

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

ENTRAÎNEMENT ADAPTÉ DES CAPACITÉS CARDIOVASCULAIRES DES  
ENFANTS ATTEINTS DE TROUBLES D'APPRENTISSAGE SPÉCIFIQUES

MÉMOIRE

PRÉSENTÉ COMME

MAÎTRISE EN SCIENCE DE L'ACTIVITÉ PHYSIQUE

PAR

CAMILLE CHAYER

DÉCEMBRE 2022

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL  
Service des bibliothèques

Avertissement

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

## REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier tout d'abord ma directrice de recherche la Pre Mariève Blanchet pour son encadrement, sa disponibilité et la confiance qu'elle a eue en moi tout au long de la réalisation de ce projet. Elle a su m'apporter une grande écoute et elle m'a permis d'être autonome. Je tiens également à remercier mon collègue du Laboratoire de motricité de l'enfant, Hugo Arramon qui a su m'épauler durant les 8 semaines d'interventions. Merci à Alain S. Comtois et Marie Grandisson qui ont pris le temps de lire et commenter mon projet afin d'en sortir la meilleure version possible. Finalement, merci à ma famille, mes ami(e)s et mon copain pour tout le support moral durant ces deux dernières années de pandémie et de rédactions.

## TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES FIGURES.....	vi
LISTE DES TABLEAUX.....	viii
LISTE DES ABRÉVIATIONS, DES SIGLES ET DES ACRONYMES .....	x
RÉSUMÉ .....	xi
ABSTRACT .....	xii
INTRODUCTION .....	1
CHAPITRE I CADRE THÉORIQUE .....	3
1.1 Définition du Trouble d'apprentissage .....	3
1.1.1 Dyscalculie.....	4
1.1.2 Dysgraphie .....	5
1.1.3 Dyslexie.....	5
1.1.4 Dysorthographe.....	5
1.1.5 Dysphasie .....	5
1.1.6 Dyspraxie .....	6
1.2 Étiologie.....	9
1.3 Prévalence.....	10
1.4 Comorbidités associées aux TA.....	11
1.4.1 Sédentarité et les TA .....	13
1.4.2 Les compétences motrices et les TA dans le cercle vicieux du désengagement .....	18
1.5 Sentiment d'auto-efficacité et TA .....	23

1.5.1	Compétences sociales et TA .....	24
1.5.2	Participation sociale .....	24
1.5.2.1	Participation aux activités physiques et motrices.....	25
1.5.3	Condition physique et TA .....	27
CHAPITRE II CAPACITÉS CARDIOVASCULAIRES ET LES MÉTHODES D'ÉVALUATION DES ENFANTS AYANT UN TA.....		
		29
2.1	Capacités cardiovasculaires des enfants ayant un développement typique .....	30
2.2	Capacités cardiovasculaires des enfants ayant un TA .....	33
2.3	Méthodes d'évaluation cardiovasculaire en pédiatrie.....	35
2.4	Protocole d'évaluation cardiovasculaire.....	37
2.4.1	Test maximal sur ergocycle ou tapis roulant.....	37
2.4.2	Test Navette .....	39
2.4.3	Test de course ou de marche de six minutes .....	40
2.4.4	Le test 10X20/ <i>Srounch test</i> .....	42
CHAPITRE III ENTRAÎNEMENT DES CAPACITÉS CARDIOVASCULAIRES CHEZ LES ENFANTS AYANT UN TA .....		
		46
3.1	Entraînement aérobique: .....	47
3.1.1	L'entraînement aérobique par intervalles à haute intensité (HIIT).....	48
3.1.2	Entraînement avec musique : .....	50
3.2	Entraînement extérieur : .....	50
3.3	Entraînement autodéterminé : .....	51
3.5	Objectif et hypothèse : .....	57
CHAPITRE IV MÉTHODOLOGIE .....		
		58
4.1	Participants, critères d'inclusion et d'exclusion .....	58
4.2	Protocole expérimental .....	59
4.3	Variables mesurées lors du test.....	60
4.3.1	Mesures anthropométriques .....	60
4.3.2	Variables cardiovasculaires.....	61

4.3.3	Variables d'économie de course .....	61
4.3.4	Variable de la motivation .....	62
4.4	Déroulement du <i>Scrounch test</i> ou test 10X20 adapté .....	62
4.5	Méthodes et outils du programme d'intervention HIIT autodéterminé .....	64
4.6	Variables mesurées lors du programme .....	67
4.6.1	Mesures anthropométriques .....	67
4.6.2	Variables cardiovasculaires .....	68
4.6.3	Variables d'économie de course .....	69
4.7	Déroulement du programme .....	69
4.8	Analyses statistiques .....	71
CHAPITRE V RÉSULTATS .....		72
5.1	Variables cardiovasculaires lors du <i>Scrounch test</i> .....	72
5.2	Variables de la motivation .....	74
5.3	Variables cardiovasculaires durant les séances d'interventions .....	75
CHAPITRE VI DISCUSSION .....		82
6.1	L'impact de Mission Action sur les variables cardiovasculaires .....	82
6.2	L'impact de Mission Action sur la motivation .....	85
6.3	Recherches futures .....	86
6.4	Limites de l'étude .....	87
CHAPITRE VII CONCLUSION .....		89
ANNEXE A DIFFICULTÉS MOTRICES RELIÉES AUX TROUBLES D'APPRENTISSAGE .....		91
1.	Difficultés sensorimotrices liées à la Dyscalculie : .....	91
2.	Difficultés sensorimotrices liées à la Dysgraphie: .....	92
3.	Difficultés sensorimotrices liées à la Dyslexie : .....	94

4.	Difficultés sensorimotrices liées à la Dysorthographe :.....	96
5.	Difficultés sensorimotrices liées à la Dysphasie :.....	96
6.	Difficultés sensorimotrices liées à la Dyspraxie .....	97
ANNEXE B PROGRAMME D'ACTIVITÉS PHYSIQUES .....		98
ANNEXE C FORMULAIRE D'INFORMATION ET DE CONSENTEMENT ...		107
ANNEXE D .....		111
CRITÈRES D'ARRÊT D'UN TEST D'ÉVALUATION CARDIOVASCULAIRE MAXIMAL CHEZ L'ENFANT .....		111
ANNEXE E MODÈLE DE PRÉDICTION DE LA PERFORMANCE AÉROBIE CHEZ L'ENFANT .....		112
ANNEXE F ÉCHELLE PICTURALE DE LA MOTIVATION (Validée par Reid, Vallerand & Poulin, 2010) .....		113
RÉFÉRENCES.....		122

## LISTE DES FIGURES

Figure 1.1 : Évolution historique des termes employés pour un TDC (Inserm, 2019).	7
Figure 1.2 : Classification des troubles d'apprentissage spécifique (Saint-Justine, 2018) .....	9
Figure 1.3 : Troubles de santé à long terme recensés chez les adultes ayant un TA (Heslop, 2013).....	13
Figure 1.4 : Pourcentage pondéré (%) des enfants et des jeunes (5 à 17 ans) qui respectent la recommandation en matière d'activité physique (ECMS 2016-2017, Statistique Canada) (ParticipACTION, 2020) .....	14
Figure 1.5 : Résumé de conséquences résultantes des faibles compétences motrices chez les enfants atteints de trouble des DYS : Le cercle vicieux du désengagement (Chayer et al., 2021).....	17
Figure 1.6 : Illustration de la distribution du nombre d'enfants pour un même groupe d'âge par rapport à leurs capacités motrices (Chayer et al., 2021) .....	20
Figure 1.7 : Les mécanismes qui influencent les trajectoires de l'activité physique pendant le développement des enfants (Modèle de Stodden et al. (2008), tirée de Blanchet et al. (2021)).....	22

Figure 1.8 : Comparaison des principales barrières à l'activité physique en fonction du degré de sévérité du trouble d'apprentissage (TA) (Hawkins et Look, 2006)....	27
Figure 1.9 : A) Niveau de sédentarité et B) paramètres de la condition physique d'enfants, d'adolescents et d'adultes ayant de faibles compétences motrices lorsqu'ils sont comparés à leurs pairs (Blanchet et al., 2021; Blumberg et al. 2012; Cantell et al., 2008; Han.....	29
Figure 3.1 : Facteurs influençant la motivation chez les enfants ayant un TA en fonction de la TAD (Blanchet, 2021).....	52
Figure 3.2 : Variables principales de la théorie de l'autodétermination (Sarrazin et al., 2015). .....	54
Figure 4.1 : Protocole expérimental .....	59
Figure 4.2 : Schéma illustrant les intervalles durant les séances. ....	66
Figure 4.3 : Niveau de respiration et capacité de parole illustrant l'intensité de l'effort (tiré de Le Grand Défi Pierre Lavoie). .....	66
Figure 4.4 : Mesure de l'intensité de l'activité physique selon le guide d'Éducation et Apprentissage de la petite enfance de la province du Manitoba (Province du Manitoba., s.d.). .....	69
Figure 4.5 : Échéancier d'une séance du programme. ....	70

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1.1 : Recensement des études qui ont évalué les corrélations entre les compétences motrices fondamentales (fundamental movement skill - FMS) et les bénéfices sur la santé associés (Lubans et al., 2010). .....	18
Tableau 2.1 : Variables cardiovasculaires et leurs définitions.....	31
Tableau 3.1 : Caractéristiques des études examinant les participants prépubères. ....	49
Tableau 4.1 : Critères d'inclusion et d'exclusion chez les participants. ....	58
Tableau 5.1 : Comparaison des variables cardiovasculaires et biomécaniques durant le <i>Scrouch</i> test. ....	73
Tableau 5.2 : Comparaison des variables de la motivation avec le test de rang signé non-paramétrique de Wilcoxon.....	74
Tableau 5.3 : Comparaison des variables cardiovasculaires durant les sessions 1 et 2 avec le test de rang-signé non-paramétrique de Wilcoxon .....	75
Tableau 5.4 : Comparaison des variables cardiovasculaires durant les sessions 2 et 7 avec le test de rang-signé non-paramétrique de Wilcoxon .....	76

Tableau 5.5 : Comparaison des graphiques des Fc en fonction du temps au 1er, 2e et 3e tiers du programme.....	77
Tableau 5.6 : Moyenne du pourcentage de temps passé dans chaque zone d'entraînement lors des séances 2, 4 et 7 du programme Mission Action incluant les temps de repos actifs.....	79
Tableau 5.7 : Nombre de participants ayant atteints chaque zone d'entraînement lors des séances 2, 4 et 7 du programme Mission Action. ....	79

## LISTE DES ABRÉVIATIONS, DES SIGLES ET DES ACRONYMES

APMV: Activité Physique d'intensité Modérée à Vigoureuse

DT: Développement typique

IMC: Indice de Masse Corporelle

TA: Trouble d'apprentissage

TAD: Théorie de l'autodétermination

TDC: Trouble Développementale de la Coordination

VO<sub>2</sub>max: Capacité maximale de consommation d'oxygène

## RÉSUMÉ

Les troubles des *dys* regroupent différents troubles dont le trouble développemental de la coordination (TDC) ainsi que les divers troubles d'apprentissages (TA). Ces troubles neurodéveloppementaux causent, chez les enfants qui en sont atteints, plusieurs difficultés motrices. Ces difficultés motrices auraient d'importantes répercussions sur le plan psychologique comme un faible sentiment de compétence ainsi qu'une faible motivation à participer aux activités physiques. De ces faits, leur comportement face à l'activité physique aurait un effet néfaste sur leurs capacités cardiovasculaires. Cependant, aucune étude n'a proposé des programmes d'activités physiques adaptées pour des enfants ayant un trouble d'apprentissage et très peu en ont proposé pour des enfants ayant un TDC. L'objectif de cette recherche exploratoire est de quantifier les adaptations cardiovasculaires et motivationnelles des enfants ayant un trouble des *dys* avant et après avoir participé à un programme pilote d'activités cardiovasculaires HIIT basé sur l'autodétermination. Pour ce faire, un groupe d'enfants âgés de 6 à 8 ans atteints de trouble des *dys* ont participé au programme pilote Mission Action pendant 8 semaines. Les méthodes HIIT (entraînement par intervalles à de hautes intensités), le plein air ainsi que la théorie de l'autodétermination (TAD) ont été utilisés pour la conception du programme. Les enfants ont été évalués avant, pendant et après la participation au programme. Les variables acquises par la montre Garmin Vivoactive 3 et le cardiofréquencemètre (fréquences cardiaques moyenne et maximale à l'effort, cadence de pas, la longueur de foulée, vitesse moyenne et maximale ainsi que la fréquence cardiaque de repos) ont permis de quantifier les capacités cardiovasculaires pendant l'entraînement et lors de l'exécution du test cardiovasculaire 10X20 adapté. Un questionnaire sur la motivation à participer à des activités physiques a également été rempli lors de chaque évaluation. Le programme pilote a démontré la possibilité d'effectuer de l'entraînement HIIT de façon ludique et autodéterminé chez les jeunes enfants ayant un TA. Les enfants ont amélioré leur intensité cardiovasculaire à travers les séances ainsi que leur fréquence cardiovasculaire moyenne mais le niveau de motivation n'a pas été modifié par le programme.

Mots clés : Trouble des *dys*, Trouble développemental de la coordination, Trouble d'apprentissage, enfant, cardiovasculaire, autodétermination, motivation

## ABSTRACT

*Dys* disorders include various disorders including developmental coordination disorder (DCD) as well as various learning disabilities (LD). These neurodevelopmental disorders cause, in children who are affected, several motor difficulties. These motor difficulties would have important psychological repercussions such as a weak feeling of competence as well as a weak motivation to participate in physical activities. From these facts, their behavior in the face of physical activity would have a detrimental effect on their cardiovascular capacities. However, no study has proposed adapted physical activity programs for children with a learning disability and very few have proposed them for children with DCD. The objective of this research is to quantify the cardiovascular and motivational adaptations of children with *dys* disorder in a pilot project. To do this, a group of children aged 6 to 8 with *dys* disorder participated in the Mission Action pilot program for 8 weeks. The High Intensity Interval Method (HIIT) were used in the program along with Self-Determination Theory (TAD) and outdoors activities to support and develop motivation to participation. Children were assessed before, during and after participation in the program. The variables acquired by the Garmin Vivoactive 3 watch and the heart rate monitor (average and maximum heart rate during exercise, step rate, stride length, average and maximum speed as well as resting heart rate) made it possible to quantify cardiovascular capacity during training and when performing the adapted 10X20 cardiovascular test. A questionnaire on the motivation to participate in physical activities was completed during each assessment. The pilot program demonstrated the possibility of performing HIIT training in a playful and self-determined way in young children with LD. The children improved their cardiovascular intensity through the sessions as well as their average cardiovascular rate but the level of motivation was not modified by the program.

Keywords: Developmental coordination disorder, Learning disability, children, cardiovascular, self-determination, motivation

## INTRODUCTION

Les troubles d'apprentissage (TA) sont aussi connus sous le nom de troubles des *dys* puisqu'ils résultent d'un dysfonctionnement du développement de certaines fonctions cognitives et/ou motrices et ils persistent tout au long de la vie de la personne (American Psychiatric Association, 2013). Parmi les troubles des *dys*, on y retrouve notamment la dyscalculie, la dysgraphie, la dyslexie, la dysorthographe, la dysphasie, la dyspraxie (aussi appelé le trouble développemental de la coordination). Au-delà des difficultés vécues en classe, de plus en plus d'études démontrent que ces enfants ont des difficultés motrices qui limitent leurs capacités d'exécution dans des tâches quotidiennes incluant l'activité physique ce qui conséquemment, diminue la motivation des enfants à participer aux diverses activités qui se présentent à eux (Chayer *et al.*, 2021; Laprevotte *et al.*, 2021; Van Hecke *et al.*, 2019; Westendorp *et al.*, 2011). Malgré ces données probantes, actuellement, les services gouvernementaux au Québec soutiennent ces enfants presque exclusivement dans leur cheminement scolaire. Il n'est donc pas étonnant qu'il y ait un manque de recommandations pour répondre aux besoins de cette clientèle à l'extérieur du système scolaire dont dans le domaine de l'activité physique. À la lumière de ce constat, il est important de se questionner premièrement sur l'impact que les comportements sédentaires présents chez cette population pourraient avoir sur leurs capacités cardiovasculaires. Deuxièmement, il est aussi important de s'attarder sur les méthodes d'évaluations cardiovasculaires pour les enfants ayant un TA ainsi que sur les méthodes probantes d'entraînements cardiovasculaires adaptés à cette clientèle puisqu'à ce jour, il n'existe que très peu de

recommandations pour les kinésioles. Cela limite le kinésiole dans l'évaluation et la planification d'activités physiques adaptées pour cette population. L'accessibilité des ressources en termes d'activités physiques adaptées est pourtant cruciale afin d'encourager un comportement actif, la participation sociale, l'adoption d'un mode de vie physiquement actif à long terme et de limiter le déconditionnement physique qui augmente les risques de développer des troubles métaboliques. De plus, la pratique régulière d'activité physique est essentielle pour le développement des habiletés motrices altérées qui interfèrent avec l'apprentissage à l'école (Lopes et al. 2013; Son and Meisels, 2006; Soares et al. 2015; Suggate et al. 2018).

Ce document présentera donc en premier lieu une recension des écrits qui traitera de ces sujets. Tout d'abord, les sous-types de TA seront définis. Par la suite, une recension des écrits qui permettra d'établir les conséquences motrices, physiques et psychologiques de ces troubles. Une emphase sera mise sur les capacités cardiovasculaires puisqu'elles sont méconnues et étroitement liées à une augmentation de la fatigue et des risques de développer des troubles métaboliques à long terme. Les résultats seront mis en relation avec l'ensemble de la population atteint de trouble des *dys* afin de cerner quel test serait le plus adapté pour répondre aux problématiques de ces enfants. Dans un troisième temps, les méthodes probantes d'entraînement des capacités cardiovasculaires effectuées avec des enfants atteints d'un trouble des *dys* seront présentées, ainsi que les résultats obtenus. Finalement, les objectifs et les hypothèses de cette recherche seront décrits, de même que la méthodologie prévue pour évaluer nos hypothèses appuyées par cette revue de la littérature scientifique.

## CHAPITRE I

### CADRE THÉORIQUE

#### 1.1 Définition du Trouble d'apprentissage

Le TA est un trouble neurodéveloppemental qui affecte l'habileté de traiter et de percevoir l'information de manière efficace (American Psychiatric Association, 2013). Certains enfants ont des difficultés d'apprentissage, mais celles-ci peuvent être résorbées par un encadrement adapté. Pour d'autres, les altérations de leurs capacités d'apprentissage perdureront malgré un encadrement adapté et des stimulations adéquates depuis leur jeune âge, c'est alors un TA. Les TA sont majoritairement perçus dans les tâches de lecture, d'écriture et de mathématique dans les premières années scolaires. Afin d'avoir un diagnostic pour un TA, quatre critères doivent être observés selon le DSM-V. Le premier critère observé est que, l'enfant doit avoir de la difficulté dans au moins une tâche parmi les suivantes depuis une période d'au moins 6 mois, et ce, malgré l'intervention effectuée pour contrer cette difficulté (American Psychiatric Association, 2013). Ces tâches sont, une lecture inexacte ou lente des mots, de la difficulté à comprendre le sens de ce qui est lu, de la difficulté avec l'orthographe, de la difficulté avec l'expression écrite (telles la syntaxe, la ponctuation et la grammaire), de la difficulté avec le sens des nombres et les calculs, et de la difficulté avec le raisonnement mathématique (American Psychiatric Association, 2013). Le deuxième

critère observé est des capacités académiques inférieures à celles attendues selon l'âge chronologique de la personne leur causant ainsi des difficultés de rendement scolaire et professionnel, ainsi que dans les activités de la vie quotidienne (American Psychiatric Association, 2013). Le troisième critère observé est des difficultés d'apprentissage qui commencent à se manifester durant les premières années scolaires (American Psychiatric Association, 2013). Cependant, il est possible que ces difficultés n'apparaissent que lorsque la tâche demandée dépasse les capacités limites de l'enfant (ex.: faire un examen sous la pression d'une limite de temps). Le dernier critère observé, selon le DSM-V, est que les difficultés d'apprentissage ne doivent pas être expliquées par une déficience intellectuelle, un trouble visuel ou auditif non corrigé, d'autres troubles neurologiques, l'adversité psychosociale, le manque de maîtrise de la langue d'enseignement ou un enseignement inadéquat (American Psychiatric Association, 2013). Avant la publication du DSM-V qui a révisé le diagnostic des TA, d'autres termes étaient utilisés dont plusieurs sont d'ailleurs encore utilisés dans les milieux pratiques et cliniques. Ces TA sont regroupés sous plusieurs appellations spécifiques décrites ci-dessous.

### 1.1.1 Dyscalculie

La dyscalculie est un trouble cognitif qui implique la numérisation. Ce trouble comprend des difficultés à maîtriser les connaissances associées aux mathématiques comme effectuer des opérations arithmétiques, résoudre des problèmes mathématiques ou géométriques, comprendre, interpréter et communiquer à l'aide des nombres et de chiffres (Habib, 2018; Schyns, 2018a).

### 1.1.2 Dysgraphie

La dysgraphie est un trouble permanent qui affecte l'automatisation du mouvement graphique ainsi que la calligraphie. Ce trouble touche environ entre 5% à 27% des enfants, dont ceux-ci ne passent pas le stade de précalligraphie (Soppelsa *et al.*, 2016). L'écriture est souvent illisible, car il y a des erreurs au niveau de la forme, de la direction et de la proportion des lettres (Schyns, 2018b; Soppelsa *et al.*, 2016).

### 1.1.3 Dyslexie

La dyslexie est un trouble permanent associé aux difficultés avec le langage écrit. C'est une condition héréditaire et neurologique. Celle-ci affecte autant des difficultés dans la compréhension et l'automatisation de la lecture, de l'orthographe et de l'écriture (Habib, 2018; Mazeau *et al.*, 2014; Schyns, 2018c).

### 1.1.4 Dysorthographie

La dysorthographie est un trouble qui atteint les règles d'accord et d'orthographe dans la langue écrite. C'est une condition neurologique qui est majoritairement héréditaire et qui affecte également la calligraphie lors de l'écriture (Mazeau *et al.*, 2014). Elle est aussi fréquemment associée à la dyslexie (Habib, 2018). Il est possible de voir des cas de dysorthographie qui sont indépendants de la dyslexie, mais cela est plus rare (Mazeau *et al.*, 2014).

### 1.1.5 Dysphasie

La dysphasie est un trouble permanent du langage qui affecte la communication verbale (Habib, 2018; Mazeau *et al.*, 2014). Celle-ci se retrouve chez 2% des enfants et affecte autant la compréhension du langage, la programmation de sons que la syntaxe de

phrases (Schyns, 2018d). Ce trouble d'apprentissage est d'origine héréditaire propre à une anomalie d'une protéine sur le chromosome 7 (Habib, 2018).

#### 1.1.6 Dyspraxie

La dyspraxie, est un trouble neurodéveloppemental qui affecte la planification, l'exécution et l'automatisation de gestes moteurs (American Psychiatric Association, 2013; Mazeau *et al.*, 2014; Schyns, 2018e). Elle se retrouve autant dans les gestes de motricité fine que de motricité globale et la posture. Elle affecte environ 5% à 6% des enfants (Blank *et al.*, 2019; Harris *et al.*, 2015). La proportion des enfants atteints est supérieure chez les garçons dans les pays industrialisés (Blank *et al.*, 2019; Kadesjo et Gillberg, 1998; Lingam *et al.*, 2009).

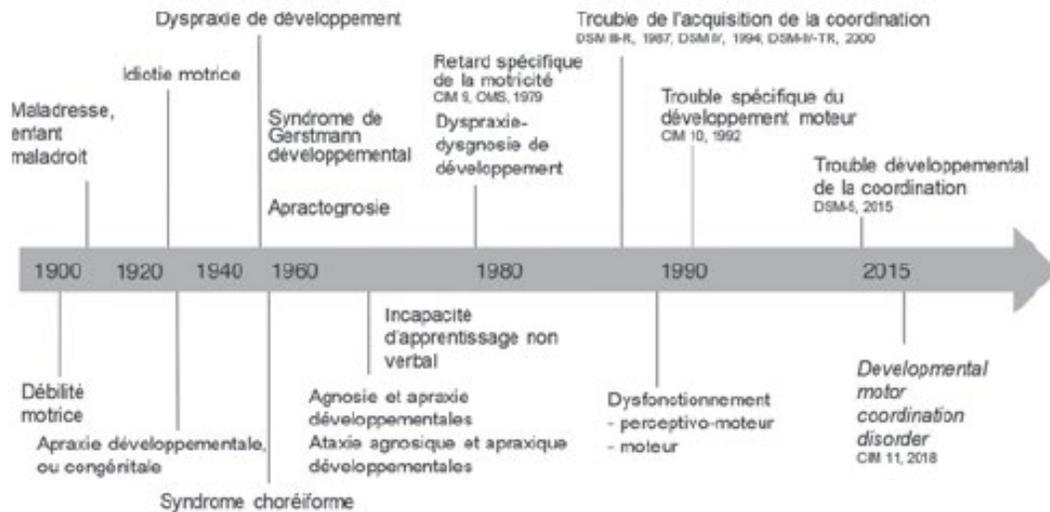


Figure 1.1 : Évolution historique des termes employés pour un TDC (Inserm, 2019).

Le terme dyspraxie peut porter confusion avec le terme TDC autant dans la littérature scientifique que dans le domaine médical, ou encore, sur le terrain. Cependant, une revue de littérature portant sur la comparaison des déficits rapportés dans les études scientifiques de ces deux atteintes conclut que la dyspraxie est un synonyme du TDC (Gibbs *et al.*, 2007). Un article récent de l'Institut national de la santé et de la recherche médicale (INSERM, 2019) qui réunit de nombreux chercheurs experts français dans le domaine a schématisé l'évolution des différents termes utilisés (figure 1.1). Cet article indique principalement que malgré l'équivalence entre les deux termes dyspraxie et TDC, le terme dyspraxie est beaucoup plus utilisé chez les proches et les personnes concernés et le terme TDC est le terme utilisé majoritairement dans la littérature (INSERM, 2019).

Le TDC est donc un trouble neurodéveloppemental qui cause des déficits significatifs de l'apprentissage et de la coordination du mouvement (American Psychiatric

Association, 2013; Blank *et al.*, 2019; Harris *et al.*, 2015). Les enfants ayant le TDC sont plus lents à générer et exécuter des mouvements. En outre, leurs capacités cognitivo-motrices ainsi que leur processus d'anticipation et d'exécution de mouvement sont moins développés que ceux de leurs pairs (Tsai *et al.*, 2009). Sans aucun doute, ces déficits altèrent leur capacité à effectuer des activités physiques et motrices. Dans une revue de littérature de Blank et de ses collaborateurs (2019), les chercheurs ont quantifié l'impact du TDC : ils évaluent que dans 50 % à 70 % des cas, les difficultés motrices des enfants ayant le TDC persisteront à l'adolescence, voire jusqu'à l'âge adulte (Blank *et al.*, 2019). Pour obtenir un diagnostic de TDC, quatre critères doivent être remplis selon le DSM-5.

1. L'acquisition et l'exécution de compétences motrices coordonnées sont nettement inférieures à celles d'un enfant ayant un développement neurologique typique du même âge chronologique. Ces difficultés motrices se manifestent sous forme de maladresse ou d'imprécision dans les gestes moteurs (American Psychiatric Association, 2013).
2. Les difficultés motrices perturbent de manière significative les activités de la vie quotidienne (p. ex. manger, s'habiller) et ont un impact sur le rendement scolaire, les loisirs et les jeux (American Psychiatric Association, 2013; Cairney *et al.*, 2005a; Zwicker *et al.*, 2012).
3. Le diagnostic n'est habituellement pas posé avant l'âge de cinq ans d'âge chronologique (American Psychiatric Association, 2013).
4. Les difficultés motrices des enfants ne doivent pas être causées par un retard intellectuel, par des troubles de la vision ou par toutes autres conditions neurologiques qui pourraient affecter la motricité (American Psychiatric Association, 2013; Blank *et al.*, 2019; Farhat *et al.*, 2015).

Dans le cadre du présent document, afin d'alléger la revue de littérature, nous utilisons le terme dyspraxie. Toutefois, lorsque les participants aux études répondaient aux critères du diagnostic du TDC, le terme « (TDC) » a été ajouté après le terme dyspraxie afin que les experts de cette pathologie puissent nuancer les résultats rapportés. Les TA forment ensemble les troubles des *dys* ou constellations des *dys*. Par contre, il est à noter que depuis la publication du dernier DSM, les TA ont été classés dans trois catégories comme représente la figure 1.2. Pour faciliter la compréhension de la revue de littérature, le terme TA sera utilisé.

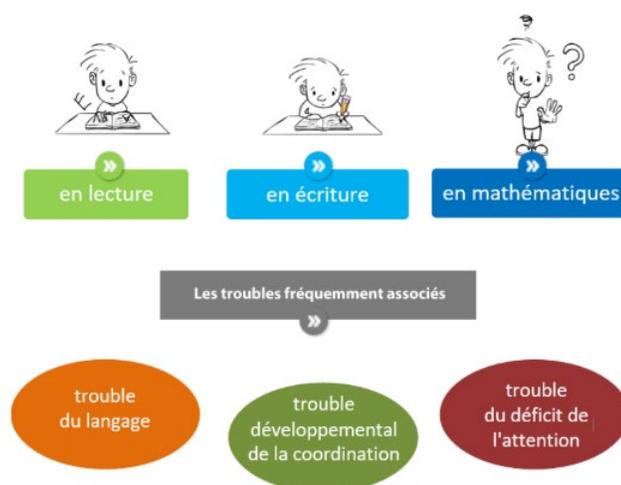


Figure 1.2 : Classification des troubles d'apprentissage spécifique (Saint-Justine, 2018)

## 1.2 Étiologie

Divers facteurs peuvent causer les TA ou être un facteur de risque. Par exemple, l'exposition à la nicotine (Piper *et al.*, 2012) ainsi qu'une naissance prématurée ou un sous poids à la naissance sont des facteurs de risques pour développer un TA

(Aarnoudse-Moens *et al.*, 2009). De plus, plusieurs facteurs environnementaux et génétiques peuvent augmenter les risques d'être atteint d'un TA (American Psychiatric Association, 2013). Tout d'abord, le risque relatif d'être atteint d'un TA spécifique en lecture ou en mathématique est plus élevé dans les familles où les parents portent des difficultés d'apprentissage par rapport à ceux qui n'en ont pas (4 à 8 fois et 5 à 10 fois plus élevé, respectivement) indiquant ainsi la présence de facteurs héréditaires (Shalev *et al.*, 2001; Willcutt *et al.*, 2010). Aussi, les TA sont présents à travers plusieurs cultures, langues, races et conditions socio-économiques, mais peuvent varier selon la nature de la langue parlée et les pratiques culturelles (Goswami *et al.*, 2011). Par exemple, les langues alphabétiques telles l'anglais, le français et l'espagnol ne nécessitent pas les mêmes processus cognitifs que pour les langues non alphabétiques tels le mandarin, le japonais et le coréen, ce qui pourrait être des facteurs d'influences (American Psychiatric Association, 2013).

Pour ce qui en est de la dyspraxie, aucune cause spécifique n'a été identifiée (Gomez et Sirigu, 2015). Plusieurs facteurs de risques ont cependant été suspectés d'influencer la gravité des symptômes. Parmi ces facteurs, on retrouve les facteurs de risques périnataux et postnataux tels un accouchement difficile, un bébé prématuré ainsi que les caractéristiques socio-économiques et les caractéristiques interculturelles (Gomez et Sirigu, 2015; Zwicker, J. *et al.*, 2012).

