5), 543-554.
- Fliers, E. A., Franke, B., Lambregts-Rommelse, N. N., Altink, M. E., Buschgens, C. J., Nijhuis-van der Sanden, M. W., . . . Buitelaar, J. K. (2009). Undertreatment of Motor Problems in Children with ADHD. *Child and Adolescent Mental Health*, 15(2), 85-90. doi:10.1111/j.1475-3588.2009.00538.x
- Fuggetta, G. P. (2006). Impairment of executive functions in boys with attention deficit/hyperactivity disorder. *Child Neuropsychology*, 12(1), 1-21. doi:10.1080/09297040500203418
- Gapin, J. I., Labban, J. D., & Etnier, J. L. (2011). The effects of physical activity on attention deficit hyperactivity disorder symptoms: the evidence. *Preventive medicine*, 52, 570-574. doi:10.1016/j.ypmed.2011.01.022
- Ghasemi, A., & Zahediasl, S. (2012). Normality tests for statistical analysis: a guide for non-statisticians. *International Journal of Endocrinology and Metabolism*, 10(2), 486-489. doi:10.5812/ijem.3505
- Gillberg, C., & Kadesjö, B. (2003). Why Bother About Clumsiness? The Implications of Having Developmental Coordination Disorder (DCD). *Neural Plasticity*, 10(1-2), 59-68.
- Goldstein, S., & Naglieri, J. A. (2014). *Handbook of Executive Functioning* (pp. 567).
- 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. doi:10.1016/j.ridd.2012.07.014

- Gualtieri, C. T., & Johnson, L. G. (2008). Medications do not necessarily normalize cognition in ADHD patients. *Journal of attention disorders*, 11(4), 459-469. doi:10.1177/1087054707305314
- Hodgkins, P., Arnold, L. E., Shaw, M., Caci, H., Kahle, J., Woods, A. G., & Young, S. (2011). A systematic review of global publication trends regarding long-term outcomes of ADHD. *Front Psychiatry*, 2, 84. doi:10.3389/fpsyt.2011.00084
- Huang-Pollock, C. L., Karalunas, S. L., Tam, H., & Moore, A. N. (2012). Supplemental Material for Evaluating Vigilance Deficits in ADHD: A Meta-Analysis of CPT Performance. *Journal of abnormal psychology*, 121(2), 360-371. doi:10.1037/a0027205.supp
- Hughes, A., Wilson, F. C., Trew, K., & Emslie, H. (2013). Detecting executive deficits in children with ADHD or acquired brain injury using the Behavioural Assessment of Dysexecutive Syndrome (BADS). *The Irish Journal of Psychology*, 34(1), 13-23. doi:10.1080/03033910.2012.754323
- Jeannerod, M. (2001). Neural simulation of action: a unifying mechanism for motor cognition. *Neuroimage*, 14(1 Pt 2), S103-109. doi:10.1006/nimg.2001.0832
- Jurado, M. B., & Rosselli, M. (2007). The elusive nature of executive functions: a review of our current understanding. *Neuropsychology review*, 17, 213-233. doi:10.1007/s11065-007-9040-z
- Kadesjö, B., & Gillberg, C. (2001). The comorbidity of ADHD in the general population of Swedish school-age children. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 42(4), 487-492.
- Kasper, L. J., Alderson, R. M., & Hudec, K. L. (2012). Moderators of working memory deficits in children with attention-deficit/ hyperactivity disorder (ADHD): A meta-analytic review. *Clinical psychology review*(32), 605-617.
- Klimkeit, E. I., Mattingley, J. B., Sheppard, D. M., Lee, P., & Bradshaw, J. L. (2005). Motor preparation, motor execution, attention, and executive functions in attention deficit/hyperactivity disorder (ADHD). *Child Neuropsychology*, 11(2), 153-173. doi:10.1080/092970490911298
- Klotz, J. M., Johnson, M. D., Wu, S. W., Isaacs, K. M., & Gilbert, D. L. (2012). Relationship between reaction time variability and motor skill development in ADHD. *Child Neuropsychol*, 18(6), 576-585. doi:10.1080/09297049.2011.625356
- Lakes, K. D., Bryars, T., Sirisinahal, S., Salim, N., Arastoo, S., Emmerson, N., . . . Kang, C. J. (2013). The Healthy for Life Taekwondo pilot study: A preliminary evaluation of effects on executive function and BMI, feasibility, and acceptability. *Mental Health and Physical Activity*, 6, 181-188. doi:10.1016/j.mhpa.2013.07.002