### 1.3 Prévalence

La prévalence pour un TA varie entre 5 à 15% chez les enfants en âge scolaire (Altarac et Saroha, 2007; American Psychiatric Association, 2013; Barbaresi *et al.*, 2005; Katusic *et al.*, 2009) et est influencée selon les différentes cultures et les langues. Un TA est également plus fréquent chez les garçons que chez les filles portant un ratio

variant entre 2:1 et 3:1 indépendamment des facteurs tels le statut socio-économique, la langue ou la race (American Psychiatric Association, 2013; Reigosa-Crespo *et al.*, 2012; Rutter *et al.*, 2004). Au Canada, selon le rapport de Statistique Canada sur l'Enquête sur la participation et les limitations d'activités (EPLA) (2006), les TA touchent plus d'enfants au pays que tous les autres handicaps réunis. En effet, plus de la moitié (59,8 %) des enfants handicapés du pays ont un TA. Leur rapport démontre que 25 % des enfants seront atteints d'un TA à l'âge scolaire. C'est donc 2 à 3 enfants dans chaque classe au Canada qui ont probablement un TA. Chez les jeunes enfants canadiens (2 à 4 ans), 13 600 auraient déjà des difficultés d'apprentissage (déclarées par la personne la mieux renseignée dans la famille de l'enfant) (Statistique Canada 2019). Chez les adultes canadiens (15 ans et +), plus d'un million vivent avec un trouble d'apprentissage (1 105 680, soit 18% de la population canadienne ayant une incapacité) (Statistique Canada, 2017).

Pour la dyspraxie, la majorité des études tendent vers une prévalence de 5% à 6% chez les enfants (Blank *et al.*, 2019; Harris *et al.*, 2015). Les études démontrent une prévalence supérieure chez les garçons que chez les filles dans les pays industrialisés avec un rapport allant de 2:1 à 7:1 (Blank *et al.*, 2019; Kadesjo et Gillberg, 1998; Lingam *et al.*, 2009).

#### 1.4 Comorbidités associées aux TA

Près de 40% des cas d'enfant ayant un TA spécifique ont plus d'un trouble (Inserm, 2019). Parmi ceux-ci, le TDC et le TDA/H sont les troubles les plus souvent associés avec un TA spécifique, particulièrement chez les enfants atteints de dyslexie (TA spécifique le plus fréquent) et de dyscalculie (American Psychiatric Association, 2013;

Inserm, 2019). Plusieurs autres statistiques dans la littérature démontrent la présence de la comorbidité entre ces différents troubles neurodéveloppementaux. Par exemple, chez les enfants qui sont dysgraphiques, on estime qu'environ 85% d'entre eux sont également dyslexiques (Soppelsa *et al.*, 2016). La présence de dyslexie est également observée chez 20 à 25% des enfants qui sont atteints de dyscalculie (Mazeau *et al.*, 2014). La dyspraxie (TDC) et la dysphasie sont également souvent associées avec les autres TA (DSM-V). Cependant, les pourcentages de comorbidité diffèrent d'un article à l'autre, probablement dû aux différences entre les populations étudiées ainsi que les tests utilisés. Il est donc difficile de savoir les pourcentages exacts associés à la comorbidité de deux ou plusieurs troubles des *dys*. Il est également important de souligner que la présence d'un TA est souvent associé avec un Trouble déficitaire de l'attention avec ou sans hyperactivité (TDA/H), un trouble du spectre de l'autisme, ou d'autres troubles de santé mentale, tels un trouble anxieux ou un trouble dépressif (American Psychiatric Association, 2013).

Les TA sont également associés à plusieurs autres comorbidités issues du mode de vie des personnes, telles que l'obésité et les maladies cardiovasculaires, surtout présentes chez l'adulte (Heslop, 2013). Notamment, il a été démontré que les maladies cardiovasculaires font partie des principales causes de mortalité chez les adultes ayant un TA en Grande-Bretagne dans le comté d'Avon (Heslop, 2013). La figure 1.3, ci-dessous, illustre que les maladies cardiovasculaires seraient la deuxième cause de troubles de santé à long terme recensé chez cette population, soit 39% des cas et l'hypertension représente 22% des cas (Heslop, 2013). Plusieurs causes peuvent justifier cette problématique dont la sédentarité et d'inactivité physique (Cook *et al.*, 2015; Hawkins et Look, 2006; Messent *et al.*, 1998; Padma, 2016).

Condition	% (N=247)
Epilepsy (ever diagnosed)	43
Cardiovascular disease	39
Hypertension	22
Arthritis or osteoarthritis	14
Dementia	14
Hypothyroidism	14
Osteoporosis	13
Gastrostomy feeding	12
Asthma	10
Cerebral Palsy	10
Diabetes (Type 2)	9
Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD)	7
Degenerative condition (neuro or muscular)	5
Diabetes (Type 1)	3

Figure 1.3 : Troubles de santé à long terme recensés chez les adultes ayant un TA (Heslop, 2013)

#### 1.4.1 Sédentarité et les TA

Tout d'abord, qu'est-ce que la sédentarité? La sédentarité est définie comme le temps passé assis ou allongé lors d'un moment d'éveil (Duclos, 2021). Ceci inclut le temps passé dans les transports passifs tels la voiture et le transport en commun, ainsi que le temps passé dans des activités passives telle la lecture, regarder la télévision, etc. L'inactivité physique se définit, quant à elle, à une faible dépense énergétique représentant un niveau d'activités physiques inférieures aux recommandations gouvernementales (Duclos, 2021). La recommandation d'activité physique la plus prescrite à travers le monde chez l'enfant entre 5 et 17 ans, incluant celle au Canada, est celle de faire minimalement 60 minutes d'activités physiques par jour (Parrish *et al.*, 2020). Aussi, selon la Société canadienne de physiologie de l'exercice (2018), les enfants âgés de 5 et 17 ans devraient faire de l'activité physique d'intensité cardiovasculaire modérée à vigoureuses (APMV) au moins trois fois par semaine, ce qui correspond à des intensités entre 80% et 110% de la fréquence cardiaque maximale mesurée ou théorique de l'enfant (Baquet *et al.*, 2003). Cette méthode, soit APMV,

serait associée à de meilleurs bénéfices pour la santé comparativement à la pratique d'activité physique à intensité faible (Parrish *et al.*, 2020). La figure 1.4 ci-dessous représente en pourcentage la proportion des enfants âgés entre 5 et 17 ans qui respectent les différentes combinaisons de recommandations des Directives canadiennes en matière de mouvement sur 24 heures pour les enfants (Société Canadienne de Physiologie de l'Exercice, 2018). Cette figure, tirée de ParticipACTION (2020), montre qu'uniquement 39% des enfants canadiens respectent les recommandations en 2020, soit 3% de plus qu'en 2018 (ParticipACTION, 2018).

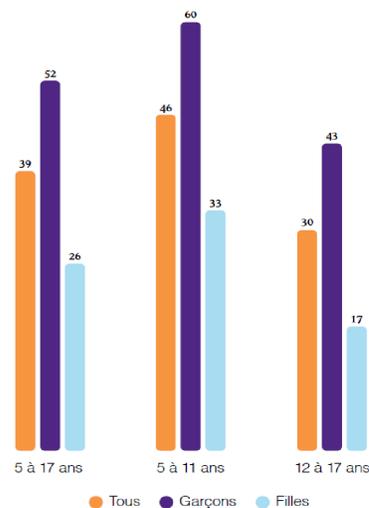


Figure 1.4 : Pourcentage pondéré (%) des enfants et des jeunes (5 à 17 ans) qui respectent la recommandation en matière d'activité physique (ECMS 2016-2017, Statistique Canada) (ParticipACTION, 2020)

La sédentarité et l'inactivité physique ont également été étudiées chez les enfants et les adolescents ayant un TA. L'étude de Cook et ses collègues (2015) ont utilisé le National Survey of Children's Health (NSCH) (2007) qui est un questionnaire (remplie

par les parents) mesurant des indicateurs physiques, émotifs et comportementaux des enfants. Cette étude menée aux États-Unis impliquait un total de 45 897 participants âgés entre 10 à 17 ans ayant un TA et/ou un TDA/H. Les variables dépendantes évaluées sont l'obésité (supérieur ou égal au 95<sup>e</sup> percentile), l'activité physique et les comportements sédentaires (selon les recommandations du gouvernement des États-Unis). Les variables indépendantes évaluées sont le trouble (TA et/ou TDA/H) et la démographie (âge, genre, ethnie, statut socio-économique). Les résultats de cette étude démontrent que les enfants ayant un TA et les enfants ayant un TA avec TDA/H (médicamenté ou non) sont significativement moins susceptibles d'être physiquement actifs que leurs pairs (33% et 39% respectivement) (Cook et al., 2015). Si l'enfant ayant un TA a une comorbidité avec un TDA/H non médicamenté, il est plus susceptible d'être sédentaire (40% à 140%). Lorsque les variables démographiques et la prise de médicaments étaient contrôlées, 73 % des participants ayant un TA et 39 % des participants ayant un TA et TDA/H étaient moins susceptibles de respecter les recommandations en matière d'activité physique que leurs pairs. Les enfants ayant un TA ont un taux de sédentarité significativement plus élevé, soit près de 2 heures supplémentaires par jour versus les participants ayant seulement un TDA/H. De plus, les préadolescents et les adolescents des 3 groupes (TA seulement, TDA/H seulement et TA/TDAH) étaient significativement moins susceptibles que leurs pairs de respecter les recommandations pour une activité physique vigoureuse (trois jours par semaine ou plus pendant 30 minutes minimum), à la fois avant et après avoir contrôlé les variables démographiques.

La principale conclusion de l'article de Cook et al. (2015) est que les enfants atteints d'un TA (avec ou sans un TDA/H) sont plus susceptibles d'être inactifs et sédentaires. Pourquoi cette population est-elle significativement plus sédentaire que leurs pairs?

Cela est largement expliqué par le « cercle vicieux du désengagement » (figure 1.5) dont chacune des composantes sera adressée dans les prochaines sections soit les compétences motrices et les TA et finalement, la condition physique et les TA.

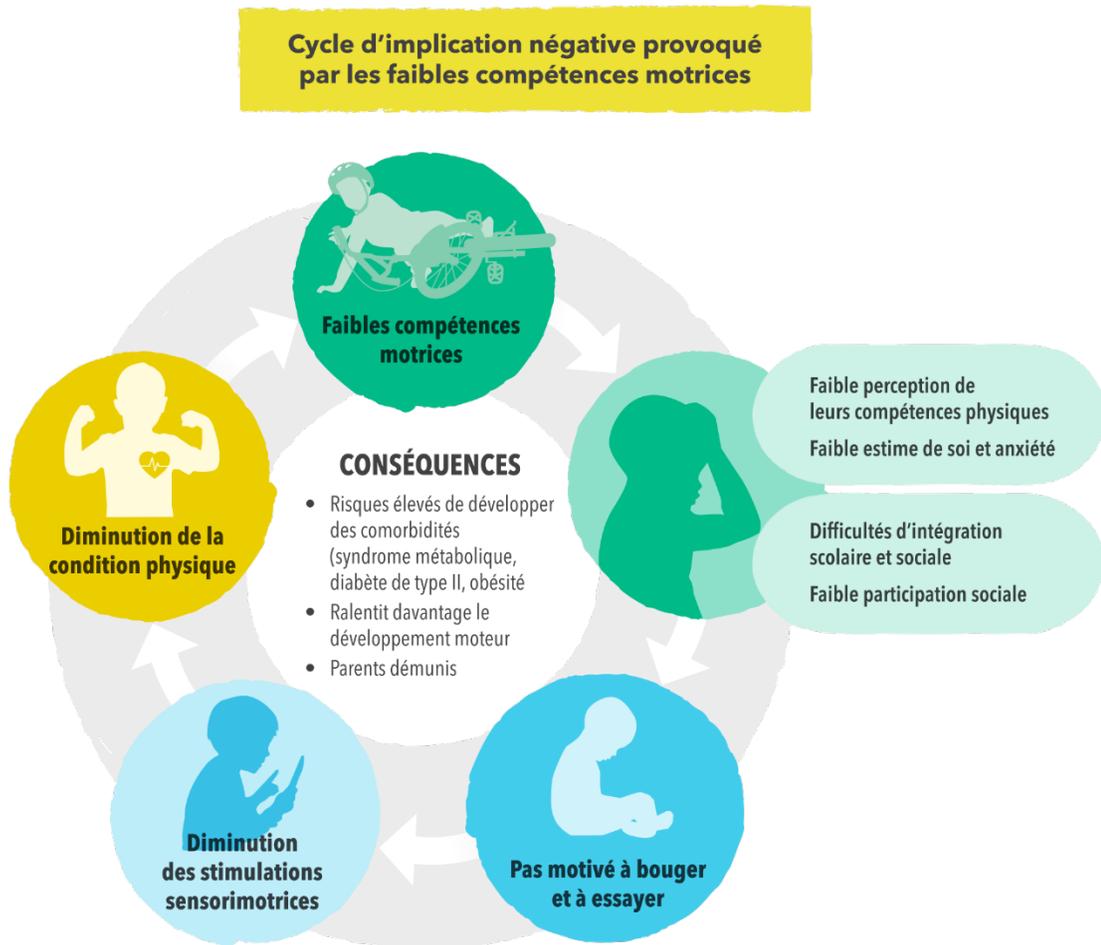


Figure 1.5 : Résumé de conséquences résultantes des faibles compétences motrices chez les enfants atteints de trouble des DYS : Le cercle vicieux du désengagement (Chayer et al., 2021).

#### 1.4.2 Les compétences motrices et les TA dans le cercle vicieux du désengagement

La compétence motrice se définit comme la capacité à coordonner la posture, la motricité fine, la motricité globale et la motricité oculaire ainsi qu'à utiliser les informations sensorielles pour la production et la correction de mouvements afin de contrôler efficacement le corps dans une tâche donnée (Chayer *et al.*, 2021; Haga, 2009). Le fait d'avoir de bonnes compétences motrices est positivement corrélé à de nombreux bénéfices sur la santé, autant au niveau physiologique, psychologique que comportemental (Lubans *et al.*, 2010) (tableau 1.1).

Tableau 1.1 : Recensement des études qui ont évalué les corrélations entre les compétences motrices fondamentales (fundamental movement skill - FMS) et les bénéfices sur la santé associés (Lubans *et al.*, 2010).

**Table IV.** Summary of studies examining the relationship between potential benefits and fundamental movement skill (FMS) competency in youth

Benefits	Associated with FMS		Not associated with FMS references	Summary coding <sup>a</sup>	
	references	association (-/+) <sup>b</sup>		n/N for benefit (%) <sup>c</sup>	association (-/+) <sup>b</sup>
<b>Psychological benefits</b>					
Global self-concept			20	1/1 (100)	?
Perceived physical competence	21, 29, 34 <sup>d</sup>	+		3/3 (100)	?
<b>Physiological benefits</b>					
Weight status (BMI z-score, BMI, skinfolds)	26-29 <sup>e</sup> , 41	-	32, 35, 36	5/8 (63)	-
CRF	22-24, 33 <sup>f</sup>	+		4/4 (100)	+
Muscular fitness	32	+		1/1 (100)	?
Flexibility	32	+		1/1 (100)	?
Physical fitness <sup>g</sup>	11	+		1/1 (100)	?
<b>Behavioural benefits</b>					
Physical activity	11, 25, 28, 30-32, 35-37, 39 <sup>e</sup> , 41, 34 <sup>h</sup>	+	26 <sup>i</sup>	11/13 (80)	++
Sedentary behaviour			28, 39	2/2 (100)	?

a Summary code provides an overall summary of the findings for each benefit.

b Association shows the direction of the individual and summary association. A positive or negative association was noted if at least one component of FMS competency was associated with the hypothesized benefit.

c n = number of studies that report support for relationship, N = number of studies that examined and reported possible associations between FMS competency and potential benefit.

d Childhood FMS competency associated with adolescent perceived competence.

e Positive association for boys and negative association for girls.

f Childhood FMS competency associated with CRF in adolescence.

g Composite physical fitness score including CRF, flexibility, strength, muscular fitness and BMI.

h Childhood FMS competency associated with physical activity in adolescence.

i FMS competency at ages 4–6 y did not predict physical activity at age 12 y.

**BMI** = body mass index; **CRF** = cardio-respiratory fitness; + indicates positive association; ++ indicates strong evidence for a positive association; - indicates negative association; ? indicates inconsistent or uncertain.

Plusieurs recherches ont étudié les habiletés motrices chez les enfants atteints d'un ou de plusieurs TA. Les analyses ont démontré que ceux-ci ont de faibles habiletés motrices (performance motrice entre le 15<sup>e</sup> et le 32<sup>e</sup> percentile) (en jaune sur la figure 1.6) (Chayer *et al.*, 2021). Le 15<sup>e</sup> percentile est la limite supérieure pour avoir un diagnostic de troubles moteurs (DSM-5) (en vert et bleu sur la figure 1.6). Par exemple, une étude menée auprès de 137 enfants âgés de 7 à 12 ans recrutés dans des écoles élémentaires néerlandaises spécialisées avec les TA a évalué la motricité des enfants avec le test Mouvement-ABC qui a huit items répartis en trois sous-échelles : dextérité manuelle (coordination bimanuelle, coordination œil-main, vitesse et précision pour chaque main séparément), viser et attraper (attraper un objet en mouvement, viser un but) et l'équilibre (équilibre statique, équilibre dynamique en se déplaçant lentement, équilibre dynamique en se déplaçant rapidement). Leur étude a indiqué que 50,4 % des enfants ayant un TA avaient des problèmes moteurs significatifs (sur ou sous le 15<sup>e</sup> percentile) (Vuijk *et al.* 2011). Une étude longitudinale plus récente de Westendorp et ses collègues (2014), réalisée aux Pays-Bas auprès de 56 enfants âgés de 7 à 11 ans ayant des troubles d'apprentissage, démontre qu'ils accusent un retard de 3 ans par rapport aux enfants ayant un développement typique pour les compétences de balle, et de 4 ans pour les compétences de locomotion. Ces résultats ont été obtenus à l'aide des mesures acquises via le Test of Gross Motor Development-2 qui évalue 6 compétences locomotrices (courir, galoper, sauter, gambader et glisser) et 6 compétences de balle (frappe à deux mains, rebond stationnaire, attraper, donner un coup de pied, lancer par-dessus et rouler par en dessous) (Westendorp *et al.*, 2014).

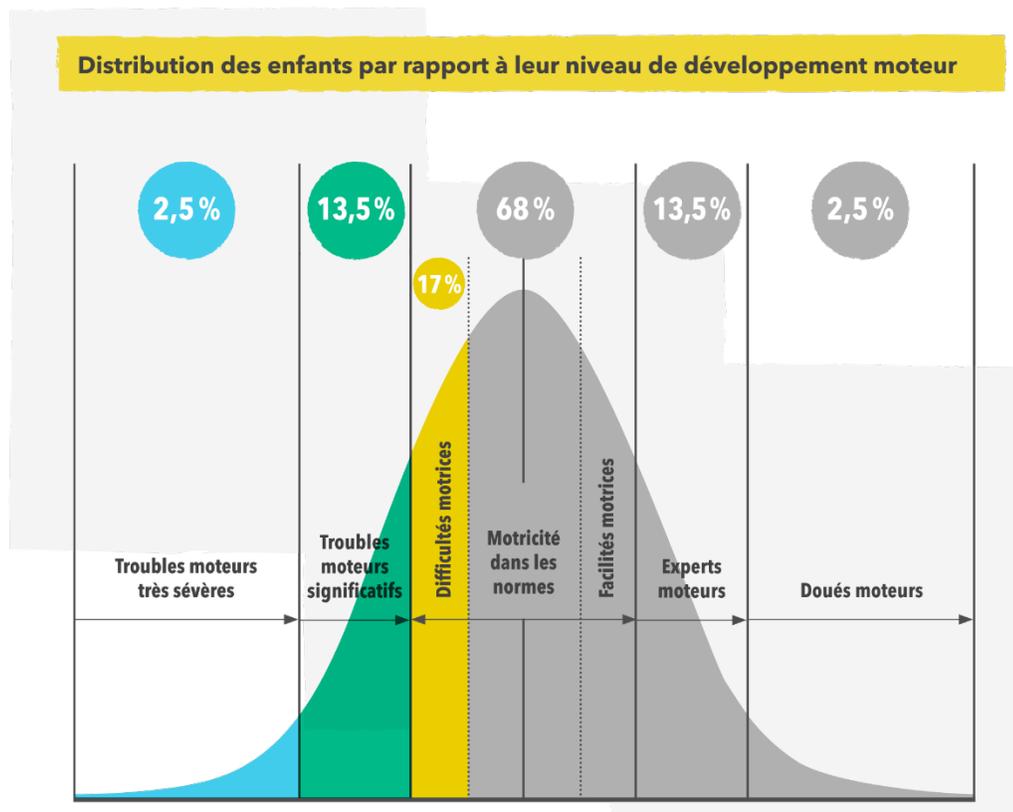


Figure 1.6 : Illustration de la distribution du nombre d'enfants pour un même groupe d'âge par rapport à leurs capacités motrices (Chayer et al., 2021)

Une revue de littérature publiée récemment illustre toutes les difficultés motrices propres à chacun des TA (Chayer *et al.*, 2021). Celles-ci sont décrites dans l'annexe A. Cette revue indique que tout comme la dyspraxie, les TA causent des difficultés sensorimotrices dans des tâches de motricité fine, de motricité globale et de posture. Les troubles sensoriels d'origine visuel, tactile, proprioceptif et vestibulaire ont également été identifiés (Chayer *et al.*, 2021; Laprevotte *et al.*, 2021; Van Hecke *et al.*, 2019) et la présence de comorbidité augmenterait les déficits moteurs (Ibrahim *et al.*, 2019). Par contre, le système de santé et les organismes sportifs considèrent peu ou pas

ces limitations motrices. Ceci peut mener à la spirale négative d'engagement (figure 1.7). Il est important toutefois de noter que ce n'est pas de la fermeture ou de la mauvaise volonté de la part de ces organismes. Cette population est souvent méconnue des milieux de pratiques extérieurs à l'école, et cela est accentué par le peu d'auteurs qui ont analysé ces aspects. Toutefois, la considération du niveau d'habiletés motrices des enfants est essentielle pour leur prise en charge puisqu'il est l'élément déclencheur du cercle vicieux du désengagement et influencera les trajectoires d'activité physique pendant le développement des enfants en altérant, tout d'abord, la perception de ses propres compétences (*self-efficacy*) (Stodden *et al.*, 2008).

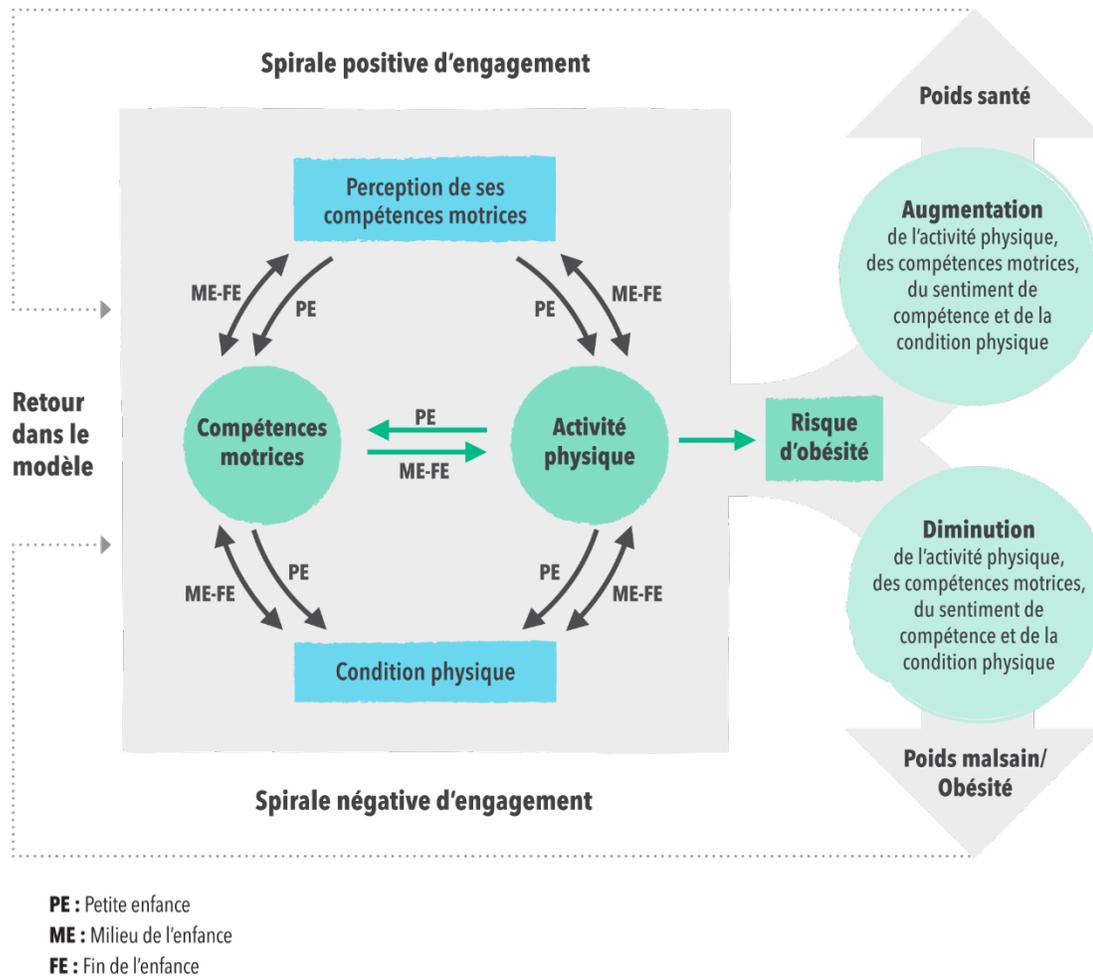


Figure 1.7 : Les mécanismes qui influencent les trajectoires de l'activité physique pendant le développement des enfants (Modèle de Stodden et al. (2008), tirée de Blanchet et al. (2021)).

## 1.5 Sentiment d'auto-efficacité et TA

Le sentiment d'auto-efficacité (*self-efficacy*) correspond à la perception que l'individu a de ses propres compétences. Les enfants qui vivent quotidiennement avec de faibles compétences motrices cumulent des échecs. Cela affectera inévitablement leur estime d'eux-mêmes. Ce phénomène a été schématisé par Zwicker et ses collaborateurs (2012). Ces auteurs ont choisi l'exemple de Matthew, âgé de 9 ans, qui est incapable de faire du vélo en raison de ses difficultés motrices. Il ne pourra donc pas aller au parc avec ses amis. Il accumulera de la frustration ainsi qu'une baisse de son estime de soi. L'enfant qui est confronté à ces facteurs sur une base régulière dans sa vie va devenir de moins en moins enclin à réessayer le vélo, puisqu'il se trouve régulièrement en situation d'échec. Cet exemple s'applique à une multitude d'activités physiques et motrices. Ces expériences sont intériorisées et représentées dans une vision plus négative de soi (Sabatino, 1982), ce qui crée chez l'enfant une faible perception de ses propres compétences (Cairney, John *et al.*, 2006; Katartzi et Vlachopoulos, 2011; Zwicker *et al.*, 2012). Il est montré par de nombreuses études que les enfants atteints de la dyspraxie (TDC) ont un faible sentiment d'auto-efficacité en comparaison aux enfants au développement typique en raison de leurs déficits moteurs (Blank *et al.*, 2019; Cairney *et al.*, 2005b; Cairney, J. *et al.*, 2007; Hay, J. A. *et al.*, 2004; Missiuna *et al.*, 2007; Silman *et al.*, 2011). Par contre, peu d'études se sont intéressées spécifiquement au sentiment d'auto-efficacité dans les tâches motrices chez les enfants ayant d'autres types de TA. Toutefois, il est montré dans le modèle de Stodden (2008) (figure 1.7) que les faibles compétences motrices sont liées à un faible sentiment d'auto-efficacité que lui, est lié à l'adoption d'un mode de vie sédentaire. Ainsi, en regards aux difficultés motrices établies dans la section 1.4.2, il est possible que les enfants ayant un TA aient aussi un faible sentiment d'auto-efficacité.

Outre les faibles compétences motrices, d'autres facteurs pourraient s'ajouter au faible sentiment d'auto-efficacité. Par exemple, des études démontrent que les enfants atteints d'un TA ont une faible confiance en soi (Mazeau *et al.*, 2014). En effet, les enfants atteints d'un TA risquent souvent de se comparer aux autres enfants de leur âge, de se décourager et d'avoir une mauvaise estime de soi (Mazeau *et al.*, 2014). Cela, accentué par les difficultés motrices pourrait entre-autre avoir des conséquences sur leurs compétences sociales, leur participation sociale ainsi que leur participation aux activités physiques et motrices.

#### 1.5.1 Compétences sociales et TA

Les capacités d'interactions sociales sont affectées chez les enfants atteints d'un TA. Ils sont souvent victimes d'intimidation ce qui peut les mener à s'isoler et se décourager rapidement face à une tâche (Bluechardt et Shephard, 1995). Il est démontré que les enfants ayant certains troubles, comme la dysphasie, ont un plus grand impact social dû aux difficultés qu'ils ont à entreprendre des discussions à cause des difficultés en communication. De même, une étude effectuée avec des enfants atteints d'une dyscalculie a démontré que ceux-ci ont également des difficultés linguistiques, perceptuelles, cognitives et comportementales (Kazemi *et al.*, 2014). Ces difficultés affectent leur capacité de communication résultant à des difficultés de relations avec leurs pairs pouvant mener au décrochage scolaire, la solitude, des risques de dépression et de suicide (Huntington et Bender, 1993).

#### 1.5.2 Participation sociale

Un autre facteur important à prendre en considération dans le développement de comportements sédentaires est la participation sociale. Celle-ci se définit comme l'intégration aux situations de la vie selon l'Organisation mondiale de la santé

(Organisation mondiale de la Santé et Centre Technique National d'Études et de Recherche sur les Handicaps et les Inadaptations, 2012). En d'autres termes, elle se définit comme une intégration aux activités de la vie typique, celle-ci s'actualisant par l'organisation ou l'adaptation des caractéristiques physiques, motrices, psychologiques et sociales de la personne lui permettant d'avoir ou de retrouver une vie normale (Wood-Dauphinee *et al.*, 1988). D'autres chercheurs ajoutent que la participation sociale résulte de l'interaction entre les ressources personnelles et celles de l'environnement, de même qu'en la signification que la personne accorde à l'évènement et l'impact qu'elle perçoit dans sa vie (Law *et al.*, 2007). En effet, dans certains cas comme la dyspraxie (TDC), ces enfants ont des troubles dans leurs activités quotidiennes (difficulté à s'habiller, à manger avec des ustensiles, à s'exprimer oralement et par écrit) ce qui altère leur participation sociale (Habib, 2018).

#### 1.5.2.1 Participation aux activités physiques et motrices

Parmi la participation sociale, on retrouve la sous-catégorie : participation aux activités physiques et motrices. Selon certaines études, les enfants ayant de faibles habiletés motrices sont moins actifs et ils font des activités moins vigoureuses (Cantell *et al.* 2008) particulièrement dans les jeux structurés (Cairney *et al.*, 2005a). Les recherches menées sur les facteurs influençant la participation aux activités des enfants atteints de la dyspraxie (TDC) font ressortir de nombreux facteurs qui favorisent l'autoretrait dans les activités. Les résultats montrent de moins bons résultats que leurs pairs lors de l'accomplissement d'une tâche, une mauvaise perception de ses compétences motrices, un manque d'accompagnement dans la réalisation de la tâche, un taux d'échec élevé, des jeux trop structurés, un manque de plaisir associé à l'activité et un manque d'opportunités à la pratique (Bouffard *et al.*, 1996; Cairney *et al.*, 2005b; Cairney, John *et al.*, 2006). Plusieurs autres barrières ont aussi été identifiées dans une revue de

littérature menée chez les enfants ayant un TA et peuvent expliquer leur faible participation aux activités physiques (figure 1.8). Parmi celles-ci, on retrouve des limitations au niveau de l'exécution de doubles ou triples tâches, l'hyperactivité, l'inattention, ainsi que les moins bonnes habitudes de vie (Padma, 2016). D'autres barrières à l'activité physique sont également énoncées dans la littérature chez les adultes (illustrées à la figure 1.8) telles que le manque de motivation, le manque de sensibilisation à la pratique d'activités physiques, le haut niveau de risques pour ces personnes et le budget accordé à la pratique d'activités physiques (Hawkins et Look, 2006; Padma, 2016). Conséquemment, la faible participation aux activités physiques et motrices créera une diminution de la condition physique. En effet, au Royaume-Uni, l'équipe de Messent *et al.* (1998) conclut que 93% des adultes avec des difficultés d'apprentissage ne répondent pas aux recommandations d'activité physique comparativement à 64% chez la population générale.

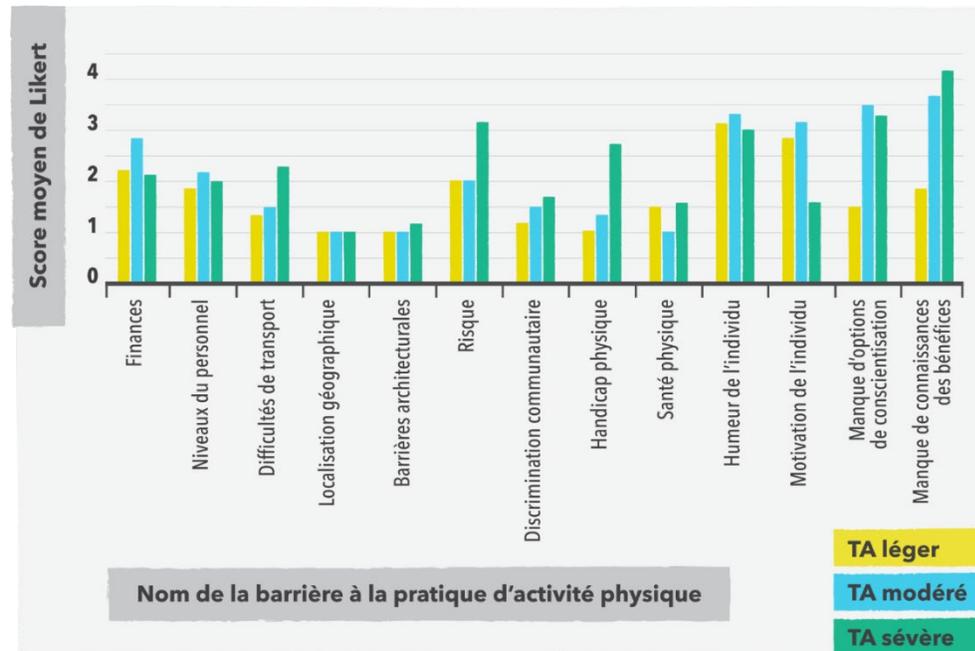


Figure 1.8 : Comparaison des principales barrières à l'activité physique en fonction du degré de sévérité du trouble d'apprentissage (TA) (Hawkins et Look, 2006)

### 1.5.3 Condition physique et TA

Selon l'étude de Cook et al. (2015), les enfants ayant une comorbidité TA et TDA/H (TDA/H non médicamenté) sont 152% plus susceptibles d'être obèse. D'autres études mentionnent également que les enfants ayant de faibles habiletés motrices sont plus à risque d'être obèse, de développer des maladies coronariennes (Cairney *et al.*, 2005b), d'avoir une faible endurance cardiorespiratoire et musculaire, une faible force musculaire, une faible flexibilité (Hands, B. et Larkin, 2006; Lubans *et al.*, 2010) et une composition corporelle altérée (Hands, B. et Larkin, 2006; Schott *et al.*, 2007). De ces faits, on observe un niveau très élevé d'obésité et de risques cardiorespiratoires chez les adultes avec des difficultés d'apprentissage, ce qui augmente le taux de mortalité de cette population (Messent *et al.*, 1998).

Plus particulièrement, une étude de Cantell et al. (2008) a tenté de déterminer deux aspects importants, soit (1) si le niveau de forme physique diffère en fonction du groupe d'âge chez les enfants, les adolescents et les adultes ayant une compétence motrice élevée ou faible, et (2) si les participants à faibles compétences motrices avaient des impacts négatifs pour la santé dépendamment du sexe ou du groupe d'âge. Dans cette étude, les chercheurs ont trouvé une association positive significative entre l'obésité et les faibles compétences motrices. De plus, le groupe de faibles compétences motrices avait de plus faibles résultats dans les tâches d'endurance, de flexibilité et de force ainsi que des résultats négatifs liés aux indices métaboliques. En d'autres termes, les indices associés à l'obésité et aux maladies cardiovasculaires (tels le taux de cholestérol et de triglycérides sanguins), étaient plus élevés chez les individus ayant des compétences motrices faibles que chez les individus ayant des compétences motrices élevées (Cantell *et al.*, 2008). Par conséquent, l'équipe de Cantell (2008) a mesuré que celles-ci avaient un taux de sudation plus élevé ce qui suggère qu'elles étaient peut-être moins efficaces pendant l'exercice (Cantell *et al.*, 2008).

La figure 1.9 ci-dessous représente le résumé des symptômes reliés aux faibles compétences motrices et aux risques de développer des troubles de santé à long terme.

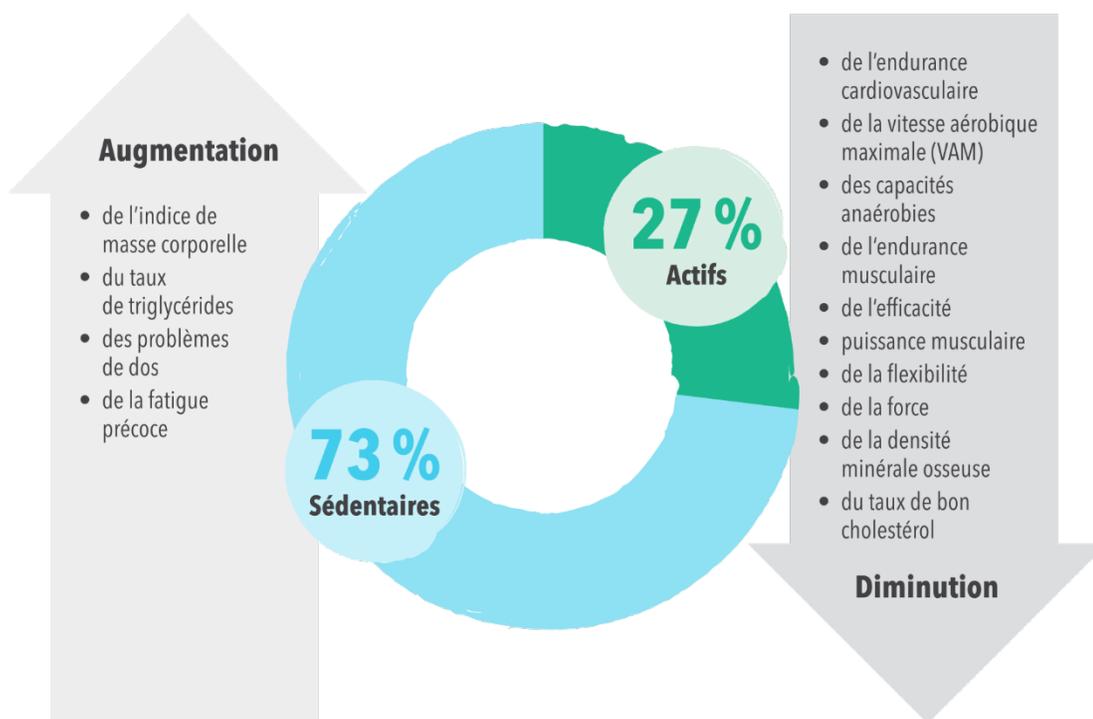


Figure 1.9 : A) Niveau de sédentarité et B) paramètres de la condition physique d'enfants, d'adolescents et d'adultes ayant de faibles compétences motrices lorsqu'ils sont comparés à leurs pairs (Blanchet et al., 2021; Blumberg et al. 2012; Cantell et al., 2008; Han

En somme, ce chapitre illustre que les faibles compétences motrices conduisent à un faible sentiment d'auto-efficacité (Lubans *et al.*, 2010) ce qui cause l'autoretrait et la diminution de la motivation des enfants à participer aux activités physiques (Haga, 2009). Conséquemment, leur condition physique diminue et leurs atteintes motrices s'accroissent davantage (Stodden *et al.*, 2008). Cela alimente le « cercle vicieux de

désengagement » et augmente significativement les risques pour la santé (Dunn et Watkinson, 1994). Notamment, les capacités cardiovasculaires sont un déterminant clé dans la prévention et le maintien d'une bonne santé (Cook *et al.*, 2015). Les prochains chapitres feront l'état des connaissances de cette variable.

## CHAPITRE II

### CAPACITÉS CARDIOVASCULAIRES ET LES MÉTHODES D'ÉVALUATION DES ENFANTS AYANT UN TA

Les bonnes capacités cardiovasculaires sont associées à des bienfaits pour la santé. Parmi ces bienfaits, on retrouve un niveau de risque réduit d'être atteint de diabète de type 2, de maladies cardiovasculaires et d'obésité, ainsi que d'avoir une meilleure santé osseuse et un bien-être mental (Janssen et LeBlanc, 2010; Meijer *et al.*, 2021). Chez les enfants ayant un TA, les capacités cardiovasculaires peuvent être grandement affectées à cause de leur diminution de la motivation à participer aux activités physiques, tels que mentionné dans le chapitre précédent. Il a été démontré que la promotion et la conscientisation aux bénéfices de l'activité physique augmentent le taux de participation (Hawkins et Look, 2006; Messent *et al.*, 1998). Cette participation à des activités physiques permettrait d'augmenter la capacité respiratoire, réduire la pression sanguine et le rythme cardiaque au repos, ainsi que de diminuer la masse adipeuse et augmenter la masse maigre, la force musculaire, et la connexion des tissus et des joints (Padma, 2016). Dans ce chapitre, les variables cardiovasculaires et leur développement typique seront présentés. Puis, ces mêmes variables cardiovasculaires seront présentées pour les enfants ayant un TA. Par la suite, les méthodes d'évaluations cardiovasculaires les plus utilisées en pédiatrie seront présentées chez l'enfant neurotypique. Ceci permettra d'établir, en deuxième lieu, les variables, méthodes

d'évaluations et explications proposées pour les enfants atteints d'un TA. Finalement, les méthodes d'évaluations cardiovasculaires les plus probantes à utiliser pour l'enfant atteint du TDC seront justifiées pour tous les enfants atteints d'un ou de plusieurs TA

### 2.1 Capacités cardiovasculaires des enfants ayant un développement typique

Les capacités cardiovasculaires sont divisées en deux grandes catégories, soit la capacité anaérobie et la capacité aérobie. La capacité anaérobie est la capacité de produire de l'énergie sans l'utilisation d'oxygène et elle peut se faire par la production de lactate (anaérobie lactique) ou sans lactate (anaérobie alactique) (Gastin, 1994). Ceci consiste à produire un bref effort très intense. La capacité aérobie, dans son cas, est la capacité de produire de l'énergie par l'oxydation des substrats énergétiques dans les muscles (Ranković *et al.*, 2010). Celle-ci est un paramètre d'évaluation déterminant afin d'évaluer la santé globale d'un individu (Baquet *et al.*, 2003). L'entraînement de cette capacité vise à augmenter principalement la consommation maximale d'oxygène ( $VO_2\text{max}$ ) dont cette variable est directement reliée au taux de cholestérol et/ou de masse grasse chez les enfants (Baquet *et al.*, 2003). L'importance de ce paramètre d'évaluation est indiquée par le fait qu'un taux élevé d'activité physique à l'enfance contribue à un taux élevé d'activité physique et d'aptitude aérobie chez le jeune adulte (Janz *et al.*, 2002; Telama *et al.*, 1997) permettant ainsi des effets bénéfiques à long terme sur la santé de la personne. La consommation maximale d'oxygène ( $VO_2\text{max}$ ) est donc une variable incontestable pour déterminer la capacité cardiovasculaire et la santé d'un individu. Voici quelques variables cardiovasculaires dans le domaine de la recherche en pédiatrie qui permettent d'établir la condition physique chez un enfant.

Tableau 2.1 : Variables cardiovasculaires et leurs définitions.

Variables cardiovasculaires	Définitions
Consommation maximale d'oxygène (VO <sub>2</sub> max)	Quantité d'oxygène qu'un individu consomme en une minute pour produire de l'énergie. Son unité de mesure est le millilitre d'oxygène par kilogramme de poids corporel par minute (ml O <sub>2</sub> /kg/min) (Baquet <i>et al.</i> , 2003). Cette mesure permet de quantifier l'aptitude maximale de l'individu à capter l'oxygène, à le transporter et à l'utiliser au niveau musculaire.
VO <sub>2</sub> max estimé	Estimation ou mesure directe de la consommation maximale d'oxygène d'un individu suite à sa performance lors d'un test d'évaluation cardiovasculaire maximal ou sous-maximal. Les tests se déroulent pendant une durée ou selon une distance prédéterminée. Unité de mesure est le millilitre d'oxygène par kilogramme de poids corporel par minute (ml O <sub>2</sub> /kg/min)(Baquet <i>et al.</i> , 2003).
Puissance maximale aérobie (PMA)	La PMA est une composante de l'aptitude aérobie et correspond à la puissance (Watt) lors de l'atteinte des valeurs maximales de la capacité aérobie (VO <sub>2</sub> max) (Van Praagh <i>et al.</i> , 2001) (unité de mesure est le Watt)
Fréquence cardiaque maximale (FCmax) réelle ou prédite/estimée	Nombre de battements cardiaques maximaux produits par le cœur mesuré pendant un effort ou pendant un temps donné (Hui <i>et Chan</i> , 2006). Les valeurs peuvent être mesurées directement avec un cardiofréquencemètre par exemple ou estimées à partir d'équations de prédiction de la fréquence cardiaque maximale en fonction de l'âge telles que l'équation de Fox (F <sub>c</sub> max théorique = 220-âge) et l'équation de Tanaka (F <sub>c</sub> max théorique = 208-0.7*âge)(Cicone <i>et al.</i> , 2019). L'unité de mesure est le nombre de battements par minute (bpm)).
Perception de l'effort (EP)	Mesures autorapportées de la perception de l'effort déployé lors d'un test cardiovasculaire (Williams <i>et al.</i> , 2008)

Chez l'enfant ayant un développement typique, l'amélioration du  $VO_2$  serait moins manifeste chez l'enfant prépubère que chez l'adulte (Van Praagh et al., 2001). En effet, des études longitudinales menées chez les enfants ont démontré que l'entraînement des capacités aérobies n'avait aucun effet sur le  $VO_2$  avant la puberté (Kobayashi *et al.*, 1978; McNarry *et al.*, 2014; Mirwald *et al.*, 1981). Cela suggère qu'il existe un seuil de maturation en dessous duquel les enfants ne sont pas capables d'augmenter leur pic de  $VO_2$  (Baquet *et al.*, 2003). Cependant, d'autres auteurs ont rapporté des effets d'entraînement positifs chez les enfants prépubères (Obert *et al.*, 2003; Pfeiffer *et al.*, 2008). Il existe donc une controverse dans la littérature par rapport au développement des capacités cardiovasculaires chez l'enfant qui pourrait être expliquée par les protocoles d'entraînement utilisés, le mode de vie de l'enfant (ex. : les gains sont plus rapides et plus grands chez les personnes sédentaires, la sensibilité des mesures et des variables utilisées, la grosseur des échantillons, etc.). Une autre raison qui pourrait expliquer les résultats mitigés obtenus pour le  $VO_{2max}$  est l'échantillon de participants testé. En effet, il a été mentionné par Van Praagh et ses collègues que le  $VO_{2max}$  chez l'enfant est influencé par quatre principaux aspects, soit l'hérédité, le développement biologique, l'entraînement et l'environnement (Van Praagh et al., 2001). La sous-nutrition peut également être un facteur influençant les capacités aérobies (Van Praagh *et al.*, 2001). En ce qui concerne le sexe de l'enfant, il est mentionné que le  $VO_{2max}$  suit la courbe de croissance autant chez les filles que chez les garçons, mais que les variations sont plus marquées chez les garçons puisque la quantité de masse grasse chez les filles s'accroît à la puberté diminuant ainsi les performances et créant une plus grande disparité entre les deux sexes (Van Praagh *et al.*, 2001). Somme toute, les capacités cardiovasculaires des enfants ayant un développement typique semblent s'améliorer moins rapidement que chez l'adulte et l'amélioration du  $VO_{2max}$  dépend entre autres, des conditions dans lesquelles l'enfant se situe, son bagage héréditaire

ainsi que l'âge ou celui-ci entame sa puberté (Baquet *et al.*, 2003; Van Praagh *et al.*, 2001).

## 2.2 Capacités cardiovasculaires des enfants ayant un TA

Pour ce qui en ait des écrits scientifiques concernant les enfants ayant un TA, on remarque tout d'abord, que les enfants ayant une dyspraxie (TDC) présentent des capacités cardiovasculaires inférieures à celles de leurs pairs du même âge chronologique (Cairney *et al.*, 2007; Cairney *et al.*, 2017; Farhat, F. *et al.*, 2015; Faught *et al.*, 2013; Rivilis *et al.*, 2011; Silman *et al.*, 2011; Wu *et al.*, 2010). De plus, ces chercheurs ont rapporté en 2011, que 19 études démontraient une relation entre la faible condition cardiovasculaire et les faibles compétences motrices des enfants ayant une dyspraxie (TDC).

Des études menées chez les personnes ayant de faibles compétences motrices appuient ces résultats. Par exemple, une étude longitudinale réalisée sur 5 ans en Australie auprès de 38 participants âgés de 5 à 7 ans (19 enfants ayant de faibles compétences motrices et 19 enfants ayant des compétences motrices élevées) a révélé que le groupe ayant de faibles compétences motrices a des résultats significativement inférieurs pour l'endurance cardiovasculaire (the multi-stage fitness test), la course de 50 mètres (Stay in step test) et l'équilibre (Stay in step test) au fil du temps (Hands, 2008). De plus, l'étude de Cantell et ses collaborateurs (2008) réalisée au Canada (Alberta) qui a évalué la condition physique des enfants ([n=29] ; âgés de 8 à 9 ans), des adolescents ([n=36] ; âgés de 17 à 18 ans) et des adultes ([n=45] ; âgés de 20 à 60 ans) qui avaient de faibles compétences motrices (évalués avec le Developmental Coordination Disorder Questionnaire et The Movement Assessment Battery (M-ABC)) a démontré que les

populations ayant de faibles compétences motrices étaient moins actives et en moins bonne forme physique globale que celles ayant une compétence motrice élevée (Cantell *et al.*, 2008).

De plus, une étude de Chayer et Blanchet (2022) a évalué et comparé les capacités cardiovasculaires des enfants ayant un TA, un TDC et des enfants ayant un développement typique. Pour ce faire, les chercheuses ont effectué le test 10x20 adapté, appelé le *Srounch test* pour évaluer les capacités cardiovasculaires des trois groupes (voir la section Méthodologie pour plus de description sur le test). Les variables étaient mesurées grâce à la montre *Garmin Vivoactive* connectée à un cardiofréquencemètre. Ces variables mesurées étaient la fréquence cardiaque moyenne, la fréquence cardiaque maximale, la fréquence cardiaque moyenne post-test (Fcpost), la vitesse moyenne, la vitesse maximale, la durée ainsi que la cadence acquise. De plus, elles ont mesuré la perception de l'effort des enfants grâce à l'échelle de Borg. Les résultats de cette étude ont démontré que les enfants atteints d'un TA sans TDC avaient des capacités cardiovasculaires significativement inférieures à celle des enfants ayant un développement typique. Par contre, la performance cardiovasculaire est similaire chez les deux groupes ayant un TA avec et sans le TDC. Elles expliquent également que les faibles capacités cardiovasculaires des enfants ayant un TA ou un TDC peuvent entre autres être dues par la présence de difficultés motrices, d'un faible sentiment d'auto-efficacité et/ou d'un taux de sédentarité élevé entraînant un déconditionnement physique chez l'enfant (Chayer et Blanchet, 2022). Ensemble, ces données suggèrent que les enfants ayant un TA ont des capacités cardiovasculaires qui s'apparentent à celles des enfants ayant un TDC, soit des capacités cardiovasculaires inférieures aux enfants ayant un développement typique du même âge chronologique (Chayer et Blanchet, 2022).

### 2.3 Méthodes d'évaluation cardiovasculaire en pédiatrie

Les tests d'évaluation cardiovasculaire chez l'enfant neurotypique permettent de quantifier les capacités cardiovasculaires des enfants, d'observer s'il y a des facteurs de risques pour la santé chez ceux-ci, d'obtenir des valeurs de référence pour quantifier l'impact d'un programme d'entraînement (pré et post-intervention) et d'établir les modalités d'entraînement propre à chaque enfant. Ces tests d'évaluation, qui s'effectuent soit sur le terrain ou en laboratoire, permettent d'établir aujourd'hui les protocoles d'activités physiques et d'activités motrices proposées dans plusieurs études ciblant des enfants (Baquet *et al.*, 2003).

Pour les enfants ayant un TA, il est important de sélectionner les tests cardiovasculaires adaptés à cette population afin d'établir les meilleurs protocoles d'entraînements. Les modèles d'évaluation cardiovasculaire utilisés pour la dyspraxie (TDC) nous permettront d'établir ceux qui sont les plus adéquats pour l'ensemble des TA puisque ce trouble a les atteintes motrices les plus sévères. Ces tests peuvent ensuite être utilisés dans le réseau de la santé par des professionnels afin d'intervenir de façon efficace. Afin d'évaluer les capacités cardiovasculaires chez l'enfant, plusieurs méthodes peuvent s'effectuer en allant chercher le  $VO_2$ max de façon directe ou indirecte. La méthode directe se fait généralement de façon individuelle en laboratoire et demande l'utilisation d'appareils dispendieux qui peuvent être invasifs pour le sujet. Par exemple, l'utilisation d'un analyseur d'échange gazeux (Baquet *et al.*, 2002) ou encore l'utilisation de la méthode de dilution d'un colorant afin de calculer le débit cardiaque selon la quantité de colorant injecté dans une veine (Eriksson *et al.*, 1971) sont des méthodes qui peuvent être très inconfortables pour un enfant. Il est donc préférable d'utiliser une méthode indirecte, qui est non invasive, pour récolter les données. La

méthode indirecte (qui est estimée) se fait, quant à elle, sur le terrain. Puisqu'elle permet d'obtenir la valeur du  $VO_2\text{max}$  principalement par calcul, celle-ci a le désavantage d'être moins précise par rapport à la méthode d'évaluation directe, mais comporte plusieurs avantages. Elle peut se faire en groupe et demande peu de matériel ce qui est moins dispendieux. Un exemple d'une méthode indirecte de récolte de  $VO_2\text{max}$  est par l'obtention du dernier palier atteint lors du test navette (Léger et Boucher, 1980) souvent effectuée dans les cours d'éducation physique ou encore par la distance parcourue lors du test de marche de 6 minutes (de Groot et Takken, 2011).

Les valeurs obtenues pour un test cardiovasculaire peuvent s'estimer à partir d'équation de prédictions telle l'équation de Fox ( $F_{c\text{max}} \text{ théorique} = 220 - \text{âge}$ ) et l'équation de Tanaka ( $F_{c\text{max}} \text{ théorique} = 208 - 0.7 * \text{âge}$ ) pour la fréquence cardiaque maximale en fonction de l'âge du participant (Cicone et al., 2019). Cependant, même si ces équations sont utilisées dans la littérature, elles n'estiment pas avec précisions la fréquence cardiaque maximale chez les enfants (Cicone et al., 2019; Van Praagh et al., 2001). Selon une méta-analyse effectuée par Cicone et *coll.* (2019) avec des enfants et des adolescents au développement neurotypique, l'équation de Fox surestime la  $F_{c\text{max}}$  de 12,4 bpm (effet de taille = 0.95) tandis que l'équation de Tanaka sous-estime la  $F_{c\text{max}}$  de 2.7 bpm (effet de taille = -0.34). Selon nos connaissances, aucune étude n'a évalué la validité de ces équations sur la fréquence cardiaque maximale estimée chez des enfants atteints d'un trouble des *dys*, que ce soit chez les enfants atteints d'un TA spécifique ou d'un TDC. Cependant, plusieurs autres méthodes ont été utilisées pour évaluer les capacités cardiovasculaires chez les enfants ayant un TDC. Ces méthodes seront présentées dans les prochaines sections.

## 2.4 Protocole d'évaluation cardiovasculaire

L'évaluation des capacités cardiovasculaires chez les enfants ayant un TA spécifique a été très peu étudiée dans la communauté scientifique jusqu'à présent. Par contre, parmi les différents tests cardiovasculaires utilisés chez les enfants au développement neurologique typique, plusieurs de ces tests ont également été utilisés chez les enfants ayant une dyspraxie (TDC). Les protocoles les plus fréquemment utilisés sont les protocoles de test maximal sur ergocycle ou tapis roulant pour évaluer la fréquence cardiaque maximale et la puissance aérobie maximale (Cairney, J. *et al.*, 2015; Chia *et al.*, 2010), le test de course Navette/Léger-Boucher (Cairney *et al.*, 2007; Cairney *et al.*, 2017; Castelli et Valley, 2007; Ferguson *et al.*, 2014; Hands, 2008; Kanioglou, 2006), le test de course/marche de 6 minutes (Farhat *et al.*, 2015; Farhat, F. *et al.*, 2015; Haga, 2009; Schott *et al.*, 2007) et le test 10X20 (Latorre Román *et al.*, 2015). Ces tests ont permis de démontrer que les enfants atteints d'une dyspraxie (TDC) ont des capacités cardiovasculaires inférieures à leurs pairs. Par contre, 3 facteurs ont été identifiés comme limitatifs dans ces tests : A) le rendement mécanique, B) la motivation et C) la perception des compétences. Dans les sections suivantes, l'analyse brève de chaque test, pour un enfant ayant un TDC, permettra d'identifier quel test serait le mieux adapté pour un enfant ayant un TA.

### 2.4.1 Test maximal sur ergocycle ou tapis roulant

Le test d'évaluation maximal sur ergocycle se fait par ajout de palier en augmentant le niveau de difficulté de façon graduelle durant le test jusqu'à l'atteinte des capacités maximales du participant (Silman *et al.*, 2011). Celui-ci doit porter un cardiofréquencemètre afin de collecter les données des fréquences cardiaques ainsi qu'un masque pour mesurer les échanges gazeux tout au long du test (Silman *et al.*,

2011). Suite à un échauffement, le participant doit maintenir une cadence d'environ 60-65 tours/minute pour une durée de 3 minutes. À la 4<sup>e</sup> minute, la charge est augmentée de 40W, puis pour chaque minute suivante, la charge est augmentée de 20W. Pour les derniers paliers du test, estimés par l'administrateur, la charge est augmentée de 15W jusqu'à l'atteinte de l'effort maximal du participant. Pour le test sur tapis roulant, la procédure est la même, mais les unités de mesure sont différentes. Au lieu d'évaluer la cadence en tours/minute ou en puissance en Watts, elle est évaluée par la vitesse en km/h ou en m/s. Aussi, tout au long du test sur ergocycle ou sur tapis roulant, le participant est encouragé positivement de manière verbale.

Ce test a permis de démontrer que les enfants atteints de dyspraxie (TDC) ont des capacités cardiovasculaires inférieures à leurs pairs (Silman *et al.*, 2011; Wu *et al.*, 2010). Par contre, le test sur tapis roulant serait moins sécuritaire puisqu'il pourrait causer des chutes ou influencer le patron de course du participant (Silman *et al.*, 2011). Le niveau d'efficacité mécanique du patron de pédalage du participant pourrait également être altéré avec le test sur ergocycle. Puisque les enfants atteints d'un TDC ont un apprentissage moteur qui est plus tardif que les enfants au développement neurotypique, il se peut que le participant n'ait pas consolidé le patron moteur de pédalage lors de l'exécution du test ce qui pourrait altérer l'interprétation des résultats (Polatajko et Cantin, 2005; Zwicker *et al.*, 2012).

Le faible sentiment d'auto-efficacité est également une barrière à la motivation lors de ce test. En effet, Silman et coll. (2011) ont mesuré le sentiment d'auto-efficacité perçue à l'aide du questionnaire Children's Self-perceptions of Adequacy in and Predilection for Physical Activity scale (CSAPPA) (Hay, John A, 1992) et ont remarqué que les participants avaient une perception négative de leurs capacités et une faible motivation

ce qui influence les résultats du test. Ainsi, le risque de chutes, le risque que l'efficacité mécanique soit altérée et le faible sentiment d'auto-efficacité lors du test sont que des raisons qui indiqueraient que le test maximal sur tapis roulant ou sur ergocycle pourrait ne pas être adapté aux enfants ayant le TDC ou ayant un autre trouble des *dys*.

#### 2.4.2 Test Navette

Le test Navette, est un test cardiovasculaire maximal validé (Léger et Boucher, 1980) qui s'effectue en parcourant une distance de 20 mètres à la course sous forme d'allers et retours. Le but du participant, lors du test, est de commencer sa course au signal sonore standardisé et de parcourir la distance de 20 mètres avant qu'un second signal sonore ne sonne. Si le participant n'atteint pas la ligne lors du signal, il reçoit un avertissement et à la deuxième faute, il doit arrêter le test. Ceci indique que le participant a atteint sa capacité maximale puisqu'il n'est plus capable de suivre le rythme du test. Comme le test maximal sur le tapis roulant ou l'ergocycle, le test Navette fonctionne sous forme de paliers. Les paliers définissent le temps entre chaque signal sonore. Les premiers paliers sont plus lents et plus le test avance, plus les paliers sont courts. Ainsi, le participant doit courir plus vite après chaque palier pour réussir à atteindre la ligne au signal sonore. Lorsque le participant s'arrête, le palier auquel il s'est arrêté est noté puis comparé au barème standardisé afin de connaître sa vitesse de course maximale. Ensuite, à l'aide d'une équation validée, il est possible de calculer le  $VO_2\text{max}$  du participant de manière indirecte avec la vitesse de course établie (Léger et Boucher, 1980).