- Leone, M. (2008). *TÉMAPE: Techniques d'Évaluation et Mesure de l'Aptitude Physique chez l'Enfant*. Université du Québec à Chicoutimi.
- Lohse, K. R., Jones, M., Healy, A. F., & Sherwood, D. E. (2014). The role of attention in motor control. *Journal of Experimental Psychology: General*, 143(2), 930-948. doi:10.1037/a0032817
- Lussier, F., & Flessas, J. (2009). *Neuropsychologie de l'enfant: troubles développementaux et de l'apprentissage* (2 ed.): Dunod.
- Millichap, J. G. (2008). Etiologic classification of attention-deficit/hyperactivity disorder. *Pediatrics*, 121(2), e358-365. doi:10.1542/peds.2007-1332
- Miyahara, M., & Piek, J. (2006). Self-Esteem of Children and Adolescents with Physical Disabilities: Quantitative Evidence from Meta-Analysis. *Journal of Developmental and Physical Disabilities*, 18(3), 219-234. doi:10.1007/s10882-006-9014-8
- Munkvold, L. H., Manger, T., & Lundervold, A. J. (2014). Conners' continuous performance test (CCPT-II) in children with ADHD, ODD, or a combined ADHD/ODD diagnosis. *Child Neuropsychology*, 20(1), 106-126. doi:10.1080/09297049.2012.753997
- 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. doi:10.1080/13803395.2010.533157
- Piek, J. P., Baynam, G. B., & Barrett, N. C. (2006). The relationship between fine and gross motor ability, self-perceptions and self-worth in children and adolescents. *Human movement science*, 25(1), 65-75. doi:10.1016/j.humov.2005.10.011
- Piek, J. P., Dyck, M. J., Nieman, A., Anderson, M., Hay, D., Smith, L. M., . . . Hallmayer, J. (2004). The relationship between motor coordination, executive functioning and attention in school aged children. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 19(8), 1063-1076. doi:10.1016/j.acn.2003.12.007
- Piek, J. P., Pitcher, T. M., & Hay, D. A. (1999). Motor coordination and kinaesthesia in boys with attention deficit-hyperactivity disorder. *Developmental Medicine & Child Neurology*(41), 159-165.
- Posner, M. I., & Raichle, M. E. (1998). The neuroimaging of human brain function. *The National Academy of Sciences*, 95(3).
- Riccio, C. A., Reynolds, C. R., Lowe, P., & Moore, J. J. (2002). The continuous performance test: a window on the neural substrates for attention? *Archives of Clinical Neuropsychology*, 1(17), 235-272.
- Rigal, R. (2010). *Motricité humaine - Tome 2* (Vol. 2): Presses de l'Université du Québec.