Ce test, qui s'effectue facilement en gymnase, à l'avantage pour l'évaluateur de pouvoir se faire avec un maximum de 15 participants simultanément. Par contre, une certaine stigmatisation entre les participants peut s'installer. Les enfants ayant une dyspraxie

(TDC) ont des résultats de  $VO_2\text{max}$  moins élevés que leurs pairs non seulement à cause de leurs faibles capacités motrices, mais également à cause de leur faible sentiment d'auto-efficacité (Cairney, John *et al.*, 2010). En effet, une étude de Cairney *et al.* (2006) explique que le sentiment d'auto-efficacité serait la cause de 34% de la différence des résultats du  $VO_2\text{max}$  entre les enfants ayant le TDC et leurs pairs lorsqu'ils sont évalués avec le test Navette. D'autres études indiquent que les enfants ayant une dyspraxie (TDC) considéraient le test trop difficile ce qui les incite à se retirer rapidement (Chia *et al.*, 2010; Farhat *et al.*, 2015; Rivilis *et al.*, 2011). La mauvaise perception de ses compétences comparativement à celle de ses pairs pourrait être un autre facteur de retrait rapide lors du test (Cairney, John *et al.*, 2006). Ce test ne serait donc pas adapté aux enfants ayant un TA pour ces raisons.

#### 2.4.3 Test de course ou de marche de six minutes

Le test de course ou de marche de six minutes est un test sous-maximal où le participant doit franchir la plus grande distance dans un temps fixe, soit 6 minutes (Schott *et al.*, 2007). Ce test s'effectue par des allers-retours sur une distance de 15 à 20 mètres pour les enfants, contrairement à 30 mètres chez les adultes (de Groot et Takken, 2011). Le test peut se faire à la course, comme il peut se faire à la marche. Dans le cas de la marche, l'enfant doit parcourir la plus grande distance possible en six minutes, mais sans courir sinon le test est invalide (de Groot et Takken, 2011; Farhat *et al.*, 2015; Farhat, F. *et al.*, 2015). Des encouragements standardisés sont donnés durant le test et l'enfant doit porter une montre et un cardiofréquencemètre afin d'enregistrer ses fréquences cardiaques (de Groot et Takken, 2011). Ce test a l'avantage de pouvoir se faire facilement dans un couloir ou un gymnase. Celui-ci serait un test dont la fiabilité et la validité de la mesure d'endurance sont établies chez de nombreux enfants avec ou

sans condition médicale et c'est également un des tests les plus couramment utilisés (Smith, M. *et al.*, 2021).

Chez les enfants ayant une dyspraxie (TDC), les résultats du test de marche de six minutes indiquent qu'ils parcourent une distance significativement inférieure et ont une performance cardiovasculaire inférieure à celle de leurs pairs (Farhat *et al.*, 2015). Ceci serait en partie expliqué par les observations de l'équipe de Farhat et ses collaborateurs (2015) qui ont observé que les enfants atteints du TDC avaient un rythme de marche irrégulier (Farhat *et al.*, 2015). Grâce à des analyses biomécaniques du patron de course/marche des enfants ayant un TDC, des recherches plus approfondies sur le sujet ont permis d'établir que ces enfants ont une cadence plus élevée et une longueur de foulée plus courte que leurs pairs (Chia *et al.*, 2010).

Selon nos connaissances actuelles, aucune étude n'indiquait que le test de marche de 6 minutes affecterait de façon négative l'auto-efficacité des enfants ayant une dyspraxie (TDC) lors de l'exécution du test. Par contre, bien qu'il soit sécuritaire en pratique, ce test n'est pas idéal pour les enfants. Par exemple, lors de tests pilotes au CHU Sainte-Justine avec une clientèle TDC, les expérimentateurs du Laboratoire de recherche en motricité de l'enfant ont identifié que les enfants perdaient rapidement leur motivation malgré les encouragements, qu'ils avaient de la difficulté à rester dans leur corridor de marche influençant ainsi le nombre de pas et le temps requis, et que beaucoup de gestion devait être faite pour éviter que les enfants courent. Ce test pourrait être utilisé pour évaluer les capacités cardiovasculaires chez les enfants ayant un trouble parmi l'ensemble les TA mais il doit être adapté. Le test 10X20 pourrait limiter les phénomènes identifiés ci-dessus.

#### 2.4.4 Le test 10X20/ *Srounch test*

Le but de ce test est de parvenir le plus rapidement possible à apporter 5 ballons dans une boîte, se situant au point de départ. Pour ce faire, l'enfant doit parcourir une distance de 20 mètres, qui sépare la boîte et les ballons, et doit transporter un ballon à la fois vers la boîte au point de départ. Ainsi, l'enfant doit faire 5 allers-retours afin d'amener tous les ballons dans la boîte. Le ballon doit être pris à deux mains et ne doit pas être échappé durant le test. Un chronomètre calcule la durée du test du moment où l'enfant se dirige vers le premier ballon jusqu'au moment où le cinquième ballon se retrouve dans la boîte. Ce test individuel n'impose ni une cadence ni une vitesse à atteindre malgré que l'enfant doit le faire le plus rapidement possible (Latorre Román *et al.*, 2015). Le test 10X20 a été validé chez les jeunes enfants âgés de 3 à 6 ans aux développements neurologiques typiques (Latorre Román *et al.*, 2015). Ce test a été conçu principalement pour maintenir la motivation des participants pendant l'évaluation cardiovasculaire. Les explications du test sont également conçues pour être facile à comprendre et donne un but qui est clair à l'enfant ce qui, en conséquence, favorise la motivation de celui-ci à accomplir la tâche (Latorre Román *et al.*, 2015).

Ainsi, contrairement à la majorité des tests énoncés ci-dessus, le test 10X20 représente un but concret et facile à comprendre pour l'enfant en plus d'être simple à expliquer et motivant pour ce dernier (Latorre Román *et al.*, 2015). Puisque les enfants ayant un TA peuvent avoir des difficultés avec la compréhension des tâches, ce test pourrait facilement remédier à cette problématique. De plus, puisque les enfants ayant une dyspraxie (TDC) ou un TA ont de faibles compétences motrices, un test conçu pour des enfants en âge chronologique plus jeune que l'âge chronologique des participants pourrait bien correspondre aux compétences motrices actuelles de ces derniers. Cependant, l'utilisation de ballons pourrait influencer la performance des enfants ayant

un TA ce qui limiterait l'atteinte des compétences cardiovasculaires maximale. Le fait de prendre un ballon à deux mains limite les mouvements des bras lors du déplacement. Aussi, plusieurs tâches motrices sont requises lors de la prise du ballon comme la décélération de la course, les adaptations posturales en continu, le mouvement de flexion du tronc, la prise du ballon, l'extension du tronc avec le ballon dans les mains et l'accélération en courant dans la direction opposée. Puisque le tout doit se faire à vitesse maximale, il serait difficile pour un enfant avec des troubles moteurs de garder cette vitesse lors de l'exécution de toutes ses tâches motrices.

Les chercheurs du Laboratoire de recherche en motricité de l'enfant à l'UQAM ont mené quelques études afin de quantifier les adaptations cardiovasculaires des enfants ayant une dyspraxie (TDC) et ayant un TA afin d'adapter ce test (Giroux, 2021). Puisque l'utilisation de ballons comporte un risque d'influencer les résultats sur les capacités cardiovasculaires maximales, l'utilisation de rubans semi-rigides texturés fabriqués de feutrine et de rubans collants utilisés en électricité a permis de créer un objet texturé facile à prendre dans une seule main. Ce test modifié a été nommé *Scrounch Test* en raison du bruit que les bandes font lorsqu'elles sont retirées du panneau. Ainsi, lors de la course, l'enfant peut utiliser ses deux bras ce qui réduit le risque de chutes et permet une utilisation supplémentaire des membres ce qui sollicite davantage les capacités cardiovasculaires. Ceci permettait d'atteindre des valeurs de fréquences cardiaques plus élevées qui seraient plus représentatives des capacités cardiovasculaires maximales de l'enfant. Les bandes sont également conçues pour être faciles à prendre, ne nécessitant donc pas une grande dextérité manuelle (Paoletti, 1993). Une montre et un cardiofréquencemètre ont également été utilisés afin d'enregistrer les valeurs cardiovasculaires telles la cadence, la vitesse de course et la fréquence cardiaque. L'échelle de Borg réduite (item de 0-10) a également été utilisée

afin de mesurer la perception de l'effort et la motivation des enfants. Les résultats démontrent que les enfants ayant un TDC et/ou ayant un TA ont des capacités cardiovasculaires inférieures à leurs pairs. De plus, ces études démontrent la faisabilité de ce test.

En somme, les capacités cardiovasculaires chez les enfants ayant un TA ont été très peu évaluées. À notre connaissance, les études ayant évalué les capacités cardiovasculaires de cette population ont conclu qu'elles étaient inférieures à celles de leurs pairs au développement neurotypique (Cantell *et al.*, 2008; Chayer et Blanchet, 2022; Faught *et al.*, 2013; Rivilis *et al.*, 2011). Les tests décrits ci-dessus indiquent que les tests effectués en groupe avec des enfants typiques ne sont pas recommandés à la lumière de cette revue de littérature puisqu'ils diminuent le sentiment d'auto-efficacité chez l'enfant ayant une dyspraxie (TDC) (Cairney *et al.*, 2005a; Zwicker *et al.*, 2012). De plus, les encouragements standardisés sont fortement recommandés (Cairney *et al.*, 2005a) afin d'aller chercher une performance cardiovasculaire optimale (Zwicker *et al.*, 2012). Le nombre d'enfants est également à considérer lors du test. Même si les enfants atteints de dyspraxie (TDC) sont avec d'autres enfants ayant de faibles capacités motrices, leur niveau d'anxiété augmentait et leur niveau de plaisir diminuait dès que le groupe dépassait 5 enfants dans une activité comparativement aux groupes plus petits (4 à 5 enfants) (Zwicker *et al.*, 2012). Puisque les enfants atteints d'un TA sont susceptibles de se comparer à leurs pairs, d'être anxieux, d'avoir une faible estime de soi (dont fait partie la perception de ses compétences) ainsi qu'une faible motivation, il est important que le test choisi prenne ces aspects en considération. Ainsi, le *Srunch test*, soit le test 10X20 modifié, est un test favorable pour les enfants atteints d'un trouble des *dys*. Le prochain chapitre portera sur les méthodes d'entraînement

favorables à l'amélioration des capacités cardiovasculaires chez les enfants ayant un trouble des *dys*.

## CHAPITRE III

### ENTRAÎNEMENT DES CAPACITÉS CARDIOVASCULAIRES CHEZ LES ENFANTS AYANT UN TA

L'entraînement cardiovasculaire est très important considérant qu'il améliore la condition physique. Par contre, peu d'études en activités physiques ont été publiées avec des enfants ayant un TA. Parmi ces études, quelques-unes ont incorporé des entraînements aérobies. Ces quelques études répertoriées portent surtout sur l'impact de ce type d'entraînement sur les capacités cognitives plutôt que de mesurer si les enfants ayant un TA avaient une amélioration des capacités cardiovasculaires. Considérant l'impact des comportements sédentaires des enfants ayant un TA sur les capacités cardiovasculaires et des effets délétères qu'elles provoquent (Cook *et al.*, 2015), il est essentiel d'approfondir notre compréhension des capacités cardiovasculaires chez les enfants ayant un TA et des méthodes d'entraînement adaptées qui sont encore très peu développées. Le prochain chapitre montrera les principales études incorporant différents types d'entraînements avec une population atteinte d'un TA.

### 3.1 Entraînement aérobique:

Des études ont porté leur attention sur la comparaison entre différents types d'exercices chez les enfants ayant un TA. L'une de ces études compare les exercices aérobiques avec les exercices de Pilates. Les chercheurs ont sélectionné les exercices de Pilates dans cette étude, car ce type d'activités physiques englobe 6 concepts qui augmentent la concentration et la motivation, en plus d'augmenter la performance physique (Memmedova, 2015). Parmi ces concepts, on retrouve les bénéfices sur la force musculaire, l'endurance cardiovasculaire, la flexibilité, la concentration, la proprioception, le contrôle postural et la coordination (Segal *et al.*, 2004). Le protocole pour les séances de Pilates consistait à une période de 10 minutes d'échauffement, 30 min d'exercices de base comprenant des rotations et étirements de la colonne vertébrale, roulement sur le dos, étirement d'une seule jambe, étirement des deux jambes, impact latéral et 5 minutes de récupération. L'intensité des exercices pour chaque participant était contrôlée en fonction de la limite de tolérance de la douleur des participants afin qu'ils puissent continuer les exercices sans ressentir de douleur ou de fatigue. Les exercices commençaient par six répétitions et se terminaient par 10 répétitions. De plus, chaque session, de nouveaux exercices ont été introduits en plus des exercices de la session précédente (Seghatoleslamy *et al.*, 2019). L'entraînement aérobique, pour sa part, a été sélectionné puisque ce type d'entraînement a prouvé avoir un effet bénéfique sur la mémoire de travail et l'apprentissage chez les jeunes ayant des difficultés d'apprentissage (Seghatoleslamy *et al.*, 2019). Pour ce faire, le protocole consistait en 10 minutes d'échauffement avec des mouvements lents et d'étirement, suivi par 30 min d'exercices aérobiques comprenant des mouvements d'impact à une intensité de 60 % à 65 % de la fréquence cardiaque et une période de récupération de 5 min (Seghatoleslamy *et al.*, 2019). L'équipe de Seghatoleslamy a évalué principalement

l'impact de ces deux types d'activités physiques sur la mémoire de travail qui est un déterminant important de la performance cognitive (Seghatoleslamy *et al.*, 2019). Afin de bien évaluer les progrès des participants, ceux-ci ont dû passer le WAIS, soit le test de l'échelle d'intelligence de Weschler. Ce test vise principalement les différents types d'intelligences et donne une indication du quotient intellectuel global de l'enfant (Seghatoleslamy *et al.*, 2019). Après huit semaines de 3 séances d'entraînement par semaine, les chercheurs ont réalisé qu'il y avait une grande amélioration des résultats au test cognitif pour les deux groupes, mais que cette amélioration n'était pas significative entre les deux groupes (Seghatoleslamy *et al.*, 2019). La conclusion est donc que les exercices aérobiques, tout comme les exercices de Pilates, sont bénéfiques sur la performance cognitive. L'étude démontre la faisabilité de l'entraînement cardiovasculaire pour cette population. Par contre, les résultats ne démontrent pas s'il y avait eu une amélioration des capacités cardiovasculaires et musculaires suite au programme d'entraînement.

### 3.1.1 L'entraînement aérobique par intervalles à haute intensité (HIIT)

L'entraînement aérobique peut se faire en continu ou par intervalle ce qui inclut l'entraînement de type HIIT, soit l'entraînement par intervalles à haute intensité. Une revue systématique a examiné quel était le protocole d'entraînement HIIT le plus efficace pour améliorer les capacités cardiovasculaires des enfants et des adolescents neurotypiques âgés entre 5 et 18 ans. Les chercheurs ont retenu 13 études indiquant que l'entraînement HIIT chez les enfants et les adolescents est une méthode efficace pour améliorer les biomarqueurs des maladies cardiovasculaires et contribue à de grandes améliorations de la santé des participants (Eddolls *et al.*, 2017). Les protocoles

qui semblent les plus efficaces sont ceux ayant les caractéristiques suivantes (Eddolls *et al.*, 2017) :

- les séances sont basées sur la course à pied
- l'intensité est supérieure à 90 % de fréquence cardiaque maximale
- la vitesse aérobie maximale se situe à 100-130 %
- les séances se font à une fréquence de deux à trois fois par semaine sur une durée d'intervention minimale de 7 semaines.

Toutefois, les intervalles de repos et la durée suggérée des séances restent variables entre les études en raison de quelques facteurs comme le nombre de participants et l'âge de ceux-ci (Baquet *et al.*, 2002).

Tableau 3.1 : Caractéristiques des études examinant les participants prépubères.

References	Sample population	Maturation	INT duration (wk)	INT type	Group size (n)	Modality/intensity	Repeated bouts/frequency	Exercise bout/recovery duration	Protocol duration (including recovery)	Total exercise INT duration
Baquet <i>et al.</i> [22]	Pre-pubertal primary school children; N = 53 (23 boys; 8–11 years)	Maturation measured, but not reported	7	HIIT protocol	33	Shuttle runs (100–130 % MAS)	Bouts: 5–10 Sets: 1–4 3-min rest between set (2 times weekly)	10–20 s/ 10–20 s	30 min	7 h
				Control	20					
Baquet <i>et al.</i> [40]	Primary school children; N = 77 (43 boys; 9.6 ± 1.0 years)	Stage 1 = 40 boys, 29 girls Stage 3 = 3 boys, 5 girls combined <3	7	HIIT protocol	22	Shuttle runs (100–130 % MAS)	Bouts: 5–10 Sets: 1–4 3-min rest between set (3 times weekly)	10–30 s/ 10–30 s	25–35 min	10 h and 30 min
				Moderate	22	Shuttle runs (80–85 % MAS)	Bouts: 1–4 (3 times weekly)	6–18 min/ 5 min	18–39 min	7 h and 21 min
				Control	19					
Baquet <i>et al.</i> [41]	Pre-pubertal children; N = 100 (46 boys; 9.7 ± 0.8 years)	Stage 1 = 46 boys, 25 girls Stage 3 = 29 girls combined <3	7	HIIT protocol	47	Shuttle runs (100–130 % MAS)	Bouts: 5–10 Sets: 1–4 3-min rest between set (2 times weekly)	10–20 s/ 10–20 s	30 min	7 h
Rosenkranz <i>et al.</i> [28]	Pre-pubertal children; N = 16 (2 boys; 7–12 years)	Stage 1 = 16	8	HIIT protocol	8	Shuttle runs (100–130 % MAS)	Bouts: 5–10 Sets: 4 times (2 times weekly)	10–20 s/ 10–20 s	30 min	8 h
				Control	8					

HIIT high-intensity interval training,  $HR_{max}$  heart rate maximum, INT intervention, LIT light-intensity training, MAS maximal aerobic speed

### 3.1.2 Entraînement avec musique :

Masoudi et ses collaborateurs (2016) démontrent que l'exécution de mouvements rythmiques aérobies est un entraînement très favorable pour ces jeunes enfants avec des TA. En effet, la musique aurait une grande influence sur la motivation des enfants face à l'activité physique ce qui les encourage à participer (Ghasemi *et al.*, 2012). Ce type d'entraînement aérobic permet d'améliorer la coordination intramusculaire ainsi que la mémoire (Kamijo *et al.*, 2009). Ces auteurs ont conclu que l'entraînement aérobic a un impact positif sur la planification et l'exécution des mouvements en plus d'avoir un impact sur la mémoire fonctionnelle et le contrôle de l'interférence (Masoudi *et al.*, 2016). Les auteurs n'ont toutefois pas mesuré les capacités cardiovasculaires. Ils interprètent toutefois que la perception de l'information spatio-temporelle ainsi que la compréhension du schéma corporel sont des concepts inclus dans cet entraînement qui est bénéfique pour ces enfants, étant donné leurs difficultés avec la compréhension de ces concepts autant dans des tâches motrices que cognitives.

### 3.2 Entraînement extérieur :

Plusieurs études suggèrent que l'entraînement extérieur augmente le temps d'engagement d'activités physiques modérées à vigoureuses (APMV) et diminue le comportement sédentaire chez les enfants au développement neurologique typique (Herrington et Brussoni, 2015; Larouche *et al.*, 2016; Pearce *et al.*, 2014), particulièrement s'ils sont avec des amis. En effet, une étude menée par Pearce et ses collaborateurs (2014) démontre que lorsque les enfants passent du temps à l'extérieur en compagnie d'amis, ceci est positivement associé aux minutes d'APMV. Cette étude souligne également que le type d'environnement extérieur qui contribue le plus à

l'APMV est les espaces verts tels les jardins urbains et les parcs. Les environnements plus urbains tels les routes, les trottoirs et les bâtiments sont plus utilisés pour des activités d'intensité légères (Pearce *et al.*, 2014). L'activité physique à l'extérieur permettrait également une meilleure socialisation, une réduction du stress et une augmentation de la confiance en soi chez l'enfant au développement typique (Brussoni *et al.*, 2017; Giuseppe *et al.*, 2015; Larouche *et al.*, 2016). À notre connaissance, aucune étude n'a tenté d'évaluer les capacités cardiovasculaires d'enfants ayant un TA dans un contexte extérieur ou de plein air. Cependant, la littérature scientifique démontre de grands bénéfices au niveau des bienfaits psychologiques et de l'intensité de l'activité physique pratiquée lorsqu'elle se déroule à l'extérieur. Un programme d'activité physique qui se déroule en totalité ou en partie à l'extérieur pourrait permettre aux enfants ayant un trouble des *dys* d'atteindre une meilleure amélioration de leurs capacités cardiovasculaires.

### 3.3 Entraînement autodéterminé

Comme mentionner dans le chapitre 1, les enfants atteints d'un TA ont une mauvaise perception de leurs compétences dues à leurs faibles habiletés motrices. Conséquemment, ceci diminue leur motivation à participer à des activités physiques, sportives, sociales et de loisirs. La théorie de l'autodétermination est une théorie qui permettrait à l'enfant de progresser de l'amotivation, vers le développement et le maintien de la motivation intrinsèque ou autodéterminée (figure 3.1) (Katartzi et Vlachopoulos, 2011; Owen *et al.*, 2014). Pour ce faire, cette théorie se base sur le soutien de l'enfant dans ses trois besoins psychologiques fondamentaux: 1) appartenance, 2) compétences et 3) autonomie (Martin *et al.*, 2006; Missiuna *et al.*, 2007; Silman *et al.*, 2011; Zwicker *et al.*, 2012).

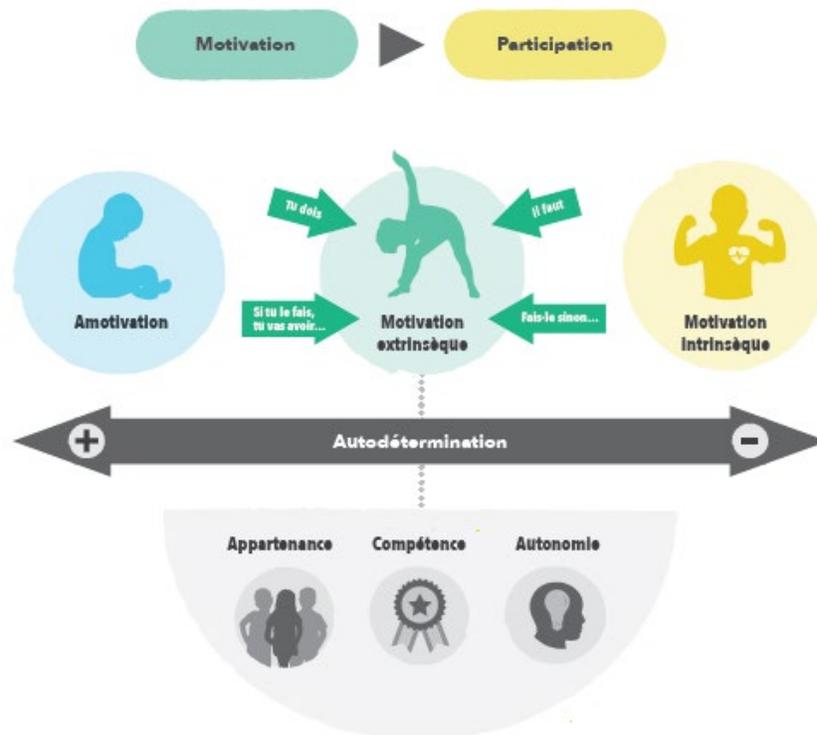


Figure 3.1 : Facteurs influençant la motivation chez les enfants ayant un TA en fonction de la TAD (Blanchet, 2021)

1) Le besoin d'appartenance renvoie au désir d'être reconnu et accepté par ses pairs ainsi qu'avec le milieu dans lequel l'individu interagit avec son groupe social (exemple : un centre d'entraînement) (Katartzi et Vlachopoulos, 2011; Silman et al., 2011). Afin d'augmenter le sentiment d'appartenance à un milieu et à un groupe, tous les membres de la communauté entourant l'enfant peuvent contribuer à favoriser la participation lors des activités physiques et de loisirs. Les amis, la famille, les animateurs et les intervenants sont des influences positives sur l'appartenance et peuvent aussi jouer un rôle dans le sentiment d'auto-efficacité de l'enfant et

l'augmentation de l'estime de soi (Katartzi et Vlachopoulos, 2011; Zwicker et al., 2012). Pour augmenter le plaisir et l'engagement dans les activités, chez les enfants typiques, la théorie de l'autodétermination recommande les jeux collaboratifs contrairement aux jeux compétitifs. Ceci permettrait de renforcer le sentiment d'appartenance et de diminuer la comparaison avec ses pairs (Martin et al., 2006).

**2)** Le besoin de compétence fait référence au besoin individuel d'interagir avec son milieu de façon efficace ainsi que d'exprimer ses capacités à travers diverses opportunités accessibles (Katartzi et Vlachopoulos, 2011). Comme discuté précédemment, la compétence motrice perçue est un facteur qui peut affecter négativement la participation aux activités et le niveau de plaisir ressenti par l'enfant dans celles-ci (Cairney *et al.*, 2005b). Puisque l'enfant atteint d'un TA a une faible estime de soi et possiblement une faible perception de ses compétences en raison de ces faibles habiletés motrices (Blank *et al.*, 2019; Cairney *et al.*, 2005b; Zwicker *et al.*, 2012), il est important de bien estimer le niveau de difficulté de l'activité proposée afin de maintenir sa motivation (Cairney *et al.*, 2007). Pour ce faire, proposer des variantes à une activité ou un environnement qui permet l'exploration de plusieurs difficultés permettrait à l'enfant de choisir le niveau d'activité adapté à ses habiletés motrices. Ceci le ferait sentir compétent et confiant. Ainsi, les jeux libres et semi-structurés sont à favoriser par rapport aux jeux qui sont établis en totalité par l'intervenant (jeux structurés) afin que l'activité soit inclusive pour tous les niveaux d'habiletés de l'enfant (Faught *et al.*, 2013).

Enfin, **3)** le besoin d'autonomie, renvoie au sentiment de l'enfant de se sentir à l'origine et en contrôle de son comportement plutôt que d'être soumis par des forces extérieures (Martin *et al.*, 2006; Zwicker *et al.*, 2012). Pour ce faire, présenter des choix d'activités ayant le même objectif permet aux participants de choisir l'activité qui lui

plaît le plus tout en pratiquant la compétence motrice établie par l'intervenant. Ceci permet à l'enfant de se sentir autonome et à l'origine de ses décisions, ce qui conséquemment l'encourage à participer à l'activité. La théorie de l'autodétermination est représentée schématiquement dans la figure 3.2 ci-dessous.

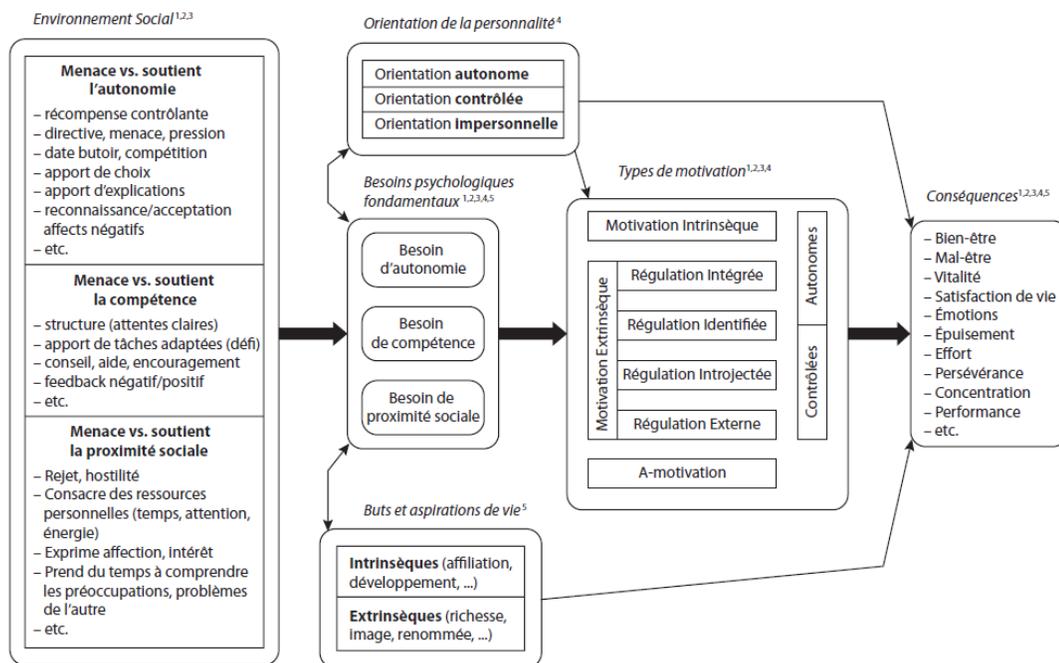


Figure 3.2 : Variables principales de la théorie de l'autodétermination (Sarrazin et al., 2015).

Les barrières à la motivation autodéterminée sont très fortes chez les enfants atteints d'un TA. Ceux-ci ont vécu beaucoup d'échecs et s'attendent à en vivre davantage ce qui inhibe leur motivation et l'intention de prendre des risques (Field, 1996). En créant des interventions basées sur le soutien des trois besoins psychologiques fondamentaux, ceux-ci auront la possibilité de choisir les jeux adaptés à leur niveau de compétences motrices et de créer des liens positifs avec les autres enfants et intervenants. Cette théorie est soutenue par plusieurs auteurs chez différentes populations, notamment chez

les enfants ainsi que dans de nombreux domaines (scolaire, gestion, communication, etc.) dont celui de l'activité physique (Cairney *et al.*, 2005b; Katartzi et Vlachopoulos, 2011). La motivation autodéterminée serait alors un facteur clé pour l'engagement et le maintien de la participation dans les activités physiques chez l'enfant ayant un trouble des *dys* et donc, pour favoriser l'amélioration des capacités cardiovasculaires.

À notre connaissance, une seule étude menée par le Laboratoire de recherche en motricité de l'enfant à l'UQAM a évalué les capacités cardiovasculaires en créant un programme basé sur la théorie de l'autodétermination chez les enfants atteints du TDC, mais aucune étude n'aurait testé cette méthode d'intervention en activité physique avec des enfants ayant d'autres troubles des *dys*. Les résultats de cette recherche montrent une baisse de l'amotivation des participants suite à la participation au programme d'activité physique adaptée autodéterminée Motiform ainsi qu'une augmentation de la motivation intrinsèque (Giroux, 2021). Ceci est donc très encourageant et indique que l'autodétermination pourrait être une méthode efficace pour augmenter la participation aux activités physiques et par le fait même, favoriser les adaptations cardiovasculaires chez l'enfant ayant un TA.

En résumé, bien que certains types de programmes d'activités physiques semblent efficaces chez les enfants ayant un trouble des *dys* pour améliorer les capacités cardiovasculaires, une limite est que les paramètres cardiovasculaires ne sont pas contrôlés étroitement pendant l'entraînement et les protocoles d'entraînement sont peu contrôlés (Cairney *et al.*, 2007; Masoudi *et al.*, 2016; Seghatoleslamy *et al.*, 2019). Une seule étude a été menée suivant l'utilisation d'un protocole d'entraînement cardiovasculaire spécifique, le HIIT pour les enfants ayant un TDC dont les résultats ne sont toujours pas publiés (Braaksma *et al.*, 2018). Chez les enfants ayant un autre TA, le même constat est fait. Les paramètres cardiovasculaires sont peu contrôlés ou simplement pas contrôlés.

Les protocoles sont également beaucoup plus axés sur l'évaluation des capacités cognitives que sur les capacités cardiovasculaires. Ainsi, aucune étude à notre connaissance n'a développé un programme d'activité physique adaptée au TA et aucune n'a mesuré l'impact de l'entraînement cardiovasculaire sur les capacités cardiovasculaires chez les enfants ayant un TA autre que la dyspraxie. Ainsi, plusieurs questions subsistent comme quels sont les protocoles cardiovasculaires à prescrire pour cette clientèle?

Finalement, cette revue de littérature a identifié dans un premier temps que les enfants atteints d'un trouble des *dys* ont de faibles capacités motrices, ils sont majoritairement sédentaires et sont très susceptibles de développer des maladies cardiovasculaires à long terme. La conception d'activités physiques aérobies adaptées et motivantes est alors de mise. En deuxième lieu, les écrits scientifiques indiquent que cette population est susceptible de développer des barrières liées à la pratique d'activités physiques, étant souvent dans des environnements partagés avec des enfants neurotypiques, créant ainsi des situations propices à la comparaison avec les autres et à la diminution de l'estime de soi dont le sentiment de compétence physique. À la lumière de ces informations, l'entraînement des capacités cardiovasculaires par l'entremise d'activités aérobies d'intensité moyenne à élever avec la méthode HIIT, basée sur la théorie de l'autodétermination, pourrait être des méthodes efficaces afin de motiver les enfants ayant un TA à adhérer à la pratique d'activités physiques. Ainsi, cela pourrait améliorer leurs capacités cardiovasculaires et diminuer leurs risques de développer des troubles de santé à long terme.

### 3.5 Objectif et hypothèse:

L'objectif de cette recherche exploratoire est de quantifier les adaptations cardiovasculaires (Fc moyenne à l'effort, Fc maximale à l'effort, Fc de repos pré et post test, durée du test), les adaptations d'économie de course (cadence, vitesse moyenne, vitesse maximale) et les adaptations motivationnelles (amotivation, motivation extrinsèque non autodéterminée, motivation extrinsèque autodéterminée, motivation intrinsèque) des enfants ayant un trouble des *dys* avant et après avoir participé à un programme pilote d'activités cardiovasculaires HIIT basé sur l'autodétermination.

L'hypothèse de cette recherche est que la participation au programme d'activités cardiovasculaires basé sur la théorie de l'autodétermination améliorera les capacités cardiovasculaires des enfants atteints d'un trouble des *dys* ainsi que leur motivation à la pratique d'activités physiques.

## CHAPITRE IV

### MÉTHODOLOGIE

#### 4.1 Participants, critères d'inclusion et d'exclusion

Nos participants (n=18) étaient des enfants âgés entre 6 et 8 ans (moy. = 6,61 et s.d. = 0,61, nombre de garçon = 14, nombre de filles = 4) ayant reçu un diagnostic de troubles d'apprentissage spécifique puisque les participants ont été recrutés parmi les enfants de l'école Lucien-Guilbault qui est une école montréalaise spécialisée en adaptation scolaire avec les troubles d'apprentissage. Certains enfants pouvaient aussi avoir une comorbidité associée diagnostiquée, avoir une suspicion d'être atteints d'une comorbidité ou être en attente d'un diagnostic (par exemple, TDA/H et difficultés de langage) (voir tableau 4.1). Le personnel de l'école a formé les groupes à partir de nos critères d'inclusion mais les dossiers médicaux incluant les diagnostics n'étaient toutefois pas disponibles pour l'équipe de recherche.

Afin de recruter les enfants pour ce projet, la coordonnatrice du projet a contacté, par téléphone ou par courriels, tous les parents des élèves qui correspondent à nos critères d'inclusion pour les questionner sur leur intérêt à participer au programme.

Tableau 4.1 : Critères d'inclusion et d'exclusion chez les participants.

Critères d'inclusion	Critères d'exclusion
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Avoir reçu un diagnostic officiel d'un TA selon les critères diagnostiques du DSM-V.</li> <li>• Les enfants avec des cas légers de TDA/H et/ou de trouble du langage qui sont associés à un trouble des <i>dys</i>.</li> <li>• Être âgé de 6 à 8 ans au moment du recrutement.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Un diagnostic de Trouble du Spectre de l'Autisme.</li> <li>• Un diagnostic de Déficience intellectuelle.</li> <li>• Les enfants avec des cas sévères de TDA/H et/ou de Troubles du langage diagnostiqués.</li> <li>• Syndrome Gilles de la Tourette (SGT).</li> <li>• Autres troubles neurologiques ou psychiatriques.</li> </ul>

#### 4.2 Protocole expérimental

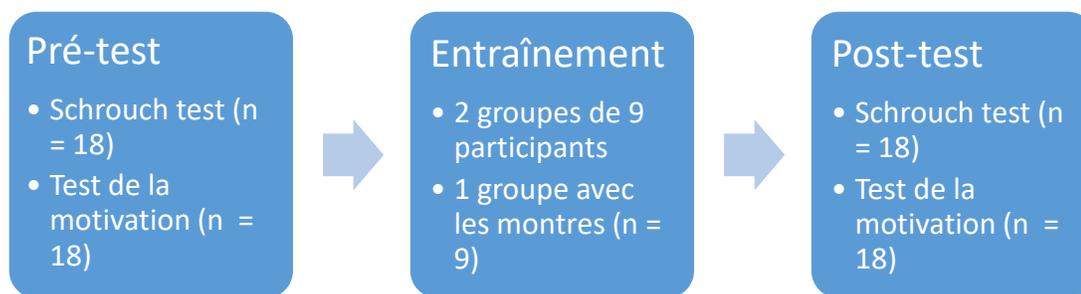


Figure 4.1 : Protocole expérimental

Le test cardiovasculaire nous a permis de quantifier les variables cardiovasculaires de l'enfant avant et après le déroulement du programme de 8 semaines (section 4.3). Afin

de recueillir nos données, l'utilisation des montres cardiovasculaires ont été utilisées (Latorre Román *et al.*, 2015) pendant le *Scrounch test* (test 10X20 adapté).

Pour commencer, la montre *Garmin Vivoactive 3* était appareillée à une ceinture ayant un cardiofréquencemètre et à un téléphone intelligent ayant l'application *Garmin Connect*. Le cardiofréquencemètre ainsi que la montre nous a permis d'enregistrer les diverses variables cardiovasculaires (moyenne des FC de repos avant le test, moyenne des FC maximales, moyenne des FC pendant le test, moyenne des FC de repos après le test) et d'économie de course (vitesse maximale pendant le test, moyenne de la vitesse pendant le test, cadence pendant le test) à l'évaluation (voir la section 4.3). La montre *Garmin Vivoactive* était celle sélectionnée puisqu'elle semblait être la seule montre, à notre connaissance, à être valide pour les variables de cadence de pas et les variables cardiovasculaires chez l'adulte (Wahl *et al.*, 2017). Ce modèle spécifique de *Garmin* n'avait pas été validé chez les enfants, mais leur modèle *Garmin Vivosmart HR+*, qui est le modèle bas de gamme de *Garmin Vivoactive* avait été validé chez ceux-ci (Henriksen *et al.*, 2019; Kim et Lochbaum, 2018; Reddy *et al.*, 2018; Wahl *et al.*, 2017).

#### 4.3 Variables mesurées lors du test

##### 4.3.1 Mesures anthropométriques

Les mesures anthropométriques pour le test sont le poids et la taille de l'enfant. Le poids était mesuré à l'aide d'un pèse-personne. L'enfant devait retirer ses chaussures avant de monter sur le pèse-personne. Lorsque le chiffre était stable, la valeur du poids était notée dans un chiffrier. Par la suite, nous avons mesuré la grandeur de l'enfant. Ce dernier devait se placer nu pied, le dos au mur à côté d'un ruban à mesurer où le « 0 » est aligné avec le sol à l'endroit où se trouve la plante des pieds de l'enfant. Les

pieds de l'enfant devaient être bien alignés avec ses épaules et la tête droite. Une fois l'enfant bien placé, la mesure alignée avec le dessus de la tête de l'enfant était notée dans un chiffrier prévu à cet effet. L'Indice de Masse Corporelle (IMC) était ensuite calculé avec ces données et ces trois valeurs étaient entrées dans la montre *Garmin Vivoactive* afin de calculer certaines valeurs cardiovasculaires telles que la longueur de la foulée et la cadence de pas.

#### 4.3.2 Variables cardiovasculaires

Lors de l'exécution du *Scrounch* test, les valeurs de la fréquence cardiaque moyenne et maximale à l'effort ont été mesurées pour tous les enfants. La fréquence cardiaque de repos était également mesurée avant et après le test. Ceci nous a permis de quantifier la capacité de récupération de l'enfant suite à l'effort (Weiner et McGrath, 2017). Ces mesures quantitatives nous ont également permis d'évaluer objectivement les améliorations potentielles de la fréquence cardiaque de repos, la capacité de récupération ainsi que la fréquence cardiaque moyenne et maximale suite au programme d'intervention. De plus, la durée du test, qui correspond au temps nécessaire à l'enfant de parcourir les 5 allers-retours sur une distance de 20 mètres, a aussi été mesurée grâce au chronomètre. Ceci nous a permis de comparer les performances avant et après l'intervention.

#### 4.3.3 Variables d'économie de course

La cadence et la longueur de foulée ont été mesurées grâce à la montre *Garmin Vivoactive* lors du test. La montre nous a permis également d'enregistrer les vitesses moyennes et maximales de la course. Ainsi, nous sommes arrivés à comparer l'allure de course de l'enfant préintervention et post-intervention.

#### 4.3.4 Variable de la motivation

Pour ce qui en est de la motivation, nous l'avons mesuré à l'aide de l'Échelle de satisfaction des besoins fondamentaux en sport qui évalue les trois besoins identifiés par la théorie de l'autodétermination (Gillet *et al.*, 2008). Celle-ci comporte 14 items auxquels l'enfant répond à l'aide d'une catégorielle à trois niveaux: « comme moi », « un peu comme moi », « pas comme moi ». Elle a été validée auprès d'enfants avec et sans trouble du développement et ces qualités psychométriques ont été évaluées comme étant bonnes (Cairney *et al.*, 2005b). De plus, la mise en page du questionnaire a été modifiée afin d'épurer les pages pour faciliter la compréhension des enfants. Pour la passation du questionnaire, le/la kinésologue sur place lisait le questionnaire à chaque enfant de façon individuel dans la phase pré-intervention et post-intervention afin de s'assurer que les participants comprennent bien les énoncés de celui-ci (voir ANNEXE F).

#### 4.4 Déroulement du *Scrounch test* ou test 10X20 adapté

Afin de quantifier les améliorations cardiovasculaires des participants, nous avons utilisé le test 10X20 adapté, également appelé le *Scrounch test* (voir section 2.3.4). Ce test se déroulait comme suit. L'enfant parcourrait une distance de 20 mètres séparant le point de départ et un panneau fixé à un mur. Sur ce panneau se trouvaient 5 rubans que l'enfant devait prendre (au choix, sans ordre prédéterminé) et retourner dans une caisse de lait situé 10cm derrière la ligne de départ. L'enfant ne devait prendre qu'un seul ruban à la fois et devait le faire le plus rapidement possible. Il devait donc effectuer 5 allers-retours (200m) afin de compléter l'objectif. Le chronomètre démarrait au début du test et arrêtait lorsque l'enfant avait déposé le dernier ruban dans la caisse (critère

de fin). Si le ruban tombait à côté de la caisse lorsque l'enfant le ramenait, ceci était ignoré et l'enfant poursuivait le test comme s'il l'avait mis dedans.

Le déroulement du *Scrounch test* s'est fait en sept étapes à l'école:

1. Prendre les données anthropométriques (voir section 4.3.1) (valeurs insérées dans la montre *Garmin Vivoactive*).
2. Appareiller l'enfant avec la montre et le cardiofréquencemètre (ajusté à la poitrine).
3. Demander à l'enfant de se coucher sur un matelas pour une durée de trois minutes. Ceci permettra à la fréquence cardiaque de se stabiliser ce qui permet d'avoir une plus grande fiabilité de la valeur réelle de la fréquence cardiaque de repos de l'enfant (Young et Leicht, 2011).
4. Prendre la fréquence cardiaque de repos.
5. Évaluer les capacités cardiovasculaires avec le *Scrounch test* (test 10X20 adapté).
6. Demander à l'enfant de se coucher sur un matelas pour une durée de trois minutes et prendre la fréquence cardiaque de repos afin de voir les capacités de récupération de l'enfant suite à l'effort.
7. Enlever l'équipement (montre et cardiofréquencemètre) et reconduire l'enfant à sa classe.

#### 4.5 Méthodes et outils du programme d'intervention HIIT autodéterminé

Le programme d'intervention s'est déroulé à travers le Projet CIBLE. Ce projet était une initiative de l'école Lucien-Guilbault ayant pour objectif d'enrichir leur programme éducatif à travers des activités permettant la connaissance de soi. Les enfants ont pu s'inscrire à plusieurs activités dont celle de ce projet étant nommé Mission ACTION. Cette activité visait à améliorer la motivation et les capacités cardiovasculaires des enfants ayant un trouble des *dys* en respectant les trois besoins psychologiques fondamentaux (sentiment d'autonomie, d'appartenance, de compétence) à travers 8 semaines d'intervention. Puisque la littérature suggère que des petits groupes sont préférables à de grands groupes (Martin *et al.*, 2006), le groupe de participants était sous-divisé en deux groupes de 9 enfants. Le ratio intervenants/enfants était de 2 intervenants pour 9 enfants. Les enfants participaient à une séance d'une heure par semaine les mercredis en après-midi. En raison des bienfaits indiqués dans la section 3.3 du chapitre 3, la séance se faisait à l'extérieur, dans l'espace vert de la cour d'école, lorsque les conditions météorologiques le permettaient. Au total, 7 séances sur 8 ont été faites à l'extérieur.

L'activité physique adaptée du programme sollicitait les diverses composantes de la motricité à travers des jeux ludiques (l'équilibre statique et dynamique ainsi que la coordination intersegmentaire, la motricité globale et la motricité fine). Toutefois, l'emphase de la planification de l'intervention repose sur entraînement des capacités cardiovasculaires. Au cours de la séance, nous avons utilisé la méthode d'entraînement HIIT pour l'entraînement des capacités cardiovasculaires qui est reconnu pour être la plus efficace chez les enfants (Eddolls *et al.*, 2017). Pour se faire, voici l'exemple d'une séance. Après l'échauffement, les enfants effectuaient 5 intervalles de 10 secondes

d'intensité vigoureuse (estimé à 90% de la Fc max) qui était entre coupées de 20 secondes d'intensité légère (estimé à 50% de la FC max). Ce bloc d'intervalles était fait deux fois pendant la séance et était séparé par 3 minutes de repos actif (estimé à un niveau d'intensité très légère à intensité légère) avant d'enchaîner le second bloc d'intervalles (Eddolls et al., 2017). L'entraînement était progressif au courant des semaines, c'est-à-dire que nous augmentions le nombre d'intervalles dans un bloc au fil des semaines pour passer de 5 intervalles à 10 intervalles avant le repos actif de 3 minutes (séance 8). Par contre, comparativement à l'entraînement d'athlètes, notre protocole devait être flexible puisque notre objectif était aussi de maintenir la motivation des jeunes. Par exemple, afin que les activités soient plaisantes pour les enfants, les intervalles étaient alimentés par le contexte ludique de l'activité sous forme de jeu : « lorsque vous avez les mains vides et que vous allez chercher un objet pour construire le parcours, vous devez aller le plus vite possible pour ne pas que les espions vous voient. Lorsque vous avez un objet dans les mains, vous pouvez marcher, car les objets nous rendent invisibles ». De cette façon, le kinésologue qui animait l'activité pouvait respecter le HIIT en adaptant l'action (distances à parcourir, personnage et actions reliés au jeu, intensités en temps réel, encouragements) en fonction des capacités des enfants pour maintenir la motivation. Les critères d'arrêts des exercices durant les séances étaient en fonction des critères physique telle l'apparition des signes de fatigue intense (hyperpnée et impossibilité de maintenir le rythme imposé dans le jeu). Nous n'avons pas eu besoin d'arrêter les activités dues à l'apparition de signes durant l'exécution du programme. Ces critères physiques ont aussi guidé les séances pour évaluer l'atteinte de l'intensité voulue (figure 4.2). Les valeurs obtenues par la montre et nos observations nous ont permis d'évaluer si le HIIT pouvait être faisable avec ce type d'activité physique adaptée et cette population.



Figure 4.2 : Niveau de respiration et capacité de parole illustrant l'intensité de l'effort (tiré de Le Grand Défi Pierre Lavoie).



Figure 4.3 : Schéma illustrant les intervalles durant les séances.

Chaque activité était conçue afin de respecter la théorie de l'autodétermination dans le but de garder la motivation des enfants au cours de la séance. En soutenant les trois besoins psychologiques fondamentaux (autonomie, appartenance, compétence), cette approche permettait de diminuer l'amotivation et de soutenir le développement de la motivation intrinsèque/autodéterminer des enfants dans la pratique d'activités physiques. Pour respecter le sentiment de **compétence**, nous nous sommes assurés que le niveau de difficulté de l'activité était adéquat et que l'enfant interagissait efficacement avec son milieu en limitant les échecs et les facteurs anxiogènes (par exemple, préparer des variantes pour avoir différents niveaux de difficulté et créer des activités coopératives, non compétitives). Pour le sentiment d'**autonomie**, nous nous sommes assurés que l'enfant se sentait à l'origine de son comportement en lui offrant des choix durant l'activité (par exemple, choisir le matériel qu'il va utiliser ou l'activité qu'il préfère faire, il crée, il construit...). Finalement, pour le sentiment

d'**appartenance**, nous nous sommes assurés que chaque enfant se sentait reconnu et accepté par les autres et son milieu en laissant du temps pour des activités de renforcement d'équipe (par exemple, laisser les enfants contribuer à la liste des règlements, cri d'équipe, cartes d'espion, encouragements).

Sur les 2 groupes d'enfants, un seul était équipé des montres *Garmin Vivoactive* durant les 8 séances. Ceci nous permettait d'observer les déplacements des enfants, l'évolution au niveau des variables cardiovasculaires (FCmoyenne, FCmax, vitesse, cadence) à travers les semaines et de voir si les participants ont atteint une intensité cardiovasculaire supérieure à 90 % de leur FC durant les intervalles au courant de la séance. Les enfants avaient chacun une montre associée à leur profil (sexe, poids, grandeur, année de naissance). Les kinésiologues distribuaient les montres et s'assuraient qu'elles étaient installées correctement sur le poignet gauche des participants. Ensuite, avant de débiter l'activité cardiovasculaire, les kinésiologues débutaient l'activité de course sur les montres et l'enregistraient une fois celle-ci terminer. Une fois la séance terminée, les enfants redonnaient les montres aux kinésiologues.

#### 4.6 Variables mesurées lors du programme

##### 4.6.1 Mesures anthropométriques

Les mesures anthropométriques telles le poids et la taille de l'enfant préalablement prises lors du test étaient réutilisées pour le programme. Ainsi, tous les enfants du groupe 1 (n = 9, moy. d'âge = 6,5 et *s.d.* = 0,53, nombre de garçons = 6, nombre de filles = 3) avec les montres *Garmin Vivoactive* avaient chacun leur propre montre avec leur données anthropométriques préenregistrés.

#### 4.6.2 Variables cardiovasculaires

Lors des 8 séances d'intervention, nous voulions également évaluer si c'était possible de faire un protocole d'intervalles autodéterminés grâce aux Fc recueillies. Pour ce faire, nous avons calculé les zones d'entraînements cardiovasculaires pour chaque enfant du groupe équipé des montres. Nous avons tout d'abord calculé la Fc maximale théorique à l'aide de la formule de Tanaka pour chaque enfant et nous avons ensuite utilisé l'échelle de mesure de l'intensité de l'activité physique tirée du gouvernement du Manitoba (Figure 4.4) pour évaluer les zones d'entraînements, soit « très légère », « légère », « modérée », « vigoureuse » et « maximale ». Avec ces valeurs, nous avons calculé le % de temps passé dans chaque zone pour chaque enfant. Par la suite, nous avons comptabilisé le nombre d'enfants ayant atteint chacune des zones dans la séance 2, 4 et 7 du programme, soit le 1<sup>er</sup> tiers, 2<sup>e</sup> tiers et 3<sup>e</sup> tiers du programme. Nous avons décidé de ne pas prendre la première séance en considération puisque les participants sont en contexte d'adaptation pour cette séance. Pour les enfants qui étaient absents durant ces séances ou que les données recueillies n'étaient pas complètes, nous avons pris la séance d'après (la séance est identifiée dans la figure des tracés). Nous avons mis en tableau les tracés des Fc en fonction du temps pour chaque participant au 1<sup>er</sup> tiers, 2<sup>e</sup> tiers et 3<sup>e</sup> tiers du programme afin d'illustrer l'adaptation cardiovasculaire de ceux-ci (Tableau 5.5).

Directive en matière de mouvement sur 24 h	Intensité	% FC de réserve (ACSM/SCEP)	FC maximale (ACSM)
	Très légère	< 30 %	< 57 %
 Plusieurs heures par jour	Légère	30 à 39 %	57 à 63 %
 1 heure par jour	Modérée	40 à 59 %	64 à 75 %
 3 fois par semaine avec activités pour renforcer les muscles et les os	Vigoureuse	60 à 89 %	76 à 96 %
	Maximale	90 à 100 %	> 96 %

Figure 4.4 : Mesure de l'intensité de l'activité physique selon le guide d'Éducation et Apprentissage de la petite enfance de la province du Manitoba (Province du Manitoba., s.d.).

#### 4.6.3 Variables d'économie de course

La cadence et la longueur de foulée ont été mesurées grâce à la montre *Garmin Vivoactive*. Comme pour le *Srounch test*, la montre nous a permis d'enregistrer les vitesses moyennes et maximales de la course fin de pouvoir comparer l'allure de course de l'enfant en pré et post intervention.

#### 4.7 Déroulement du programme

Les séances d'une heure étaient divisées en 4 sections illustrées ci-dessous. La première section était la période d'accueil et d'échauffement d'une durée de 10 minutes. La deuxième section était le corps de la séance qui constituait en une période de 30 minutes d'activités cardiovasculaires. La troisième section était une période de 10 minutes de

jeux libres. Finalement, les séances se concluaient par un retour au calme de 10 minutes où les enfants complétaient leur journal de bord.

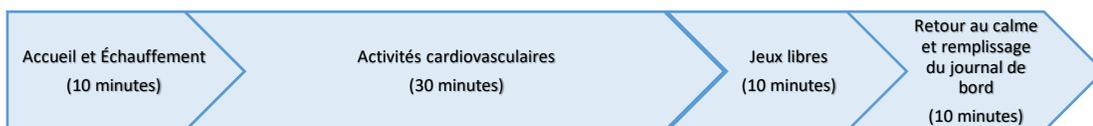


Figure 4.5 : Échéancier d'une séance du programme.

Lors de l'arrivée du premier groupe de 9 enfants, ceux-ci recevaient chacun une montre *Garmin Vivoactive* dans laquelle est enregistrée leurs données anthropométriques et dans laquelle se trouve un cardiofréquencemètre afin de mesurer les variables cardiovasculaire et d'économie de course. Le deuxième groupe n'avait pas de montre à cause de contraintes de temps et de ressources. Nous n'avions que 12 montres pour 18 enfants. Une fois la montre appareillée, l'échauffement pouvait débuter. Les activités durant l'échauffement étaient des activités qui sollicitaient la coordination et les habiletés motrices. Le fait de commencer par un échauffement permettait d'augmenter les fréquences cardiaques et la circulation sanguine afin d'activer le système cardiovasculaire, le système musculosquelettique, le système nerveux et réduire le risque de blessures. La période d'activité cardiovasculaire était constituée d'activités HIIT ludiques qui sollicitaient les capacités cardiovasculaires des enfants. Après cette période, nous avons récupéré les montres *Garmin Vivoactive* en nous assurant d'enregistrer les données. Ensuite, ils avaient une période de 10 minutes de jeux libres où ils pouvaient sortir le matériel qu'il leur convenait afin de s'amuser ensemble. Ceci permettait de favoriser leur sentiment d'appartenance, d'autonomie, de compétence, leur participation et leur motivation. Finalement, la période de retour au

calme permettait à la fréquence cardiaque de retourner progressivement à des valeurs de repos. Les enfants pouvaient remplir leur journal de bord afin d'indiquer comment leur séance s'était déroulée. Le journal de bord était fourni par l'école Lucien-Guilbault dans le cadre du Projet CIBLE.

#### 4.8 Analyses statistiques

L'analyse statistique a été effectuée à l'aide du logiciel SPSS 27.0. Nous avons évalué et comparé les fréquences cardiaques pré et post-test (bpm), les fréquences cardiaques moyenne et maximale à l'effort (bpm), la cadence de pas (ppm), les vitesses de course moyenne et maximale (m/s), la durée du test (s) ainsi que la motivation au temps 1 (préintervention) et au temps 2 (post-intervention). Pour ce faire, nous avons tout d'abord fait un test de normalité des distributions afin d'évaluer si nous devions faire un test paramétrique ou non paramétrique. Les résultats ont indiqué que les données n'étaient pas normalement distribuées. Nous avons, par la suite, utilisé le test non paramétrique de rangs signés de Wilcoxon afin de comparer l'évolution des variables cardiovasculaires à travers le temps aux séances 2 et 7, ainsi que pour comparer les variables au temps 1 et au temps 2 les deux tests (*Scrounch* test et l'Échelle de satisfaction des besoins fondamentaux en sport).

## CHAPITRE V

### RÉSULTATS

#### 5.1 Variables cardiovasculaires lors du *Scrounch* test

Malgré les essais pilotes effectués préalablement à notre acquisition de données, seulement 48% des données relatives au *Scrounch* test ont été enregistrées dû à l'environnement dans lequel nous avons effectué les tests. Les explications sur ce phénomène seront élaborées dans la section 6.3. De ce fait, nous n'avons pas assez de données pour faire un test statistique. De plus, les montres ont fonctionné pour certains sujets aux prétests, mais elles n'ont pas fonctionné systématiquement pour les mêmes sujets pendant les post-tests. Ainsi, seulement 6 enregistrement ont été acquis sur 18 participants avec seulement 3 participants qui étaient les mêmes au pré et au post test. Cependant, il est tout de même possible de comparer les données récoltées (Tableau 5.1). Dans le tableau ci-dessous, on retrouve la moyenne des FC de repos avant le *Scrounch test* (bpm), la moyenne des FC maximales pendant *Scrounch test* (bpm), la moyenne FC pendant *Scrounch test* (bpm), la moyenne FC de repos après *Scrounch test* (bpm), la vitesse maximale pendant *Scrounch test* (m/s), la moyenne de la vitesse pendant *Scrounch test* (m/s) et la cadence pendant *Scrounch test* (ppm) en pré et post intervention.

Tableau 5.1 : Comparaison des variables cardiovasculaires et biomécaniques durant le *Scrouch* test.

<b>Variabiles</b>	<b>Pré-test (n=6)</b>	<b>Post-test (n=6)</b>
Moyenne FC repos avant le test (bpm)	96,6 ± 7,59	89,25 ± 10,87
Moyenne des FC maximales pendant le test (bpm)	175,83 ± 21,24	139,67 ± 22,18
Moyenne FC pendant le test (bpm)	153,00 ± 19,84	119,83 ± 21,75
Moyenne FC repos après le test (bpm)	110,20 ± 13,12	115,67 ± 27,48
Vitesse maximale pendant le test (m/s)	5,99 ± 2,40	5,23 ± 1,92
Moyenne de la vitesse pendant le test (m/s)	4,26 ± 1,31	3,47 ± 0,93
Cadence pendant le test (ppm)	98,33 ± 51,80	65,33 ± 30,03

Nous avons observé une diminution de la Fc moyenne de repos pré-test, de la Fc max et de la Fc moyenne durant le test, de la vitesse max et moyenne durant le test, ainsi que de la cadence. La cadence de 98,33 ppm lors du pré-test équivaut à une moyenne de 153 bpm ce qui équivaut à 71,5% de la Fc max estimé, tandis que la cadence de 65,33 ppm au post-test équivaut à une moyenne de 120bpm équivalent à 56% FC max

estimé. Finalement, nous observons également une augmentation de la Fc moyenne de repos post-test.

## 5.2 Variables de la motivation

Afin d'évaluer la motivation au temps 1 et au temps 2 (Tableau 5.2), nous avons utilisé le test de rangs signés de Wilcoxon. Ce test ne démontre aucune amélioration significative au niveau de la motivation. Les données restent plutôt stables entre le temps 1 et le temps 2, que ce soit pour l'amotivation (AM), la motivation extrinsèque non autodéterminée (MENA), la motivation extrinsèque autodéterminée (MEA) ou la motivation intrinsèque (MI).

Tableau 5.1 : Comparaison des variables de la motivation avec le test de rang signé non-paramétrique de Wilcoxon.

<b>Variables</b>	<b>Pré-test groupe Mission Action (n=8)</b>	<b>Post-test groupe Mission Action (n=8)</b>	<b>Z</b>	<b>p</b>
Motivation AM	2,38 ± 0,59	2,60 ± 0,44	-0,853	0,394
Motivation MENA	1,77 ± 0,51	1,77 ± 0,71	0,000	1,000
Motivation MEA	1,44 ± 0,61	1,38 ± 0,52	-0,750	0,453
Motivation MI	1,50 ± 0,66	1,38 ± 0,68	-0,530	0,596

### 5.3 Variables cardiovasculaires durant les séances d'interventions

Nous avons également évalué les Fc cardiaques pendant les séances d'entraînement cardiovasculaire. Les résultats de la séance 1 et de la séance 2 qui sont illustrés ci-dessous dans le tableau 4.3.

Tableau 5.2 : Comparaison des variables cardiovasculaires durant les sessions 1 et 2 avec le test de rang-signé non-paramétrique de Wilcoxon

Variables	Séance 1 (n=8)	Séance 2 (n=8)	Z	P
<b>Moyenne des FC moyennes</b>	110,6±8,773	108,05±15,28	-2,041	0,041*
<b>Moyenne des FC maximales</b>	141,8±0,836	137,00±13,60	-1,769	0,077

Les différences sont significatives pour la moyenne des Fc moyennes et la tendance des Fc maximales. Toutefois, puisque les enfants ayant un TA ont des difficultés d'adaptations, la nouveauté du programme peut expliquer ces résultats. Ainsi, afin d'avoir un portrait plus juste de l'impact du programme Mission Action, nous ne prenons pas la séance 1 dans l'analyse de nos données, mais bien la séance 2, comme mentionné dans la section 3.6 (Tableau 5.4).