- Rintala, P., Pienimäki, K., Ahonen, T., Cantell, M., & Kooistra, L. (1998). The effects of a psychomotor training programme on motor skill development in children with developmental language disorders. *Human movement science*(17), 721-737.
- Schoemaker, M. M., Niemeijer, A. S., Reynders, K., & Smits-Engelsman, B. C. M. (2003). Effectiveness of neuromotor task Training for Children with Developmental Coordination Disorder: A Pilot Study. *Neural Plasticity*, 10(1-2), 155-163.
- Sergeant, J. (2000). The cognitive-energetic model - An empirical approach to ADHD. *Neuroscience and Behavioral Reviews*(24), 7-12.
- Skinner, R. A., & Piek, J. P. (2001). Psychosocial implications of poor motor coordination. *Human movement science*(20), 73-94.
- 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. doi:10.1177/1087054711417395
- Stodden, D., Langendorfer, S., & Robertson, M. A. (2009). The association between motor skill competence and physical fitness in young adults. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 80(2), 223-229. doi:10.1080/02701367.2009.10599556
- Stodden, D. F., Goodway, J. D., Langendorfer, S. J., Robertson, M. A., Rudisill, M. E., Garcia, C., & Garcia, L. E. (2008). A Developmental Perspective on the Role of Motor Skill Competence in Physical Activity: An Emergent Relationship. *Quest*, 60(2), 290-306. doi:10.1080/00336297.2008.10483582
- Stray, L. L., Stray, T., Iversen, S., Ruud, A., Ellertsen, B., & Tonnessen, F. E. (2009). The Motor Function Neurological Assessment (MFNU) as an indicator of motor function problems in boys with ADHD. *Behavioral and Brain Functions*, 5, 22. doi:10.1186/1744-9081-5-22
- Tamnes, C. K., Østby, Y., Walhovda, K. B., Westlye, L. T., Due-Tønnessen, P., & Fjella, A. M. (2010). Neuroanatomical correlates of executive functions in children and adolescents: a magnetic resonance imaging (MRI) study of cortical thickness. *Neuropsychologia*, 48(9), 2496-2508. doi:10.1016/j.neuropsychologia.2010.04.024
- Tomporowski, P. D., Davis, C. L., Miller, P. H., & Naglieri, J. A. (2008). Exercise and Children's Intelligence, Cognition, and Academic Achievement. *Educational psychology review*, 20(2), 111-131. doi:10.1007/s10648-007-9057-0
- Tseng, M. H., Henderson, A., Chow, S. M. K., & Yao, G. (2004). Relationship between motor proficiency, attention, impulse, and activity in children with ADHD. *Developmental Medicine & Child Neurology*(46), 381-388.
- Van Zomeren, A. H., & Brouwer, W. H. (1994). *Clinical Neuropsychology of Attention*. New-York: Oxford University Press.

- Vasserman, M., Bender, H. A., & MacAllister, W. S. (2013). Motor Skills Development in Children with Inattentive Versus Combined Subtypes of ADHD. *Applied Neuropsychology: Child*, 1-7. doi:10.1080/21622965.2012.759466
- Verret, C., Comtois, A., Leroux, J., Leone, M., & Chevrete, T. (2013). Regular physical activity participation on gross motor skills in children having ADHD.
- Wåhlstedt, C., Thorell, L. B., & Bohlin, G. (2009). Heterogeneity in ADHD: neuropsychological pathways, comorbidity and symptom domains. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 37(4), 551-564. doi:10.1007/s10802-008-9286-9
- Wang, S., Yang, Y., Xing, W., Chen, J., Liu, C., & Luo, X. (2013). Altered neural circuits related to sustained attention and executive control in children with ADHD: an event-related fMRI study. *Clinical Neurophysiology*, 124(11), 2181-2190. doi:10.1016/j.clinph.2013.05.008
- Yang, P. C., Lung, F. W., Chiou, S. S., Yen, C. F., & Fuh, J. L. (2012). Quality of life of methylphenidate treatment-responsive adolescents with attention-deficit/hyperactivity disorder. *The Kaohsiung Journal of Medical Sciences*, 28(5), 279-284. doi:10.1016/j.kjms.2011.10.013

Annexe A : Tests de la batterie d'évaluation motrice UQAC-UQAM

A. MESURE ET ÉVALUATION DE LA COORDINATION

On entend par coordination, la capacité d'un individu à réaliser de façon harmonieuse, des mouvements complexes et simultanés impliquant différentes parties du corps. Il existe plusieurs épreuves standardisées permettant de mesurer cette qualité. Pour chacune des épreuves présentées, l'évaluateur accorde 3 essais. Le meilleur résultat de chaque test est conservé.

5. Coordination oeil-main (précision)

Ce test propose de mesurer l'habileté de l'enfant à réaliser un mouvement balistique à partir du bras dominant dans un geste nécessitant une coordination oeil-main lors d'un lancer de précision. Le sujet 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. L'enfant doit lancer une balle de tennis vers la cible par un mouvement au dessus de l'épaule (figure 5). L'enfant a droit à 10 essais. Un point est accordé si la cible est atteinte. Un point boni supplémentaire est alloué si le lancer atteint le centre de la cible. Le résultat est le nombre de points accumulé (maximum de 20 points). Ce test est réalisé une fois (10 balles).