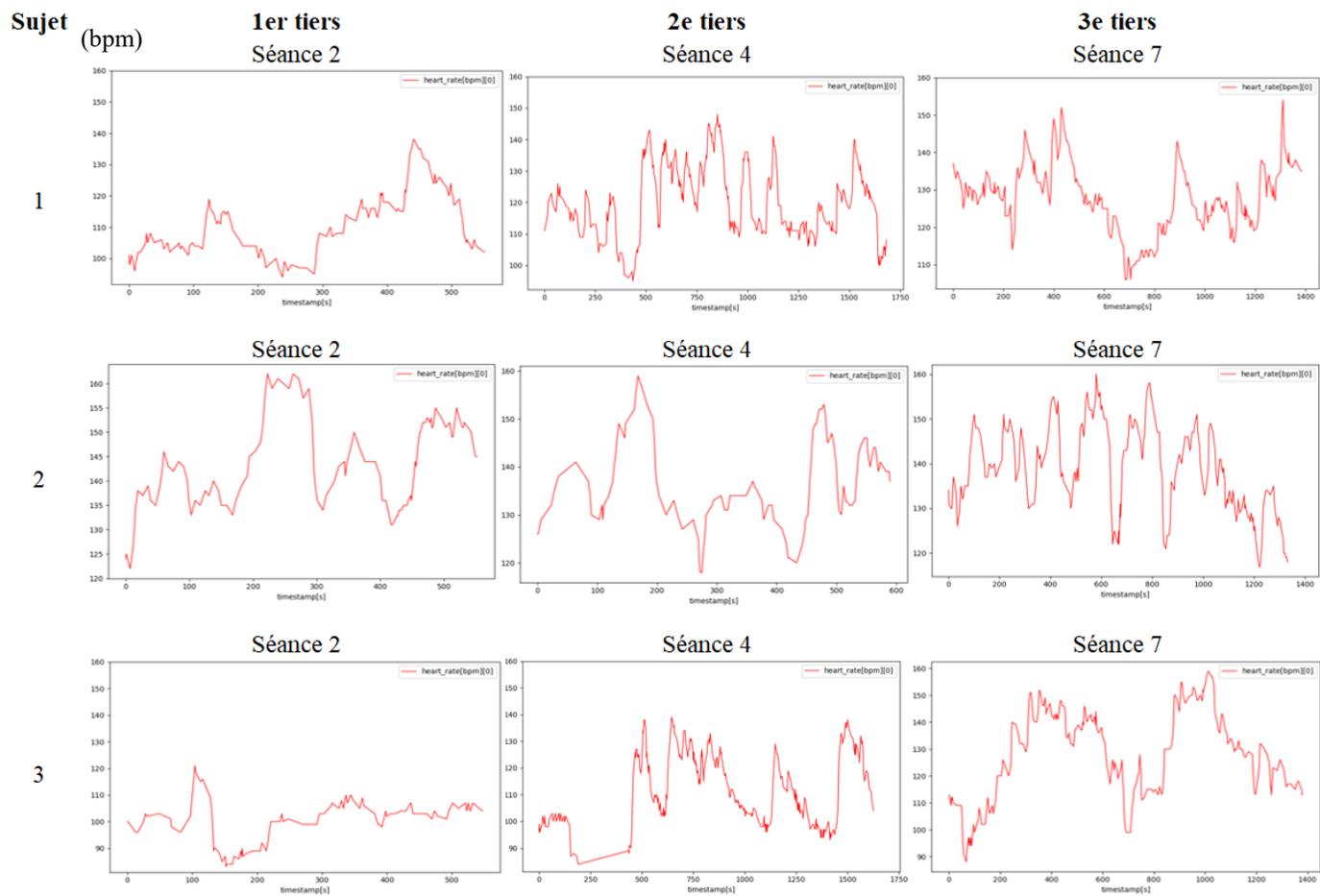
Tableau 5.3 : Comparaison des variables cardiovasculaires durant les sessions 2 et 7 avec le test de rang-signé non-paramétrique de Wilcoxon

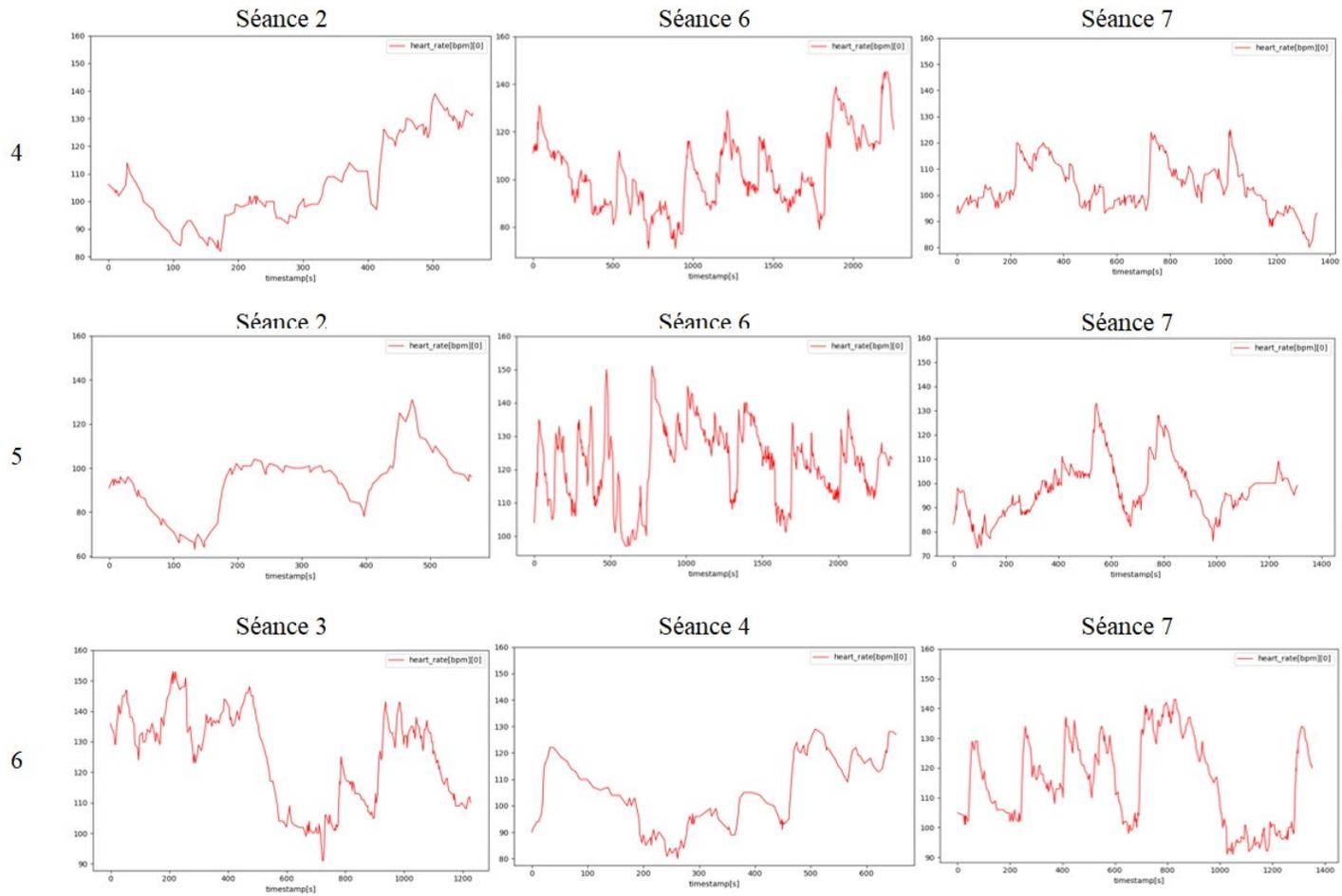
Variabes	Séance 2 (n=8)	Séance 7 (n=8)	Z	P
<b>Moyenne des FC moyennes</b>	108,05± 15,28	121±14,13	-1,963	0,05*
<b>Moyenne des FC maximales</b>	137,00±13,60	148,62±13,19	-1,612	0,107

Lorsque nous comparons la séance 2 à la séance 7, le test de rang-signé non-paramétrique de Wilcoxon démontre que la moyenne des Fc moyennes à une tendance significativement supérieure à la séance 7 ( $p = 0,05$ ). Concernant les Fc max, nous pouvons observer une augmentation de 11,62 bpm avec un niveau de variance similaire mais les résultats statistiques n'ont pas atteint le seuil de significativité.

Les tracés des Fc cardiaques pendant les séances sont présentés dans le tableau suivant (Tableau 5.5). Il représente la fréquence cardiaque en fonction du temps à la deuxième séance, à la quatrième séance et à la septième séance pour chaque participant. Pour les enfants absents ou lorsque l'enregistrement des données a été corrompu durant ces séances, nous avons pris la séance suivante qui comprenait l'entièreté des données (Tableau 5.5 ci-dessous).

Tableau 5.4 : Comparaison des graphiques des Fc en fonction du temps au 1er, 2e et 3e tiers du programme.





Afin d'évaluer si c'était possible de faire un protocole d'intervalles autodéterminés, nous avons calculé les moyennes des Fc dans chaque zone d'entraînement tel que démontré ci-dessous dans le Tableau 5.6.

Tableau 5.6 : Moyenne du pourcentage de temps passé dans chaque zone d'entraînement lors des séances 2, 4 et 7 du programme Mission Action incluant les temps de repos actifs.

<b>Numéro de séance</b>	<b>% Temps en zone « Très Légère »</b>	<b>% Temps en zone « Légère »</b>	<b>% Temps en zone « Modérée »</b>	<b>% Temps en zone « Vigoureuse »</b>	<b>% Temps en zone « Maximale »</b>
1 <sup>er</sup> tiers	61,88	10,71	24,69	2,72	0
2 <sup>e</sup> tiers	45,93	29,67	23,94	0,45	0
3 <sup>e</sup> tiers	43,93	23,13	31,41	1,54	0

Nous avons également comptabilisé le nombre d'enfants ayant atteint ces zones pendant la séance 2, 4 et 7 du programme (Tableau 5.7). Il est toutefois à noter que bien que les échelles de Fc soient les mêmes sur tous les graphiques du tableau 5.7, l'échelle de temps peut varier puisque certaines montres ont été arrêtées par les vêtements d'hiver des enfants qui appuyaient sur le bouton d'arrêt de la montre.

Tableau 5.7 : Nombre de participants ayant atteints chaque zone d'entraînement lors des séances 2, 4 et 7 du programme Mission Action.

<b>Numéro de séance</b>	<b>Nb de participant en zone « Très Légère »</b>	<b>Nb de participant en zone « Légère »</b>	<b>Nb de participant en zone « Modérée »</b>	<b>Nb de participant en zone « Vigoureuse »</b>	<b>Nb de participant en zone « Maximale »</b>
1 <sup>er</sup> tiers	5	6	5	1	0
2 <sup>e</sup> tiers	5	6	6	1	0
3 <sup>e</sup> tiers	5	6	5	3	0

Nous pouvons observer dans le Tableau 5.6 qu'au premier tiers, les participants étaient dans la zone d'activité très légère (<115 bpm) en moyenne 62%, comparativement à 11% du temps dans une zone légère (entre 115 et 130 bpm) et un seul participant (Tableau 5.7) a atteint la zone d'activités vigoureuses (entre 153 et 196 bpm). Dès le second tiers de l'entraînement, ceux-ci diminuaient de 16% le temps passé dans la zone d'activité très légère (46%) au profit d'une augmentation de 19% du temps passé dans la zone légère. Finalement, au troisième tiers, ceux-ci diminuaient encore de 9% le temps passé dans les zones d'activités très légère et légère pour augmenter le temps passé dans une zone d'activité modérée (31%). De plus, 3 participants ont atteint la zone d'activités vigoureuses. Toutefois aucun participant n'a atteint la zone maximale.

Il est important de considérer que les repos actifs représentent 6 minutes du temps dans la zone très légère soit environ 20% du temps dans toutes les séances. Ceci dit, à travers l'entraînement, nous pouvons donc observer une amélioration du pourcentage de temps passé dans les zones modérées, une diminution du temps passé dans les zones légères et une augmentation du nombre de participants qui atteignent la zone d'activité vigoureuse.

## CHAPITRE VI

### DISCUSSION

Le but de cette étude était de quantifier les adaptations cardiovasculaires et motivationnelles des enfants ayant un trouble des *dys* avant et après avoir participé à un programme pilote d'activités cardiovasculaires HIIT basé sur l'autodétermination. Les résultats de cette étude démontrent peu de résultats significatifs pour l'amélioration des variables cardiovasculaires et de la motivation en pré et post test. Par contre, le programme a eu des effets significatifs sur l'augmentation de la fréquence cardiaque moyenne et maximale durant les séances. Le programme a également démontré la possibilité d'effectuer de l'entraînement HIIT de façon ludique et autodéterminé chez ces participants. Les raisons potentielles expliquant ces résultats seront discutées dans la prochaine section.

#### 6.1 L'impact de Mission Action sur les variables cardiovasculaires

À travers notre projet, nous avons pu identifier les nombreuses limites des montres Garmin avec les enfants et leur système d'acquisition (explications détaillées dans la section 4.3). La comparaison et l'interprétation de ces données sont donc très limitées. Nos résultats révèlent qu'aucune variable cardiovasculaire n'était supérieure lorsque nous comparons les données acquises au temps 2 (post test) à celles au temps 1 (pré test) (Tableau 5.1). Il y a une diminution de la fréquence cardiaque de repos, de la

fréquence cardiaque maximale et de la fréquence cardiaque post-test. La littérature démontre bien que l'entraînement des capacités cardiovasculaires permet d'augmenter l'endurance et la force cardiovasculaire et ainsi de diminuer les fréquences cardiaques maximales à l'effort puisque le cœur développe une meilleure capacité de force d'éjection systolique du cœur (Green *et al.*, 2017; Ratel *et al.*, 2014b). Cependant, il y a une diminution de la vitesse maximale atteinte, de la vitesse moyenne et de la cadence. Ceci indique que nos participants ont été plus lents lors du test et qu'ils n'ont donc pas atteint une intensité aussi élevée au temps 2 qu'au temps 1. Ceci peut être expliqué par plusieurs facteurs. Tout d'abord, plusieurs données ne se sont pas enregistrées lors des tests (explications dans la section 4.3). Ceci réduit notre taille d'échantillon de 18 participants à 6 participants (seulement 3 participants étaient les mêmes au pré et au post test) et ne nous permet donc pas d'effectuer un test statistique. De plus, même si les tests ont été effectués dans la même période de la journée au temps 1 et au temps 2, il est possible que les activités scolaires auxquelles les enfants ont participé avant d'effectuer le test soient différentes (activités extérieures, activités de Noël, etc.). Ainsi, l'accumulation de fatigue et/ou d'excitation pour le temps des fêtes pourrait être un autre facteur qui influence la performance des participants lors du test.

Pour ce qui en est des valeurs atteintes lors des séances, celles-ci ont démontré des résultats significatifs qui soutiennent un impact de notre programme d'entraînement chez les enfants ayant un TA. Par exemple, les résultats démontrent une augmentation significative de la fréquence cardiaque moyenne entre la séance 2 et la séance 7. Nous avons observé également que la Fc max a une augmentation de 11,62 bpm (niveau de variance similaire) mais les résultats statistiques n'ont pas atteint le seuil de significativité. Nous pouvons aussi identifier que nos participants ont atteint des sommets (*peaks*) de fréquence cardiaque qui pourraient correspondre à de l'intervalle.

Les sommets sont toutefois variables à travers le temps et ainsi, ils sont difficiles à quantifier objectivement. Toutefois, de façon descriptive, nous pouvons observer que chaque participant a atteint plusieurs différents sommets d'intensité cardiovasculaire avec une amélioration du nombre de sommets visibles sur les tracés des fréquences cardiaques à travers les séances (Tableau 5.5). De plus, nous avons quantifié une amélioration du pourcentage de temps passé dans la zone d'activités modérés à vigoureuses à travers les séances (Tableau 5.6). On voit également que le nombre de participants qui atteignent une zone d'intensité « vigoureuse » a augmenté à la septième séance comparativement à la première. Cela pourrait être interprété comme une amélioration des capacités cardiovasculaire à travers les temps. Il est possible que le concept ludique des activités ait stimulé les enfants et qu'ils aient eu une meilleure participation (Katartzi et Vlachopoulos, 2011; Owen *et al.*, 2014) et ainsi, ils déployaient un effort supérieur vers la fin du programme. Notre étude confirme donc la possibilité d'effectuer un entraînement HIIT de façon autodéterminée avec des enfants ayant un TA.

Plusieurs autres facteurs peuvent influencer ou expliquer ce phénomène. Tout d'abord, nous avons remarqué qu'au début du programme, il était difficile pour certains d'entre eux de suivre les consignes et d'adhérer à une nouvelle routine, mais plus le programme avançait, plus les enfants avaient de la facilité et du plaisir à y participer. C'est pour cette raison que la séance 1 n'est pas incluse dans nos résultats. Il ne faut pas négliger que nos interventions demandent un temps d'adaptation pour les enfants et que cela peut prendre quelques séances. En effet, en observant les fréquences cardiaques dans les premières séances, on voit que celles-ci sont très peu élevées. Il est donc juste de dire qu'il a fallu un temps d'adaptation aux enfants pour augmenter leur intensité de participation. La littérature démontre en effet que les fonctions cognitives liées aux

activités sensorimotrices sont affectées chez les enfants ayant un TA (Szucs *et al.*, 2013). Parmi celles-ci on retrouve en outre la mémoire à court terme (p. ex. difficulté à se souvenir des consignes) ainsi que l'inhibition cognitive qui est altérée (p. ex. difficulté à se concentrer sur la tâche motrice en cours, car l'enfant a des difficultés à éliminer les autres informations inutiles qui lui viennent à l'esprit) (Szucs *et al.*, 2013 ; Censabella *et al.*, 2005). Au fur et à mesure des séances, les consignes restaient sensiblement les mêmes, ce qui favorisait leur compréhension. Ceci pourrait donc être une des raisons qui expliquent pourquoi les fréquences cardiaques sont plus élevées et que l'on observe plus de « peak » d'intervalles vers le milieu et la fin du programme.

Un autre facteur qui pourrait expliquer les résultats est la température. En effet, il est documenté dans la littérature que la température froide augmente la fréquence cardiaque et ce, même à une température de 5 degrés Celsius (Raven *et al.*, 1970). Puisque les séances se déroulaient à l'extérieur durant les mois d'octobre à décembre, il est possible que la température soit également un facteur ayant contribué à l'augmentation de la fréquence cardiaque à l'effort.

## 6.2 L'impact de Mission Action sur la motivation

Cette étude n'a malheureusement pas démontré d'amélioration significative au niveau de la motivation lors de la pratique des activités. Cependant, les participants ont tous verbalement donné des commentaires positifs aux activités et ont demandé de continuer à effectuer le programme malgré les résultats obtenus par les questionnaires. Durant la passation du questionnaire, nous avons remarqué que certains enfants répondaient les mêmes réponses indépendamment de la question et ce, malgré la présence et les explications de l'intervenante. Il est donc très possible que les réponses obtenues ne

reflètent pas proprement la motivation réelle des participants. Dû à la fin de semaine et à la période du temps des fêtes qui avançait à grands pas, il est possible que les enfants se soient moins concentrés pour remplir adéquatement le questionnaire et/ou aient voulu le faire rapidement afin de retourner en classe. Il est également possible que l'accumulation de fatigue altère leur niveau de concentration lors de passation du test puisque nous n'avons pas de contrôle sur leurs activités préalablement effectuées en début de journée.

### 6.3 Recherches futures

Des recherches futures devraient proposer une bonification du programme d'activités physiques avec des activités faisables à la maison qui pourraient avoir un impact bénéfique sur leur mode de vie et sur leur performance lors des séances d'activités physiques. Par exemple, il est possible de travailler en collaboration avec les écoles et les parents afin de créer des activités qui peuvent se transférer dans ces différents milieux ou des activités qui peuvent avoir un lien entre ces différents milieux, telle une même thématique par exemple. Ceci pourrait permettre de mieux intégrer un niveau d'activité physique suffisant dans la vie du participant, puisqu'il est démontré dans la littérature que les enfants avec un TA ne suivent pas les recommandations d'activités physiques adéquates (Cook et al., 2015). Il serait également pertinent d'effectuer un programme d'activités HIIT autodéterminées sur une plus longue période de temps et à une fréquence supérieure à une fois par semaine afin de pouvoir quantifier combien de séances sont requises pour observer une adaptation chez les participants. Des ingénieurs pourraient aussi développer une méthodologie pour quantifier les sommets d'intervalles dans un contexte HIIT semi-structuré variable.

#### 6.4 Limites de l'étude

L'étude comprend plusieurs limites. Comme mentionné plus haut, 48% des données ne se sont pas enregistrées lors de l'exécution du *Scrounch* Test. Afin que nous puissions enregistrer les données dans la mémoire interne de la montre, cette dernière doit avoir une connexion avec un satellite. Malheureusement, le gymnase dans lequel nous avons effectué les tests était construit de béton avec des fenêtres très hautes. En discutant avec le soutien technique de Garmin, ceux-ci nous ont informés que cet environnement pouvait mener à des problèmes de connexion lors de la prise de donnée. De ce fait, malgré nos projets pilotes favorables, sur les 18 participants, seulement six données de participants ont été recueillies en pré-test et en post-test. Ainsi, le nombre de données recueilli n'était pas assez élevé pour faire le test statistique de Wilcoxon tel qu'expliqué dans la section 4.1. De plus, lors de la réalisation du programme, les participants avaient leurs manteaux d'hiver et leurs mitaines, ce qui accrochait parfois la montre et arrêtait l'acquisition de données. Puisque la méthode quantitative s'est présentée avec certaines contraintes dans un contexte réel, il aurait été pertinent d'avoir plus de données qualitatives telles des entrevues en sous-groupes avec les enfants afin d'évaluer leur motivation et/ou leur intensité perçue de l'effort physique lors des activités.

De plus, le niveau de fatigue pouvait influencer la performance des participants en pré-test et en post-test. Puisque les tests étaient effectués après l'heure du dîner et que nous n'avions pas de contrôle sur leur alimentation ni sur leurs activités préalables dans la journée, il est possible que les enfants aient une accumulation de fatigue liée à ces activités. La période de l'année dans laquelle nous avons fait le post-test aurait également pu avoir un effet sur la motivation des enfants puisque le test a été effectué quelques jours avant le congé du temps de fête. À ce stade-ci de l'année, on remarque

que les enfants ont hâte aux vacances et ils sont plus fatigués, ce qui aurait pu altérer leur performance.

Finalement, lors des 8 semaines d'interventions, la température extérieure était de plus en plus froide au fur et à mesure que les semaines passaient. Nous avons remarqué que ceci influençait la motivation de certains participants à participer aux activités extérieures. Certains d'entre eux voulaient rentrer et se réchauffer plutôt que d'augmenter leur niveau d'intensité dans le jeu. Puisque nous étions dans un environnement extérieur, la température extérieure était un facteur non contrôlable tout comme les vêtements extérieurs avec lesquels nos participants arrivaient. Par contre, malgré ce facteur, en général, l'engagement physique et l'activité cardiovasculaire des enfants s'est amélioré entre le 1<sup>er</sup>, le 2<sup>e</sup> et le troisième tiers.

## CHAPITRE VII

### CONCLUSION

Le programme Mission Action, conçu pour les enfants atteints de TA, a été le premier programme d'activités HIIT incluant la théorie de l'autodétermination. Nos données acquises pendant l'entraînement révèlent des résultats qui soutiennent l'impact favorable de notre programme d'entraînement chez les enfants ayant un TA ainsi que sa faisabilité pour améliorer les adaptations cardiovasculaires chez ceux-ci. En raison des problèmes d'acquisitions de données avec les montres Garmin par contre, nous sommes limités dans l'interprétation des données pré et post tests. Nous déconseillons donc d'utiliser les montres *Garmin Vivoactive 3* pour tester les enfants pendant l'entraînement à l'extérieur ainsi que dans les bâtiments scolaires. Le type de motivation suite à la participation aux programmes pour sa part, n'a pas changé. Une prochaine étude pourrait avoir un meilleur impact sur l'amélioration des capacités cardiovasculaires si les activités HIIT autodéterminées étaient faites sur une plus longue période de temps et/ou à une fréquence supérieure à une fois par semaine et/ou avec des activités effectuées à domicile. Malgré les nombreuses limites de l'étude, ce type de programme d'activités physiques adaptées pourrait permettre d'adopter un mode de vie physiquement actif, ce qui diminuerait le risque de développer des maladies cardiorespiratoires et métaboliques chez les enfants atteints de TA. Bien que les enfants ayant des TA bénéficient de ressources dans le contexte scolaire, davantage

d'efforts doivent être faits pour leur permettre de vivre des activités physiques adaptées.

## ANNEXE A

### DIFFICULTÉS MOTRICES RELIÉES AUX TROUBLES D'APPRENTISSAGE

#### 1. Difficultés sensorimotrices liées à la Dyscalculie :

Plusieurs études démontrent que les limitations motrices atteignent toutes les catégories de mouvements chez l'enfant atteint de dyscalculie. Tout d'abord, une étude démontre qu'une bonne motricité fine prédit une meilleure performance en mathématique (Gashaj *et al.*, 2019; Luo *et al.*, 2007). Malheureusement, la motricité fine est altérée chez ces jeunes. Par exemple, les tâches de motricité fine comme écrire à la main, faire des gestes avec précision, mais aussi reconnaître facilement ses doigts sont significativement altérées chez les enfants ayant une dyscalculie (Roberta *et al.*, 2020; Van Hecke *et al.*, 2019). La motricité fine pourrait être notamment affectée par un trouble du système vestibulaire (Van Hecke *et al.*, 2019). En effet, le réflexe vestibulo-oculaire (VOR), étant responsable de la stabilisation du regard lorsque la tête est en mouvement, permet une coordination oeil-main optimale. Il est donc nécessaire à plusieurs performances motrices fines. Certaines études menées avec des adultes appuient cette hypothèse et soulignent aussi l'existence d'un lien possible entre le système vestibulaire et les performances en mathématique (Moser *et al.*, 2017; Smith, P., 2012). D'autre part, les enfants ayant une dyscalculie ont également des difficultés au niveau de la reconnaissance visuospatiale qui pourrait non seulement altérer les capacités de coordination oeil-main optimale, mais également, diverses compétences

requis dans les sports telles que suivre un ballon dans l'espace pour l'attraper, la rotation mentale (p. ex. imaginer une stratégie tactique au soccer) et la perception spatiale (p. ex. estimer la distance entre le but de soccer, l'adversaire ainsi que son coéquipier qui court pour planifier son mouvement de botter). De plus, on a décelé des déficits d'équilibre postural et de coordination globale chez ces enfants (Shalev *et al.*, 1995; Van Hecke *et al.*, 2019).

Les fonctions cognitives liées aux activités sensorimotrices sont également affectées chez les enfants ayant une dyscalculie (Szucs *et al.*, 2013). La mémoire de travail visuospatiale (p. ex. difficulté à faire une passe à l'attaquant de son équipe lorsqu'il va chercher la rondelle puisqu'il a des difficultés à se remémorer où il était situé dans la zone de jeu), la mémoire à court terme (p. ex. difficulté à se souvenir des consignes de l'entraîneur), ou encore, l'inhibition cognitive (p. ex. difficulté à se concentrer sur la tâche motrice en cours, car l'enfant a des difficultés à éliminer les autres informations inutiles qui lui viennent à l'esprit) sont altérées (Szucs *et al.*, 2013). Ces atteintes entraînent donc des difficultés d'exécution, d'inhibition d'actions ainsi que des troubles visuospatiaux et vestibulaires qui peuvent affecter la précision des mouvements.

## 2. Difficultés sensorimotrices liées à la Dysgraphie:

Comme son nom l'indique, la dysgraphie est une dysfonction dans les capacités graphiques. Ainsi, il n'est pas étonnant que la motricité fine soit atteinte puisque ce trouble affecte la capacité d'écriture (Tal-Saban et Weintraub, 2019). Plus précisément, la vitesse, la force, la taille et la cohérence d'exécution des lettres lors de l'écriture sont altérées (Adi-Japha *et al.*, 2007). L'orientation spatiale lors de tâches d'écriture telle que s'orienter sur des lignes et le jugement de l'orientation de lignes sont également affectés (Mather, 2003). Les personnes atteintes éprouvent aussi des problèmes de

dextérité et de vitesse d'exécution de mouvements des doigts (Tal-Saban et Weintraub, 2019). Les difficultés associées à la motricité fine affectent donc leurs compétences calligraphiques, mais également des compétences qui sont largement utilisées dans les sports et les activités motrices, notamment pour manier un bâton de hockey, attraper une balle de baseball ou attacher les lacets de leurs souliers de course. Cette maladresse perdure jusqu'à l'âge adulte. En effet, une étude effectuée par le biais d'un questionnaire autodéclaré par les adultes atteints de dysgraphie révèle qu'ils ont des difficultés de coordination lors de tâches de motricité globale (faire du vélo, danser, etc.) et des tâches de motricité fine (découper, jouer un instrument de musique, etc.). Les évaluations sensorimotrices effectuées dans cette étude démontrent que les atteintes de motricité fine et d'organisation visuospatiale sont significativement altérées à l'âge adulte lorsque leur performance est comparée à leurs pairs (Tal-Saban et Weintraub, 2019).

Tout comme pour la dyscalculie, on observe que les enfants atteints de dysgraphie ont également des troubles de la motricité oculaire et du système vestibulaire qui affecte leur reconnaissance visuospatiale et ainsi leur équilibre postural (Van Hecke *et al.*, 2019). Puisque la posture est le cadre de référence du mouvement, cela pourrait avoir des impacts sur le contrôle de la motricité globale. Par contre, à notre connaissance, aucune étude n'a évalué spécifiquement cette compétence chez les enfants ayant une dysgraphie. Cependant, les études qui ont évalué la motricité globale des enfants ayant des troubles d'apprentissage, dont fait partie la dysgraphie, ont démontré des altérations de cette catégorie de mouvement (Bruininks et Bruininks, 1977; Haubenstricker *et al.*, 1981; Westendorp *et al.*, 2011). Tout comme pour la dyscalculie, on observe que les enfants atteints de dysgraphie ont également des troubles de la motricité oculaire et du système vestibulaire qui affecte leur reconnaissance visuospatiale et ainsi leur équilibre

postural (Van Hecke *et al.*, 2019). Puisque la posture est le cadre de référence du mouvement, cela pourrait avoir des impacts sur le contrôle de la motricité globale. Par contre, à notre connaissance, aucune étude n'a évalué spécifiquement cette compétence chez les enfants ayant une dysgraphie. Cependant, les études qui ont évalué la motricité globale des enfants ayant des troubles d'apprentissage, dont fait partie la dysgraphie, ont démontré des altérations de cette catégorie de mouvement (Bruininks et Bruininks, 1977; Haubenstricker *et al.*, 1981; Westendorp *et al.*, 2011).

### 3. Difficultés sensorimotrices liées à la Dyslexie :

Plusieurs recherches ont évalué les habiletés motrices des enfants atteints d'une dyslexie. Les chercheurs ont trouvé des difficultés significatives dans les 4 catégories de mouvement. Au niveau de la motricité fine, des études démontrent que les enfants atteints ont une faible dextérité lorsqu'on leur demande d'exécuter des tâches qui nécessitent une coordination complexe des doigts ou une coordination bimanuelle (Jover *et al.*, 2013; Ramus, 2003; Wolff *et al.*, 1990). En effet, la performance des enfants atteints d'une dyslexie est altérée pendant des tâches bimanuelles qui nécessitent l'intégration de réponses asynchrones. Par contre, dans une tâche plus facile (une seule main, mouvements des doigts synchrones) ces enfants performant aussi bien que leurs pairs. Bien que les enfants avec une dyslexie montrent des difficultés de motricité fine, ces atteintes seraient moins importantes que pour les enfants ayant une dysgraphie. En effet, on observe des déficits de vitesse d'exécution et de précision du mouvement uniquement lorsque deux exigences motrices sont requises simultanément dans la même tâche chez les enfants ayant une dyslexie (Marchand-Krynski *et al.*, 2017; Nicolson et Fawcett, 2011). Lorsque la tâche requiert seulement une composante, les résultats ne démontrent pas de différence de vitesse d'exécution par rapport à un

groupe contrôle. Cependant, lorsque la vitesse d'exécution est combinée avec la précision, on observe une baisse de performance (Marchand-Krynski *et al.*, 2017).