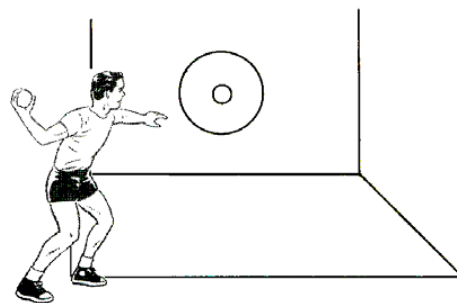
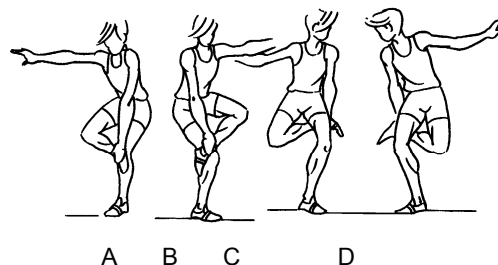


Figure 5.

4. Coordination mains-pieds

Cette épreuve propose de mesurer l'habileté de l'enfant à mouvoir alternativement et le plus rapidement possible, ses membres supérieurs et inférieurs avec synchronisme. Le test se déroule selon la séquence suivante (figure 4) : 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.



B. MESURE ET ÉVALUATION DE L'ÉQUILIBRE STATIQUE ET DYNAMIQUE

On entend par équilibre, l'habileté d'un individu de maintenir (statique) ou de contrôler (dynamique) son corps en position droite. Plusieurs épreuves standardisées permettent de quantifier différentes facettes de ce déterminant de la performance biomotrice. Sauf indication contraire, 3 essais sont accordés par test et par enfant.

1. Équilibre statique sur une jambe

Le but de cette épreuve est de mesurer l'habileté de l'enfant de maintenir son équilibre en appui sur la jambe dominante. Le sujet est placé debout sur un rail de bois de 5 cm de hauteur, 2 cm de largeur et 60 cm de longueur. L'évaluateur aide le sujet 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 (figure 6). Le test prend fin lorsque l'enfant touche le sol ou si les mains quittent les hanches. Ce test peut être également réalisé en demandant au sujet de fermer les yeux. Le résultat consiste à chronométrer le temps total durant lequel l'enfant a maintenu son équilibre (maximum 30 secondes). La précision désirée est de 0.1 seconde.



Figure 6.

4. Équilibre statique sur surface instable

Ce test permet de mesurer l'habileté de l'enfant de maintenir son équilibre sur une surface instable. La plate-forme mesure 60 cm de largeur par 30 cm de longueur et 2.5 cm d'épaisseur. Au centre et sous la plate-forme est fixé un rail de bois de 30 cm de longueur par 5 cm de largeur et 10 cm de hauteur. Avec l'aide de l'évaluateur, le sujet doit trouver son point d'équilibre. Une fois le point d'équilibre atteint, l'évaluateur démarre le chronomètre et l'enfant doit maintenir son équilibre le plus longtemps possible (figure 9). Le test prend fin lorsque le sujet ou une des extrémités de la plate-forme touchent le sol. La durée maximale du test est de 20 secondes et le temps est noté avec une précision de 0.1 seconde.



C. MESURE ET ÉVALUATION DE LA VITESSE DE SEGMENTS

La vitesse de segments (bras et jambes) fait référence à l'habileté de l'enfant à réaliser des gestes nécessitant l'exécution de mouvements d'abduction, d'adduction, de circonvolution, de flexion et d'extension, le plus rapidement possible. Généralement, 3 essais par épreuves et par enfants sont accordés. Le meilleur des 3 essais est alors noté.