Les enfants ayant une dyslexie ont aussi des problèmes d'orientation visuospatiale particulièrement lorsque le niveau de difficulté est élevé (Lipowska *et al.*, 2011). Ces enfants ont des atteintes de perturbations de la vision des contrastes et de la sensibilité au mouvement, d'une instabilité de la fixation oculaire engendrant des distorsions, des déplacements et des superpositions de lettres et de mots, ainsi que des troubles de la poursuite oculaire, essentiellement de gauche à droite (Jover *et al.*, 2013).

Ces enfants ont aussi des déficits de contrôle de l'équilibre et de coordination inter-segmentaire, ainsi que des difficultés d'organisation temporelle particulièrement lorsque le niveau de difficulté est élevé (Jover *et al.*, 2013; Milena *et al.*, 2014; Stoodley *et al.*, 2005). Une dysfonction cérébelleuse et/ou des problèmes d'automatisation et d'initiation de mouvements pourraient en être la cause (Ramus, 2003; Reiter *et al.*, 2005). Une nouvelle hypothèse concernant les déficits proprioceptifs pourrait aussi expliquer ces résultats (Laprevotte *et al.*, 2021).

En effet, une étude récente menée par Laprevotte et leurs collègues (2021) a évalué l'acuité proprioceptive des enfants dyslexiques. La performance de ces enfants a été comparée à celle d'un groupe de lecteurs typiques âgés de 10 à 12 ans. Cette étude évaluait la capacité des enfants à détecter un mouvement passif d'un membre de son corps. Pour ce faire, l'enfant portait des lunettes opaques et des écouteurs à réduction de bruits pour empêcher le sens de l'ouïe et de la vue d'influencer son jugement lors du test. La flexion passive du coude était faite à plusieurs vitesses différentes par un dispositif robotisé. Les résultats ont démontré que les enfants avec une dyslexie avaient

une performance inférieure (seuils de détection plus élevés) et plus variable que les lecteurs typiques. Les enfants avec une dyslexie avaient aussi un temps de détection plus lent et deux fois plus variable que leurs pairs pour détecter les mouvements passifs du coude à des vitesses lentes que les enfants de l'autre groupe. Les chercheurs ont également trouvé une forte corrélation positive entre la capacité de lecture et l'acuité proprioceptive (Laprevotte *et al.*, 2021).

#### 4. Difficultés sensorimotrices liées à la Dysorthographie :

À l'exception de la motricité oculaire, aucun article scientifique à notre connaissance n'a évalué spécifiquement les autres compétences motrices chez les enfants ayant une dysorthographie. La majorité des textes parlent de la dysorthographie comme une comorbidité à la dyslexie qu'on associe aux difficultés motrices (Ramus, 2003). Il est donc difficile de dissocier l'une de l'autre.

#### 5. Difficultés sensorimotrices liées à la Dysphasie :

La dysphasie, quant à elle, semble être un trouble moins étudié en relation avec les compétences motrices. Malgré cela, une étude très intéressante menée par Rintalla et Linjala (2003) a évalué plusieurs tâches de motricité globale dont la coordination, la locomotion, le contrôle d'objet, la course, attraper, lancer, sauter. Les résultats ont démontré qu'en comparant l'exécution de ces tâches effectuées par des enfants ayant une dysphasie et des enfants neurotypiques, ces premiers ont des résultats inférieurs et leurs compétences motrices sont classées comme étant « faibles » selon les normes soit, 82 % de ces enfants (Rintala et Linjala, 2003).

Les compétences de motricité fine des enfants ayant une dysphasie seraient également atteintes. Cependant, les résultats des études divergent. Certaines études démontrent des difficultés au niveau de la dextérité ainsi qu'au niveau des habiletés visuomotrices,

cependant ce n'est pas le cas dans toutes les études (Müürsepp *et al.*, 2009; Visscher *et al.*, 2007). Seulement les cas sévères de trouble développemental de la parole et du langage présentent des difficultés de coordination oeil-main (Müürsepp *et al.*, 2009).

#### 6. Difficultés sensorimotrices liées à la Dyspraxie

La dyspraxie est un déficit dans les capacités d'apprentissage du mouvement. Cette atteinte affecte donc toutes les familles de mouvements (équilibre, motricité fine, motricité globale, motricité oculaire) qui sont notamment plus lents et plus difficiles à automatiser. La coordination intersegmentaire (p. ex. coordonner simultanément la main gauche et la main droite pendant que l'enfant jongle) et la capacité à coordonner des séquences de mouvements (p. ex. courir, attraper, puis lancer une balle de baseball) sont altérées. De plus, des déficits des systèmes sensoriels ont été détectés (somatosensorielles, visuospatiales et vestibulaires) et des fonctions exécutives (Vaivre-Douret *et al.*, 2011). Les enfants ayant le TDC sont plus lents à repérer la cible et à transférer de l'information interhémisphérique. En outre, leurs capacités cognitivo-motrices ainsi que leur processus d'anticipation et d'exécution de mouvement sont moins développés que ceux de leurs pairs (Tsai *et al.*, 2009). Sans aucun doute, ces déficits altèrent leur capacité à effectuer des activités physiques et motrices.

## ANNEXE B

### PROGRAMME D'ACTIVITÉS PHYSIQUES

#### Séance 1 : Mission Action!

Lieu : Extérieur

Durée : 1h

Heure d'arrivée : 12h55

Heure de départ : 13h55

#### Déroulement :

Heure	Activités
12h55	Accueil/échauffement
13h05	Activité
13h35	Jeu libre
13h45	Retour au calme/Journal de bord

#### Échauffement :

Durée : 10 minutes

But : Créer son espion pour sa carte d'espion.

Déroulement : Les enfants doivent choisir un nom d'espion ainsi qu'une ou plusieurs habiletés. Il y aura des listes d'affichées parmi lesquelles les enfants pourront s'inspirer.

Matériel : Aucun

#### Activité 1 : Entraînement d'espion

Durée : 30 minutes

But : Créer son parcours d'entraînement et le faire.

Déroulement : Les enfants devront prendre le matériel présent pour effectuer un parcours d'entraînement d'espion. Pour ce faire, le matériel sera dispersé à plusieurs endroits de la cour d'école et les enfants devront courir pour rassembler le matériel ensemble. À chaque dix secondes, l'intervenant donnera un signal. À ce signal, les enfants devront se déplacer au ralenti pour une vingtaine de secondes avant de poursuivre. Aux 10 secondes, les enfants devront se déplacer le plus vite possible, car ils ont des pouvoirs d'invisibilité. Une fois tous les objets ramassés ensemble, les enfants devront construire leur parcours d'entraînement. Par sa suite, ils pourront l'effectuer au complet, car ils doivent s'entraîner à transporter des indices précieux. Encore une fois, à chaque 10 secondes, l'intervenant devra donner un signal où les enfants devront bouger au ralenti avant de poursuivre le parcours avec une intensité élevée.

Matériel :

- Cônes
- Corde à sauter
- Dossard
- Boîte de carton
- Etc.

#### Retour au calme : Point d'appui

Durée : 5-7 minutes

But : Inventer en 3-4 sous-groupes des exercices de concentration d'espion et rangement du matériel.

Matériel :

Aucun

**Séance 2 : Mission Action / Musée**

Lieu : Extérieur

Durée : 1h

Heure d'arrivée : 12h55

Heure de départ : 13h55

*Déroulement :*

Heure	Activités
12h55	Accueil/échauffement
13h05	Activité
13h35	Jeu libre
13h45	Retour au calme/Journal de bord

*Échauffement :***Durée :** 7 minutes**But :** Les enfants reçoivent leurs cartes et pratiquent leur pouvoir pendant qu'il se déplace dans la cour.**Matériel :**

- Cartes d'espion

*Activité 1 :***Durée :** 15 minutes**But :** Rassembler tous les objets selon la catégorie demandée.

**Déroulement :** Les enfants auront plusieurs objets devant eux dans 3 bacs séparés. Ces objets sont des œuvres d'art volées par les voleurs que les enfants devront retourner au musée. Ils devront sortir un objet à la fois du bac et le déposer à l'autre bout du terrain en sécurité. Une fois tous les objets sortis, ils pourront les rassembler par couleur ou une autre catégorie de leur choix (ex. : bleu= statut, rouge = peinture, jaune = bijou précieux) et les mettre en 3 piles différentes. Une fois ceci complété, ils devront les retourner au musée et reconstruire l'exposition. Ici, ils devront choisir ensemble quel objet représente quoi et où le placer sur le terrain.

**Matériel :**

- Balles
- Objets colorés

**Variantes :**

- Changer la catégorie (les objets ronds, les objets irréguliers, les objets longs, etc.)

*Activité 2 :***Durée :** 15 minutes**But :** Parcourir une distance en respectant les consignes.

**Déroulement :** Les objets sont maintenant sécurisés dans le musée. Les enfants doivent retourner à leur base d'espion, mais les voleurs sont encore dans le coin et veulent s'en prendre à eux pour avoir perturbé leur mission. Ils doivent alors réussir à retourner à leur base sans se faire prendre. Les enfants sont éparpillés sur le terrain et doivent parcourir la distance du terrain en respectant les consignes indiquées par l'intervenant. Lorsque l'intervenant dit « noirceur » les enfants doivent avancer le plus rapidement possible. Lorsque l'intervenant dit « laser », les enfants doivent marcher au ralenti accroupi et lorsque l'intervenant dit « lumière », les enfants doivent courir et toucher la clôture de la cour. Il est important de respecter les intervalles 10''20''.

**Matériel :**

- Aucun

**Variantes :**

- Laisser le choix aux enfants de créer leur propre consigne assignée à un mot suivant la thématique du musée.

*Retour au calme :*

Les enfants doivent créer un cri d'équipe ensemble.

**Séance 3 : Chasse au trésor**

Lieu : Extérieur

Durée : 1h

Heure d'arrivée : 12h55

Heure de départ : 13h55

*Déroulement :*

Heure	Activités
12h55	Accueil/échauffement
13h05	Activité 1
13h20	Activité 2
13h35	Jeu libre
13h45	Retour au calme/Journal de bord

*Échauffement :*

Pratiquer leur pouvoir d'espion.

*Activité 1 : Chasse au trésor***Durée :** 30 minutes**But :** Trouver tous les trésors.

**Déroulement :** Le jeu de la chasse au trésor se déroule à l'extérieur. Les enfants forment deux équipes et ils doivent trouver les trésors qui ont été cachés l'autre équipe et les ramener dans leur coffre. Une équipe cache des poches de sables (qui sont des lingots d'or) et l'autre cache des petites balles (qui sont des pierres précieuses). Lors de la chasse, les enfants doivent se déplacer rapidement pour aller chercher les objets pour ne pas se faire prendre par les méchants. Lorsqu'ils ont un objet dans les mains, ils doivent se déplacer lentement puisqu'ils ont un pouvoir d'invisibilité. Ensuite les équipes, s'inverse.

**Matériel :**

- Coffre
- Poches de sable
- Petites balles

*Retour au calme : Cacher les trésors***Durée :** 5-7 minutes**But :** Aller cacher les trésors pour le prochain groupe**Matériel :**

- Jeton du trésor

**Séance 4 : Mission Train**

Lieu : Extérieur

Durée : 1h

Heure d'arrivée : 12h55

Heure de départ : 13h55

*Déroulement :*

Heure	Activités
12h55	Accueil/échauffement
13h05	Activité 1
13h35	Jeu libre
13h45	Retour au calme/Journal de bord

*Échauffement :***Durée :** 7 minutes**But :** Les enfants doivent pratiquer leur technique d'imitation d'animaux afin de ne pas se faire reconnaître. Pour ce faire, ils pratiqueront les déplacements illustrés par les pictogrammes de Ratadam.**Matériel :** Pictogramme du jeu Ratadam*Activité 1: Train de charbon***Durée :** 30 minutes**But :** Transporter le charbon (sac de sable) du dernier wagon au premier wagon du train.**Explications :** Les méchants tentent d'arrêter le train pour nous empêcher d'aller à notre prochaine mission. Ils ont mis plein de débris dans le train et ils se débarrassent des morceaux de charbon qui servent à faire avancer ce dernier.**Étape 1 :** Les enfants doivent tout d'abord construire un chemin à obstacle qui représente le train. Chaque fois qu'un enfant a un objet dans les mains, il se déplace lentement et lorsqu'il n'a pas d'objet, il se déplace rapidement (intervalle 10''20'').**Étape 2 :** Des morceaux de charbon (sacs de sable) sont dispersés à travers le parcours construit par les enfants. Ils vont chercher les morceaux de charbon et doivent apporter ceux-ci jusqu'au réservoir à l'avant (également construit par les enfants). Pour ne pas se faire reconnaître par les méchants, lorsque les enfants ont un morceau de charbon, ils doivent se déplacer comme un animal (Pictogramme de Ratadam: avant d'amorcer l'activité, faire une démonstration de tous les déplacements que les enfants devront réaliser, faites à l'échauffement) (intervalle 10''20'').**Étape 3 :** À un moment, les méchants se rendent compte que les espions arrivent à amener du charbon. Un intervenant avec un dossard est un méchant (bouge lentement) qui va se débarrasser des provisions et les amène à l'extérieur du terrain. Les enfants doivent récupérer ces morceaux et les ramener.**Matériel :**

- Poche de sable
- Cônes
- Corde
- Cerceaux
- Boîtes de carton
- Bac de lait

**Variantes :**

- Conception : Encourager les enfants à choisir différents animaux, mais ne pas les obliger.

*Retour au calme : Replacer le train en ordre***Durée :** 5-7 minutes**But :** Défaire les obstacles créés par les méchants (ranger le matériel).**Matériel :**

- Aucun

**Séance 5 : Énigme**

Lieu : Extérieur

Durée : 1h

Heure d'arrivée : 12h55

Heure de départ : 13h55

*Déroulement :*

Heure	Activités
12h55	Accueil/échauffement
13h05	Activités
13h35	Jeu libre
13h45	Retour au calme/Journal de bord

*Échauffement :***Durée :** 5-7 minutes

**But :** Les enfants doivent pratiquer leur mémoire d'espion. Pour ce faire, ils seront divisés en équipes de trois et devront parcourir la cour en comptant le nombre d'arbres, le nombre de roches, le nombre de marelles dessinées au sol et le nombre tables à piquenique. Ils doivent se déplacer à chaque objet pour faire le compte. Ensuite, ils devront rapporter les bons nombres associés aux objets à l'intervenant. S'il leur manque un nombre, ils devront retourner compter et revenir rapporter le bon nombre.

**Matériel :**

- Aucun

*Activité 1 : Mission perdue***Durée :** 20 minutes

**But :** À la hâte, nous avons égaré des enveloppes qui contenaient de l'information cruciale pour la prochaine mission à réaliser en groupe. Le but du jeu est donc de retrouver toutes les enveloppes afin de connaître notre prochaine mission.

**Explications:** Des enveloppes que les enfants doivent trouver sont cachées à divers endroits de la zone de jeu. L'animateur divise le groupe en trois petits groupes et attribue une couleur du logo de l'école à chacune des équipes (à titre d'exemple, les enfants faisant partie de l'équipe des bleus devront aller chercher toutes les enveloppes bleues seulement). Ceux-ci doivent trouver un cri d'équipe en groupe que tous devront crier à chaque fois qu'ils trouvent une enveloppe de la couleur de leur équipe. Chaque enveloppe comprend une image qui représente où se trouve le prochain indice de la prochaine mission. Une fois que toutes les enveloppes d'une même équipe sont récupérées, celle-ci tente de localiser l'indice pour la mission. Une fois que tous les enfants sauront où se trouve le prochain indice, ils iront le récupérer. L'intervenant devra lire le message pour indiquer la prochaine mission. ATTENTION! Les enfants doivent récupérer les enveloppes sans se faire détecter par les capteurs de mouvements. Ils doivent donc se déplacer en marchant. Lorsque l'alarme sonne une première fois, ceci indique que les capteurs sont désactivés et les enfants peuvent courir. Lorsque l'alarme (bruit d'un Gong) sonne une deuxième fois, les capteurs sont réactivés et les enfants doivent marcher (intervalle 10''20'').

**Matériel :**

- Enveloppe
- Image imprimée
- Indice pour la prochaine mission imprimé
- Haut-parleur portatif

**Activité 2 :****Durée :** 10 minutes**But :** Suite à la lecture de l'indice, les enfants découvrent qu'ils devront trouver le code pour désactiver l'arme des méchants.**Explications:** En lisant le papier, l'intervenant explique le but de la mission qui est de trouver le code secret pour désactiver l'arme. Pour se faire, les enfants devront parcourir la cour à la recherche de choses qu'ils retrouvent en grand nombre. Après avoir discuté entre eux et avec l'aide des intervenants, ceux-ci réaliseront que les chiffres pour le code représentent le nombre de jeux de marelles présents dans la cour, le nombre d'arbres et le nombre de points de couleurs dessiné au sol. Une fois qu'ils auront trouvé les 3 chiffres, l'intervenant devra déverrouiller un cadenas en essayant les différentes combinaisons de ces trois chiffres. Le jeu termine lorsque nous aurons réussi à déverrouiller le cadenas avec la bonne séquence.**Matériel :**

- Cadenas

**Retour au calme :** Replacer le train en ordre**Durée :** 5-7 minutes**But :** Rappporter le matériel dans les enveloppes et le cacher pour le prochain groupe.**Matériel :**

- Aucun

**Séance 6 : Course vers l'espace**

Lieu : Extérieur

Durée : 1h

Heure d'arrivée : 12h55

Heure de départ : 13h55

**Déroulement :**

Heure	Activités
12h55	Accueil/échauffement
13h05	Activité 1
13h20	Activité 2
13h35	Jeu libre
13h45	Retour au calme/Journal de bord

**Échauffement :****But :** Les enfants sont séparés en deux groupes chacun avec un intervenant. Les enfants doivent se placer en cercle et mettre leurs mains au centre en prenant la main d'un autre ami. L'objectif du jeu est donc de pratiquer leur communication pour défaire les mains mélangées pour revenir en grand cercle.**Explications:** L'intervenant demande aux enfants de fermer les yeux pendant que celui-ci les place main dans la main de manière aléatoire. L'objectif du jeu est donc de revenir, le plus rapidement possible, à l'état initial, soit en forme de cercle, avec la seule contrainte de toujours devoir garder les mains liées tout au long du jeu.**Matériel :**

- Aucun

**Activité 1 :****Durée :** 15 minutes**But :** La station spatiale a été attaquée par les méchants. Les espions sont les seules à avoir les habiletés pour entrer dans la station et compléter la mission. Le but de la première activité est donc d'arriver à l'intérieur de la salle de contrôle de la station spatiale.**Explications:** Les enfants doivent rassembler les débris pour en construire un parcours à obstacle afin de se rendre au centre de la station. Ces objets sont éparpillés sur le terrain. Avant de construire le parcours, ils doivent choisir trois types d'obstacles à insérer dans le parcours (ex. : un obstacle qu'ils doivent contourner, un qui doit passer en dessous et un par-dessus). Lorsqu'ils vont chercher un débris, ils doivent y aller très vite et lorsqu'ils ont l'objet dans les mains, ils doivent marcher (intervalle 10''20''). Ensuite, ils doivent parcourir le parcours pour se rendre au centre de la station.**Matériel :**

- Cônes
- Cordes
- Cerceaux
- Pelles extérieures
- Cloche pieds
- Boîtes de carton

**Activité 2 :****Durée :** 15 minutes**But :** Détruire les météorites qui tombent sur la Terre.**Explications:** Maintenant que les espions sont parvenus à l'intérieur de la station spatiale, ils doivent effectuer la mission qui est de détruire la pluie de météorites qui tombe sur la Terre. Plusieurs cônes sont éparpillés sur une autre partie du terrain. Les enfants doivent prendre les poches (de sables 3 par enfants) et se placer à une distance de leur choix d'un cône. Par la suite, ils doivent lancer une poche de sable sur le cône. Lorsque l'enfant réussit à toucher le cône, cela veut dire qu'il a réussi à affaiblir la météorite. Une météorite est détruite lorsque tous les enfants ont réussi à toucher celle-ci. Une fois que l'enfant a réussi à affaiblir une météorite, il doit partir à la course pour aviser l'intervenant (le patron de la station) qui lui remet un jeton (intervalle 10''20''). Ensuite, il retourne sur le terrain pour en détruire une autre, jusqu'à temps de les avoir tous détruits. Le jeu se termine lorsque tous les enfants ont détruit tous les météorites.**Matériel :**

- Cônes (20)
- Poches de sable (27)
- Jetons

*Retour au calme : Replacer les débris du parcours éparpillés sur le terrain***Durée :** 5-7 minutes**But :** Détruire le parcours et replacer le matériel éparpillé pour le prochain groupe.

**Séance 7 : Mission Cléopâtre**

Lieu : Extérieur

Durée : 1h

Heure d'arrivée : 12h55

Heure de départ : 13h55

*Déroulement :*

Heure	Activités
12h55	Accueil/échauffement
13h05	Activité 1
13h20	Activité 2
13h35	Jeu libre
13h45	Retour au calme/Journal de bord

*Échauffement :***But :** Les enfants doivent pratiquer leur capacité d'équilibre.**Explications:** Grâce aux cartes du jeu *Équilibre*, les enfants devront pratiquer les différents déplacements suggérés par les cartes. Ils peuvent choisir plusieurs types de déplacement au courant de l'échauffement.**Matériel :**

- Carte du jeu *Équilibre*

*Activité 1 :***Durée :** 15 minutes**But :** Créer un parcours qui relie le terrain de soccer (Montréal) aux roches (Égypte) afin de récupérer le trésor de Cléopâtre.**Explications:** Les enfants découvrent que le trésor de Cléopâtre, datant de plusieurs millénaires, a été volé par un vilain qui se trouve en Égypte. Afin de récupérer le trésor, ceux-ci doivent créer un circuit qui relie Montréal (terrain de soccer) à l'Égypte (lieu où il y a les roches). Pour ce faire, ils pourront utiliser le matériel dédié aux jeux extérieurs dans l'entrée de la cour. Chaque fois qu'ils ont un objet dans les mains, ceux-ci doivent marcher et lorsqu'ils n'ont pas d'objet, ils peuvent courir (intervalle 10''20''). Pendant ce temps, un intervenant, place le matériel pour la deuxième activité.**Matériel :**

- Cônes
- Cordes
- Cerceaux
- Pelles extérieures
- Boîtes de carton

*Activité 2 :***Durée :** 15 minutes**But :** Récupérer le trésor de Cléopâtre.**Explications:** Le trésor de Cléopâtre a été démonté et les pièces du trésor ont été cachées partout à travers la région en Égypte. Les enfants devront récupérer une pièce du trésor à la fois et replacer cette pièce dans le coffre qui se trouve à Montréal (terrain de soccer). Ceux-ci doivent marcher lorsqu'ils ont un trésor dans les mains et peuvent courir lorsqu'ils n'ont pas de trésor (intervalle 10''20''). Les enfants peuvent choisir de faire le circuit pour l'aller ou pour le retour entre Montréal et l'Égypte.**Matériel :**

- Jetons
- Coffre aux trésors

*Retour au calme : Replacer le matériel du parcours***Durée :** 5-7 minutes**But :** Détruire le parcours et replacer le matériel pour le prochain groupe.

**Séance 8 : La fête des espions**

Lieu : Intérieur

Durée : 1h

Heure d'arrivée : 12h55

Heure de départ : 13h55

*Déroulement :*

Heure	Activités
12h55	Accueil/échauffement
13h05	Activité 1
13h20	Activité 2
13h35	Jeu libre
13h45	Retour au calme/Journal de bord

*Échauffement :***But :** Créer une nouvelle poignée de main et un nouveau cri d'équipe tout le monde ensemble.**Explications:** Auparavant, les cris d'équipe et les poignées de mains étaient utilisés lors des activités quand ils étaient en sous-groupe. Maintenant, ils doivent créer un cri d'équipe et une poignée de main qui unit tous ensemble.**Matériel :** Aucun*Activité 1 :***Durée :** 15 minutes**But :** Créer un parcours de laser (avec des cordes) pour pratiquer ses talents d'espions.**Explications:** Les enfants devront prendre des cordes et les attacher autour du matériel présent dans le milieu de vie pour se faire un parcours de laser. Ils pourront empiler le matériel, le déplacer comme ils le désirent tout en restant sécuritaires. Lorsqu'ils ont un objet dans les mains, ils devront marcher et lorsqu'ils n'ont rien dans les mains, ils pourront courir (intervalle 10''20''). Les intervenants devront encourager les participants à faire le parcours large pour que plusieurs enfants puissent y aller à la fois. Ils pourront ensuite pratiquer leur déplacement d'espion en franchissant le parcours. Lorsque la motivation diminue, les intervenants peuvent faire bouger les lasers d'une section que les enfants choisissent pour ajouter plus de défi.**Matériel :**

- Cordes
- Chaises
- Matériel présent dans le milieu
- Tables

*Activité 2 :***Durée :** 15 minutes**But :** Les enfants doivent rassembler toutes les missions qu'ils ont faites et les mettre dans le bon ordre chronologique.**Explications:** Les enfants ont effectué 7 missions au cours de leur session. Pour la fête des espions, ils doivent trouver les noms des missions et le but de ceux-ci (inscrit sur les feuilles de papier) et les placer en ordre sur une ligne du temps. Les feuilles de papier qui contiennent les noms des missions seront cachées dans l'aire de jeu tout comme les feuilles ayant le but des missions inscrites. Au signal de départ, les enfants devront trouver le plus rapidement possible toutes les feuilles de papier en utilisant le parcours qu'ils ont créé préalablement. Une fois qu'ils réussissent à tout trouver, ils peuvent soit faire leur cri d'équipe ou leur poignée de main. Par la suite, ils devront associer la bonne mission avec son bon objectif et placer le tout en ordre chronologique avec l'aide des intervenants. Encore une fois, lorsque la mission est terminée, ils peuvent soit faire leur cri d'équipe ou leur poignée de main.**Matériel :**

- 7 feuilles de papier ayant le nom des missions inscrit dessus.
- 7 feuilles de papier ayant l'objectif de la mission inscrit dessus.

*Retour au calme : Replacer le matériel du parcours***Durée :** 5-7 minutes**But :** Détruire le parcours et replacer le matériel pour le prochain groupe.

## ANNEXE C

### FORMULAIRE D'INFORMATION ET DE CONSENTEMENT



#### FORMULAIRE D'INFORMATION ET DE CONSENTEMENT

**Titre du projet de recherche : DÉVELOPPEMENT DES CAPACITÉS  
CARDIOVASCULAIRES DES ENFANTS ATTEINTS D'UN TROUBLE DES DYS.**

**Direction de recherche :** Mariève Blanchet, Ph.D., Département des sciences de l'activité physique, UQAM

**Membres de l'équipe :** Camille Chayer, chargé de projet, Laboratoire de recherche en motricité de l'enfant.  
Gabrielle Maheux-Bouchard, Coordonnatrice du Projet CIBLE

**Coordonnatrice :** Camille Chayer, [chayer.camille@uqam.ca](mailto:chayer.camille@uqam.ca)

**Organisme de financement :** Conseil de Recherches en Sciences Humaines et UQAM (PAFARC)

---

#### Préambule

La recherche démontre que de nombreux enfants s'excluent eux-mêmes des activités qui s'offrent à eux. Dans un contexte d'activités physiques, il n'est pas rare d'avoir 2 à 3 enfants qui préfèrent s'asseoir sur le banc et regarder les amis jouer plutôt que d'y participer. Nous vous invitons donc à participer à un projet de recherche portant sur l'adaptation des activités physiques cardiovasculaires pour favoriser la participation, l'inclusion sociale, et les capacités cardiovasculaires des jeunes enfants ayant un ou des troubles des DYS (ex : dyslexie, dysorthographe, dysphasie, dysgraphie, dyscalculie, dysphasie).

Avant d'accepter de participer à ce projet et de signer ce formulaire, il est important de prendre le temps de lire et de bien comprendre les renseignements ci-dessous. S'il y a des mots ou des sections que vous ne comprenez pas ou qui ne semblent pas clairs, n'hésitez pas à nous poser des questions (Camille Chayer) ou à communiquer avec la responsable du projet, Mariève Blanchet.

### **Objectif du projet**

Le but du projet est de quantifier les adaptations cardiovasculaires et motivationnelles des enfants atteints de trouble des DYS par la participation à un programme d'activités physiques cardiovasculaires avant et après la prise en compte des besoins psychologiques (autonomie, appartenance et compétence).

### **Nature de la participation**

Votre participation au projet consistera à participer seulement au temps 1 ou au deux temps :

- a) TEMPS 1 (automne 2021): Votre enfant participera au test des capacités cardiovasculaires (*Srunch test*) ainsi qu'au questionnaire de l'Échelle de Motivation dans le Sport (ÉMS-28) avant et après les 8 semaines d'interventions. La durée totale de la participation sera de 1h avant le début du programme et 1h après la complétion du programme.
- b) TEMPS 2 (automne 2021) : Votre enfant devra participer au programme d'activités physiques cardiovasculaires d'une durée de 8 semaines. Le programme comprend une séance par semaines pour un total de 8 séances d'une heure. Les séances se dérouleront à l'extérieur dans la cours d'école ou à l'intérieur en temps de pluie. Le point de rencontre est le même pour les séances intérieurs ou extérieurs.

### **Avantages**

La participation au programme permettra à votre enfant de participer à un projet de recherche qui vise à améliorer son expérience dans les contextes d'activités physiques ainsi que ses capacités cardiovasculaires. Il pourra donner librement son opinion, ce qui sera valorisant pour lui.

### **Risques et inconvénients**

Il n'y a pas de risque additionnel ou important associé à sa participation à cette recherche. Le seul inconvénient est que vous devrez prendre de votre temps et de celui de votre enfant pour participer à la recherche. À tout moment, si votre enfant ressent un inconfort ou ne désire plus y participer, il pourra se retirer.

### **Compensation**

Aucune rémunération ni compensation n'est offerte au terme de votre participation. Un cadeau de participation sera remis aux enfants.

**Confidentialité**

- a) Il est entendu que tous les renseignements recueillis auprès de votre enfant sont confidentiels. Seuls certains membres de l'équipe de recherche y auront accès. Ses données de recherche ainsi que son formulaire de consentement seront conservés séparément au bureau de la chercheuse principale et barrés jusqu'à la destruction des données.
- b) Afin de protéger l'identité et la confidentialité des données de votre enfant, il sera toujours identifié par un code. Ce code associé à son nom ne sera connu que du responsable du projet et de l'assistant de recherche chargé de la codification.
- c) Aucune publication ou communication sur la recherche ne contiendra de renseignements permettant d'identifier votre enfant à moins d'un consentement explicite de votre part.

**Participation volontaire et droit de retrait**

La participation de votre enfant à ce projet est volontaire. Cela signifie que même si vous consentez aujourd'hui à ce que votre enfant participe au projet, il demeure entièrement libre de ne pas participer ou de mettre fin à sa participation, en tout temps, sans justification ni pénalité. Vous pouvez également retirer votre enfant du projet en tout temps. Dans ce cas, et à moins d'une directive verbale ou écrite contraire de votre part, les documents, renseignements et données le concernant seront détruits. Si vous décidez de retirer votre enfant, votre décision n'aura aucune incidence sur la qualité des services qu'il reçoit.

**Recherches ultérieures**

Les données de recherche de votre enfant seront rendues anonymes et conservées pendant 7 ans au terme du projet. Il est possible que nous souhaitions les utiliser dans d'autres projets de recherche en lien avec celui-ci. Vous êtes libre de refuser cette utilisation secondaire.