1. Vitesse de bras (frappe le centre)

Ce test mesure la vitesse à laquelle l'enfant peut horizontalement faire des mouvements d'abduction et d'adduction avec le bras dominant. Le sujet est assis à une table sur laquelle sont dessinés deux cercles de 20 cm de diamètre qui sont séparés de 60 cm (figure 12). 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 puis immédiatement après, celui de gauche. Le but du test est de réaliser le maximum de touches en 20 secondes. Pour faciliter le décompte, calculer 1 cycle = 2 touches d'où le nombre de cycles $\times 2$ = résultat final.



4. Vitesse de jambes (2 pieds)

Cette épreuve propose de mesurer l'habileté de l'enfant à fléchir et d'étirer l'articulation de la hanche, le plus rapidement possible. Le sujet se tient debout face à un mur sur lequel est dessiné un carré de 30 cm² placé à 40 cm du sol. Au signal, l'enfant doit fléchir la hanche droite de manière à ce que l'angle cuisse-mollet soit d'environ 90° (figure 15). 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 touches du pied droit et une double touches du pied gauche) et de multiplier par 2.

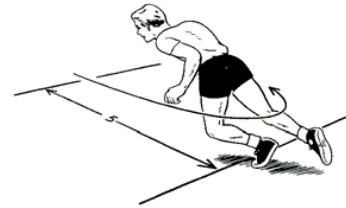


E. MESURE ET ÉVALUATION DE L'AGILITÉ

On entend par agilité, la capacité d'un individu de mouvoir son corps et/ou une partie de son corps par des changements de directions rapides et précis. Chaque participant a droit à deux essais. Seul le meilleur résultat est conservé.

1. Course navette

Ce test consiste à mesurer l'habileté de l'enfant 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 sujet doit couvrir le plus rapidement possible la distance de 5 mètres, traverser complètement la ligne (les deux pieds), exécuter un virage brusque de 180° et revenir à la ligne de départ (figure 20). L'enfant doit franchir ainsi une distance de 25 mètres (5 X 5 mètres). Le parcours est chronométré et le temps noté avec une précision de 0.1 seconde.



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 (figure 21). Au signal, le sujet doit réaliser le plus rapidement possible, 5 fois consécutivement 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 l'enfant touche ou traverse la ligne qui délimite le cercle. La précision recherchée est 0.1 seconde.



Figure 21.

3. Course en pas chassés

Ce test consiste à mesurer l'habileté de l'enfant 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 sujet prend position les deux pieds derrière la ligne à sa gauche. Au signal, l'enfant 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 (figure 22). Aux extrémités, le sujet doit toucher la ligne avec le pied le plus rapproché avant de redémarrer en direction opposée (sinon, pénalité de 0.5 seconde). De plus, les croisements de jambes ne sont pas permis et le corps de l'enfant doit toujours être orienté face à l'évaluateur (placé directement devant le sujet). Le temps est chronométré et inscrit avec une précision de 0.1 seconde.

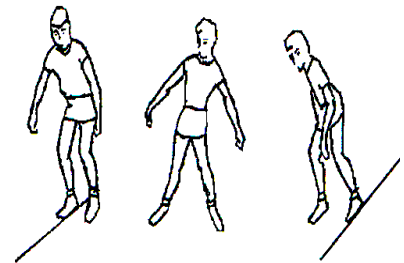


Figure 22.

4. Course en slalom (Fleishman)

Ce test propose de mesurer l'habileté de l'enfant à changer la position de son corps en mouvement lorsqu'il court le plus rapidement en contournant des obstacles. Il s'agit d'abord d'installer 6 chaises ou cônes selon la disposition présentée à la figure 23. Ainsi, deux rangées de cônes placées 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 sujet doit courir le plus rapidement possible vers sa droite

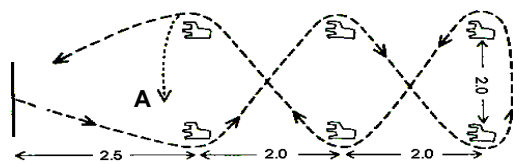


Figure 23.

et contourner chacun des obstacles (slalom). Une fois le parcours complété et sans s'arrêter, l'enfant recommence de nouveau (en suivant la trajectoire A) puis termine sa course en franchissant la ligne de départ. Noter le temps chronométré avec une précision de 0.1 seconde.