J'accepte que ses données (rendues anonymes) puissent être utilisées dans d'autres projets de recherche

Je refuse que ses données (rendues anonymes) puissent être utilisées dans d'autres projets de recherche

**Responsabilité**

Les droits de votre enfant sont préservés en tout temps dans cette recherche. En acceptant que votre enfant participe, vous ne renoncez pas pour lui à aucun de ses droits ni ne libérez les chercheurs et l'école de leurs obligations civiles et professionnelles.

**Personnes-ressources :**

Vous pouvez contacter la responsable du projet, Mariève Blanchet, au numéro (514) 987-3000 poste 3742 pour des questions additionnelles sur le projet. Vous pouvez discuter avec elle, ou la coordonnatrice du

projet Camille Chayer par courriel [chayer.camille@uqam.ca](mailto:chayer.camille@uqam.ca) des conditions dans lesquelles se déroule votre participation.

Le Comité institutionnel d'éthique de la recherche avec des êtres humains (CIEREH) a approuvé ce projet et en assure le suivi. Pour toute information vous pouvez communiquer avec le coordonnateur du Comité au numéro (514) 987-3000 poste 7753 ou par courriel à l'adresse : [ciereh@uqam.ca](mailto:ciereh@uqam.ca).

Pour toute question concernant vos droits en tant que participant à ce projet de recherche ou si vous avez des plaintes à formuler, vous pouvez communiquer avec le bureau de l'ombudsman de l'UQAM, Courriel: [ombudsman@uqam.ca](mailto:ombudsman@uqam.ca); Téléphone: (514) 987-3151.

**Remerciements :** La collaboration de votre enfant est importante à la réalisation de notre projet et l'équipe de recherche tient à vous en remercier. Si vous souhaitez obtenir un résumé écrit des principaux résultats de cette recherche, veuillez ajouter vos coordonnées ci-dessous.

**Consentement du participant :** En tant que parent ou tuteur légal de \_\_\_\_\_, je reconnais avoir lu le présent formulaire d'information et de consentement. Je comprends les objectifs du projet et ce que la participation de mon enfant implique. Je confirme avoir disposé du temps nécessaire pour discuter avec mon enfant de la nature de son implication. Je reconnais avoir eu la possibilité de contacter la responsable du projet afin de poser toutes les questions concernant sa participation et que l'on m'a répondu de manière satisfaisante. Je comprends que sa participation à ce projet est volontaire et que je peux ou qu'il peut y mettre fin en tout temps, sans pénalité d'aucune forme, ni justification à donner. Je consens volontairement à ce que mon enfant participe à ce projet de recherche.

Je désire recevoir un résumé des résultats du projet. Oui  Non

Nom (lettres moulées) :

Coordonnées adresse courriel :

Signature de l'enfant (optionnelle)

Date :

Signature du parent/tuteur légal :

Date :

**Déclaration du chercheur principal (ou du coordonnateur) :**

Je, soussigné, déclare avoir expliqué les objectifs, la nature, les avantages, les risques du projet et autres dispositions du formulaire d'information et de consentement et avoir répondu au meilleur de ma connaissance aux questions posées.

Signature :

Date :

Nom (lettres moulées) et coordonnées :

## ANNEXE D

### CRITÈRES D'ARRÊT D'UN TEST D'ÉVALUATION CARDIOVASCULAIRE MAXIMAL CHEZ L'ENFANT<sup>1</sup>

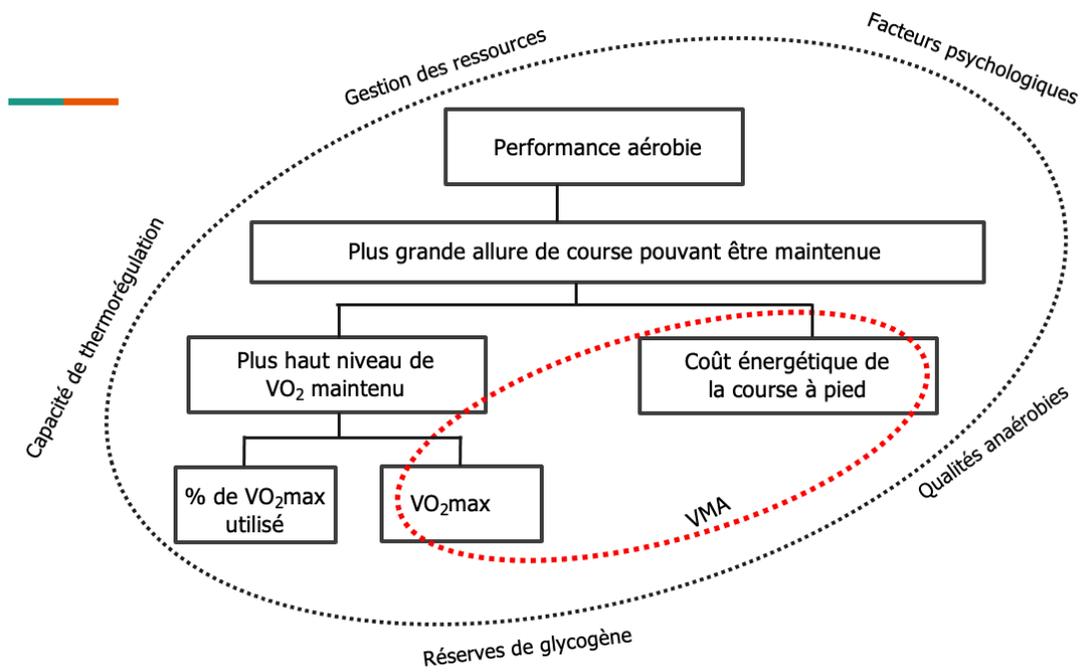
Critères	Mesures	Définitions
Atteinte d'un plateau de VO <sub>2</sub> max	N/A	L'atteinte de la consommation maximale d'oxygène par minute qui apparaît sur l'écran d'ordinateur de l'administrateur comme étant un plateau de consommation d'oxygène dans le temps.
Arrêt par le participant (perception de l'effort)	10/10 sur l'échelle de Borg	Lorsque le participant atteint le maximum de ses capacités (musculaires et/ou cardiovasculaire) et qu'il décide d'arrêter le test par lui-même.
Quotient respiratoire	>1	Rapport du volume de CO <sub>2</sub> expiré par minute et du volume d'O <sub>2</sub> consommé dans le même temps.
F <sub>c</sub> max	>195 bpm	Valeur la plus importante du rythme cardiaque lors d'un exercice épuisant.
Lactatémie	>6-7mmol*l <sup>-1</sup>	Concentration de lactate (sel formé à partir de l'acide lactique) dans le sang.

---

<sup>1</sup> Ratel et Martin, 2014.

## ANNEXE E

### MODÈLE DE PRÉDICTION DE LA PERFORMANCE AÉROBIE CHEZ L'ENFANT<sup>2</sup>

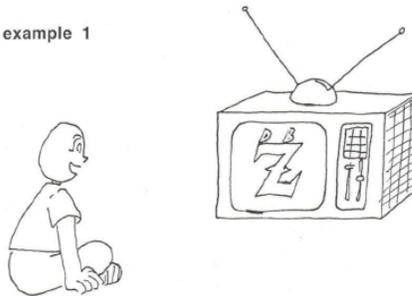


<sup>2</sup> (Adapté de McCormack *et coll.* 1991 par Ratel et Martin, 2014)

ANNEXE F

ÉCHELLE PICTURALE DE LA MOTIVATION (VALIDÉE PAR REID,  
VALLERAND & POULIN, 2010)

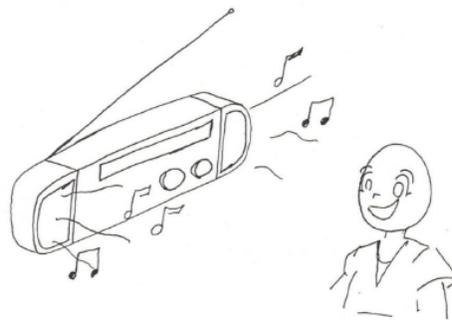
exemple 1



**Je regarde la télévision après l'école**

Comme moi	Un peu comme moi	Pas comme moi

exemple 2



**Souvent, j'écoute de la musique**

Comme moi	Un peu comme moi	Pas comme moi

**Je fais du sport**



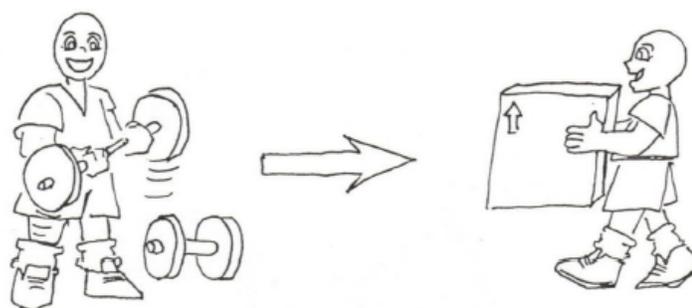
**... pour faire plaisir à mes parents ou mes professeurs**

Comme moi	Un peu comme moi	Pas comme moi



**... parce que c'est amusant**

Comme moi	Un peu comme moi	Pas comme moi



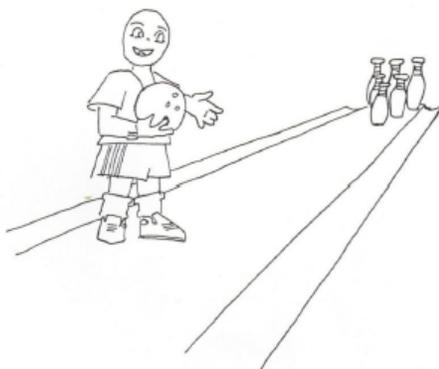
... parce que c'est une bonne façon d'apprendre des choses qui peuvent être utiles

Comme moi	Un peu comme moi	Pas comme moi



... mais je ne sais pas si cela vaut le coup

Comme moi	Un peu comme moi	Pas comme moi



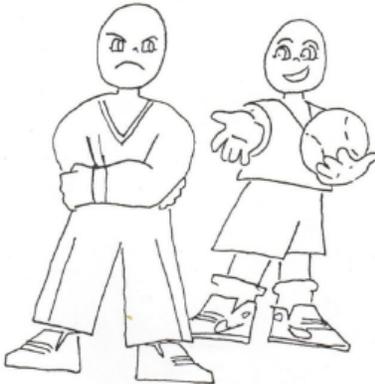
... parce que c'est passionnant

Comme moi	Un peu comme moi	Pas comme moi



... parce que le sport est une partie de moi

Comme moi	Un peu comme moi	Pas comme moi



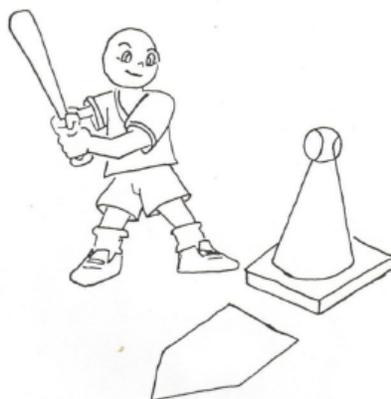
**... mais c'est ennuyeux**

<b>Comme moi</b>	<b>Un peu comme moi</b>	<b>Pas comme moi</b>



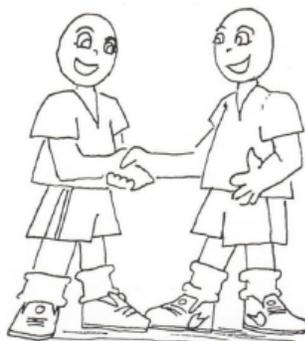
**... pour attirer l'attention  
de mon professeur**

<b>Comme moi</b>	<b>Un peu comme moi</b>	<b>Pas comme moi</b>



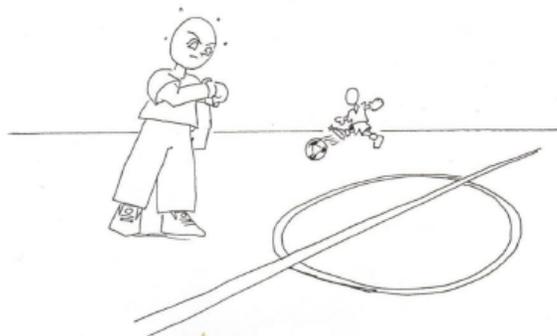
... parce que c'est intéressant

Comme moi	Un peu comme moi	Pas comme moi



... parce que c'est un bon moyen de rencontrer des gens

Comme moi	Un peu comme moi	Pas comme moi



... mais je sens que je perds  
mon temps

Comme moi	Un peu comme moi	Pas comme moi



.....pour être populaire  
auprès de mes amis

Comme moi	Un peu comme moi	Pas comme moi



... parce que le sport m'aide à devenir  
une meilleure personne

Comme moi	Un peu comme moi	Pas comme moi



... mais je ne sais pas  
vraiment pourquoi

Comme moi	Un peu comme moi	Pas comme moi



... pour montrer aux autres  
que je suis bon en sport

Comme moi	Un peu comme moi	Pas comme moi



... parce que le sport  
est génial

Comme moi	Un peu comme moi	Pas comme moi

## RÉFÉRENCES

- Aarnoudse-Moens, C. S., Weisglas-Kuperus, N., van Goudoever, J. B. et Oosterlaan, J. (2009, Aug). Meta-analysis of neurobehavioral outcomes in very preterm and/or very low birth weight children. *Pediatrics*, *124*(2), 717-728. doi: 10.1542/peds.2008-2816
- Adi-Japha, E., Landau, Y. E., Frenkel, L., Teicher, M., Gross-Tsur, V. et Shalev, R. S. (2007). ADHD and Dysgraphia: Underlying Mechanisms. *Cortex*, *43*(6), 700-709. doi: 10.1016/S0010-9452(08)70499-4
- Altarac, M. et Saroha, E. (2007, Feb). Lifetime prevalence of learning disability among US children. *Pediatrics*, *119 Suppl 1*, S77-83. doi: 10.1542/peds.2006-2089L
- American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders: DSM-5™, 5th ed* [doi:10.1176/appi.books.9780890425596]. Arlington, VA, US : American Psychiatric Publishing, Inc. doi: 10.1176/appi.books.9780890425596
- Baquet, Berthoin, Dupont, Blondel, Fabre et Van Praagh. (2002). Effects of high intensity intermittent training on peak V̇ O<sub>2</sub> in prepubertal children. *International journal of sports medicine*, *23*(06), 439-444.
- Baquet, van Praagh et Berthoin. (2003). Endurance training and aerobic fitness in young people. *Sports Med*, *33*(15), 1127-1143. doi: 10.2165/00007256-200333150-00004
- Barbarese, W. J., Katusic, S. K., Colligan, R. C., Weaver, A. L. et Jacobsen, S. J. (2005, Sep-Oct). Math learning disorder: incidence in a population-based birth cohort, 1976-82, Rochester, Minn. *Ambul Pediatr*, *5*(5), 281-289. doi: 10.1367/a04-209r.1

- Blanchet, M. (2021). *Guide de formation pour les animateurs de camp de jour : Cahier théorique.*
- Blank, R., Barnett, A. L., Cairney, J., Green, D., Kirby, A., Polatajko, H., . . . Vincon, S. (2019, Jan 22). International clinical practice recommendations on the definition, diagnosis, assessment, intervention, and psychosocial aspects of developmental coordination disorder. *Dev Med Child Neurol.* doi: 10.1111/dmcn.14132
- Bluecharadt, M. H. et Shephard, R. J. (1995). Using an Extracurricular Physical Activity Program to Enhance Social Skills. *Journal of Learning Disabilities, 28*(3), 160-169.
- Bouffard, M., Watkinson, E. J., Thompson, L. P., Dunn, J. L. C. et Romanow, S. K. (1996). A test of the activity deficit hypothesis with children with movement difficulties. *Adapted physical activity quarterly, 13*(1), 61-73.
- Braaksma, P., Stuive, I., van der Hoek, F. D., van der Sluis, C. K., Schoemaker, M. M. et Dekker, R. (2018). We12BFit!-Improving Physical Fitness in 7-12-Year-Old Children With Developmental Coordination Disorder: Protocol of a Multicenter Single-Arm Mixed-Method Study. *Frontiers in Pediatrics, 6.*
- Bruininks, V. L. et Bruininks, R. H. (1977). Motor proficiency of learning disabled and nondisabled students. *Perceptual and Motor Skills, 44*(3\_suppl), 1131-1137.
- Brussoni, M., Ishikawa, T., Brunelle, S. et Herrington, S. (2017). Landscapes for play: Effects of an intervention to promote nature-based risky play in early childhood centres. *Journal of Environmental Psychology, 54*, 139-150. doi: 10.1016/j.jenvp.2017.11.001
- Cairney, Hay, Faight, Wade, Corna et Flouris. (2005a). Developmental coordination disorder, generalized self-efficacy toward physical activity, and participation in organized and free play activities. *The Journal of pediatrics, 147*(4), 515-520.
- Cairney, Hay, J., Faight, B., Flouris, A. et Klentrou, P. (2007, 02/01). Developmental Coordination Disorder and Cardiorespiratory Fitness in Children. *Pediatric exercise science, 19*, 20-28. doi: 10.1123/pes.19.1.20

- Cairney, Hay, J. A., Faught, B. E., Wade, T. J., Corna, L. et Flouris, A. (2005b, Oct). Developmental coordination disorder, generalized self-efficacy toward physical activity, and participation in organized and free play activities. *J Pediatr*, 147(4), 515-520. doi: 10.1016/j.jpeds.2005.05.013
- Cairney, Veldhuizen, S., King-Dowling, S., Faught, B. E. et Hay, J. (2017, Apr). Tracking cardiorespiratory fitness and physical activity in children with and without motor coordination problems. *J Sci Med Sport*, 20(4), 380-385. doi: 10.1016/j.jsams.2016.08.025
- Cairney, J., Hay, J., Veldhuizen, S. et Faught, B. (2010). Comparison of VO<sub>2</sub> maximum obtained from 20 m shuttle run and cycle ergometer in children with and without developmental coordination disorder. *Research in Developmental Disabilities*, 31(6), 1332-1339.
- Cairney, J., Hay, J. A., Faught, B. E., Flouris, A. et Klentrou, P. (2007). Developmental coordination disorder and cardiorespiratory fitness in children. *Pediatric exercise science*, 19(1), 20-28.
- Cairney, J., Hay, J. A., Wade, T. J., Faught, B. E. et Flouris, A. (2006). Developmental coordination disorder and aerobic fitness: is it all in their heads or is measurement still the problem? *American Journal of Human Biology*, 18(1), 66-70.
- Cairney, J., Missiuna, C., Timmons, B. W., Rodriguez, C., Veldhuizen, S., King-Dowling, S., . . . Le, T. (2015, Dec 21). The Coordination and Activity Tracking in CHildren (CATCH) study: rationale and design. *BMC Public Health*, 15, 1266. doi: 10.1186/s12889-015-2582-8
- Cantell, M., Crawford, S. G. et Doyle-Baker, P. K. (2008, 2008/04/01/). Physical fitness and health indices in children, adolescents and adults with high or low motor competence. *Human Movement Science*, 27(2), 344-362. doi: <https://doi.org/10.1016/j.humov.2008.02.007>
- Castelli, D. M. et Valley, J. A. (2007). Chapter 3: The Relationship of Physical Fitness and Motor Competence to Physical Activity. 26(4), 358. doi: 10.1123/jtpe.26.4.358

- Censabella, S., & Noël, M. P. (2005). The inhibition of exogenous distracting information in children with learning disabilities. *Journal of learning disabilities*, 38(5), 400-410.
- Chayer, C. et Blanchet, M. (2022). MOTOR COMPETENCES OF CHILDREN AND ADOLESCENTS WITH LEARNING DISABILITY, A LINK WITH THEIR PHYSICAL LITERACY?
- Chayer, C., Blanchet, M., Guetitit, S. et Falcão, W. (2021). *Troubles d'apprentissage ; Participation aux activités physiques et motrices des enfants*.
- Chia, Guelfi, K. J. et Licari, M. K. (2010). A comparison of the oxygen cost of locomotion in children with and without developmental coordination disorder. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 52(3), 251-255. doi: 10.1111/j.1469-8749.2009.03392.x
- Cicone, Z. S., Holmes, C. J., Fedewa, M. V., MacDonald, H. V. et Esco, M. R. (2019, 2019/07/03). Age-Based Prediction of Maximal Heart Rate in Children and Adolescents: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 90(3), 417-428. doi: 10.1080/02701367.2019.1615605
- Cook, B. G., Li, D. et Heinrich, K. M. (2015). Obesity, Physical Activity, and Sedentary Behavior of Youth With Learning Disabilities and ADHD. *Journal of Learning Disabilities*, 48(6), 563-576. doi: 10.1177/0022219413518582
- de Groot, J. F. et Takken, T. (2011). The six-minute walk test in paediatric populations. *J Physiother*, 57(2), 128. doi: 10.1016/s1836-9553(11)70026-1
- Duclos, M. (2021). Épidémiologie et effets sur la morbi-mortalité de l'activité physique et de la sédentarité dans la population générale. *Revue du Rhumatisme monographies*, 88(3), 177-182. doi: 10.1016/j.monrhu.2020.11.008
- Dunn, J. L. C. et Watkinson, E. J. (1994). A study of the relationship between physical awkwardness and children's perceptions of physical competence. *Adapted Physical Activity Quarterly*, 11(3), 275-283.

- Eddolls, W. T., McNarry, M. A., Stratton, G., Winn, C. O. et Mackintosh, K. A. (2017). High-intensity interval training interventions in children and adolescents: a systematic review. *Sports Medicine*, 47(11), 2363-2374.
- Eriksson, B., Grimby, G. et Saltin, B. (1971). Cardiac output and arterial blood gases during exercise in pubertal boys. *Journal of applied physiology*, 31(3), 348-352.
- Farhat, Masmoudi, Hsairi, Smits-Engelsman, McHirgui, Triki et Moalla. (2015, Dec). The effects of 8 weeks of motor skill training on cardiorespiratory fitness and endurance performance in children with developmental coordination disorder. *Appl Physiol Nutr Metab*, 40(12), 1269-1278. doi: 10.1139/apnm-2015-0154
- Farhat, F., Hsairi, I. et Hamza, B. (2015, Oct-Nov). Assessment of physical fitness and exercise tolerance in children with developmental coordination disorder. *Res Dev Disabil*, 45-46, 210-219. doi: 10.1016/j.ridd.2015.07.023
- Faught, B. E., Rivilis, I., Klentrou, P., Cairney, J., Hay, J. et Liu, J. (2013, Dec). Submaximal oxygen cost during incremental exercise in children with developmental coordination disorder. *Res Dev Disabil*, 34(12), 4439-4446. doi: 10.1016/j.ridd.2013.09.024
- Ferguson, G. D., Aertssen, W. F., Rameckers, E. A., Jelsma, J. et Smits-Engelsman, B. C. (2014, May). Physical fitness in children with developmental coordination disorder: measurement matters. *Res Dev Disabil*, 35(5), 1087-1097. doi: 10.1016/j.ridd.2014.01.031
- Field, S. (1996). Self-determination instructional strategies for youth with learning disabilities. *Journal of learning disabilities*, 29(1), 40-52.
- Gashaj, V., Oberer, N., Mast, F. W. et Roebers, C. M. (2019). Individual differences in basic numerical skills: The role of executive functions and motor skills. *Journal of experimental child psychology*, 182, 187-195. doi: 10.1016/j.jecp.2019.01.021
- Gastin, P. B. (1994). Quantification of anaerobic capacity. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 4(2), 91-112. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.1994.tb00411.x>

- Ghasemi, K. A., Salehi, H. et Heydari, L. (2012). The effect of a rhythmic motor program on perceptual–motor abilities of educable mentally retarded children.
- Gibbs, J., Appleton, J. et Appleton, R. (2007). Dyspraxia or developmental coordination disorder? Unravelling the enigma. *Archives of disease in childhood*, 92(6), 534-539.
- Gillet, N., Rosnet, E. et Vallerand, R. J. (2008). Développement d'une échelle de satisfaction des besoins fondamentaux en contexte sportif. *Canadian Journal of Behavioural Science/Revue canadienne des sciences du comportement*, 40(4), 230.
- Giroux, C. (2021). *MOTIFORMTM, UN PARTENARIAT MULTIDISCIPLINAIRE POUR SOUTENIR LE DÉVELOPPEMENT DES CAPACITÉS CARDIOVASCULAIRES DES ENFANTS AVEC UN TROUBLE DÉVELOPPEMENTAL DE LA COORDINATION (TDC)* UQAM.
- Giuseppe, C., Ylenia, P., Sabine, P. et Massimiliano, S. (2015). Contact with nature in educational settings might help cognitive functioning and promote positive social behaviour / El contacto con la naturaleza en los contextos educativos podría mejorar el funcionamiento cognitivo y fomentar el comportamiento social positivo. *Psychology*, 6(2), 191-212. doi: 10.1080/21711976.2015.1026079
- Gomez, A. et Sirigu, A. (2015, Dec). Developmental coordination disorder: core sensori-motor deficits, neurobiology and etiology. *Neuropsychologia*, 79(Pt B), 272-287. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2015.09.032
- Goswami, U., Wang, H. L., Cruz, A., Fosker, T., Mead, N. et Huss, M. (2011, Feb). Language-universal sensory deficits in developmental dyslexia: English, Spanish, and Chinese. *J Cogn Neurosci*, 23(2), 325-337. doi: 10.1162/jocn.2010.21453
- Green, Hopman, M. T., Padilla, J., Laughlin, M. H. et Thijssen, D. H. (2017, Apr). Vascular Adaptation to Exercise in Humans: Role of Hemodynamic Stimuli. *Physiol Rev*, 97(2), 495-528. doi: 10.1152/physrev.00014.2016
- Habib, M. (2018). *La constellation des dys: bases neurologiques de l'apprentissage et de ses troubles* De Boeck Supérieur.

- Haga, M. (2009). Physical Fitness in Children With High Motor Competence Is Different From That in Children With Low Motor Competence. *Physical Therapy*, 89(10), 1089-1097. doi: 10.2522/ptj.20090052
- Hands. (2008, Apr). Changes in motor skill and fitness measures among children with high and low motor competence: a five-year longitudinal study. *J Sci Med Sport*, 11(2), 155-162. doi: 10.1016/j.jsams.2007.02.012
- Hands, B. et Larkin, D. (2006). Physical fitness differences in children with and without motor learning difficulties. *European Journal of Special Needs Education*, 21(4), 447-456.
- Harris, S. R., Mickelson, E. C. R. et Zwicker, J. G. (2015). Diagnosis and management of developmental coordination disorder. *CMAJ : Canadian Medical Association journal = journal de l'Association medicale canadienne*, 187(9), 659-665. doi: 10.1503/cmaj.140994
- Haubenstricker, J., Seefeldt, V., Fountain, C. et Sapp, M. (1981). *The efficiency of the Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency in discriminating between normal children and those with gross motor dysfunction*
- Hawkins, A. et Look, R. (2006). Levels of engagement and barriers to physical activity in a population of adults with learning disabilities. *British Journal of Learning Disabilities*, 34(4), 220-226. doi: 10.1111/j.1468-3156.2005.00381.x
- Hay, J. A. (1992). Adequacy in and predilection for physical activity. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 2(3), 192-201.
- Hay, J. A., Hawes, R. et Faught, B. E. (2004, Apr). Evaluation of a screening instrument for developmental coordination disorder. *J Adolesc Health*, 34(4), 308-313. doi: 10.1016/j.jadohealth.2003.07.004
- Henriksen, A., Grimsgaard, S., Horsch, A., Hartvigsen, G. et Hopstock, L. (2019, Aug 16). Validity of the Polar M430 Activity Monitor in Free-Living Conditions: Validation Study. *JMIR Form Res*, 3(3), e14438. doi: 10.2196/14438

- Herrington, S. et Brussoni, M. (2015). Beyond Physical Activity: The Importance of Play and Nature-Based Play Spaces for Children's Health and Development. *Current Obesity Reports*, 4(4), 477-483. doi: 10.1007/s13679-015-0179-2
- Heslop, P., Blair, P., Fleming, P., Hoghton, M., Marriott, A., & Russ, L. . (2013). Confidential Inquiry into premature deaths of people with learning disabilities (CIPOLD). *Bristol: Norah Fry Research Centre*.
- Hui, S. S. et Chan, J. W. (2006, Mar). The relationship between heart rate reserve and oxygen uptake reserve in children and adolescents. *Res Q Exerc Sport*, 77(1), 41-49. doi: 10.1080/02701367.2006.10599330
- Huntington, D. D. et Bender, W. N. (1993, Mar). Adolescents with learning disabilities at risk? Emotional well-being, depression, suicide. *J Learn Disabil*, 26(3), 159-166. doi: 10.1177/002221949302600303
- Ibrahim, S., Harun, D., Baharudin, S. et Hui, E. J. T. (2019). Motor performance and functional mobility in children with specific learning disabilities. *Med J Malaysia*, 74(1), 35.
- Inserm. (2019). *Troubles spécifiques des apprentissages*. Récupéré de <https://www.inserm.fr/information-en-sante/dossiers-information/troubles-specifiques-apprentissages>
- Janssen, I. et LeBlanc, A. (2010). Systematic review of the health benefits of physical activity and fitness in school-aged children and youth. *International journal of behavioral nutrition and physical activity*, 7(1), 40.
- Janz, K., Dawson, J. et Mahoney, L. (2002). Increases in physical fitness during childhood improve cardiovascular health during adolescence: the Muscatine Study. *International journal of sports medicine*, 23(S1), 15-21.
- Jover, M., Ducrot, S., Huau, A., Bellocchi, S., Brun-Henin, F. et Mancini, J. (2013). Les troubles moteurs chez les enfants dyslexiques : revue de travaux et perspectives. [Motor disorders in dyslexic children: A review and perspectives]. *Enfance*, 4(4), 323-347. doi: 10.4074/s0013754513004023
- Kadesjo, B. et Gillberg, C. (1998, Dec). Attention deficits and clumsiness in Swedish 7-year-old children. *Dev Med Child Neurol*, 40(12), 796-804.

- Kamijo, K., Hayashi, Y., Sakai, T., Yahiro, T., Tanaka, K. et Nishihira, Y. (2009). Acute effects of aerobic exercise on cognitive function in older adults. *Journals of Gerontology: Series B*, 64(3), 356-363.
- Kanioglou, A. (2006, 01/01). Estimation of physical abilities of children with developmental coordination disorder. *Studies in Physical Culture and Tourism*, 13, 25-32.
- Katartzi, E. S. et Vlachopoulos, S. P. (2011, Nov-Dec). Motivating children with developmental coordination disorder in school physical education: the self-determination theory approach. *Res Dev Disabil*, 32(6), 2674-2682. doi: 10.1016/j.ridd.2011.06.005
- Katusic, S. K., Colligan, R. C., Weaver, A. L. et Barbaresi, W. J. (2009, May). The forgotten learning disability: epidemiology of written-language disorder in a population-based birth cohort (1976-1982), Rochester, Minnesota. *Pediatrics*, 123(5), 1306-1313. doi: 10.1542/peds.2008-2098
- Kazemi, R., Momeni, S. et Abolghasemi, A. (2014). The effectiveness of life skill training on self-esteem and communication skills of students with dyscalculia. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 114, 863-866.
- Kim, Y. et Lochbaum, M. (2018, Oct 16). Comparison of Polar Active Watch and Waist- and Wrist-Worn ActiGraph Accelerometers for Measuring Children's Physical Activity Levels during Unstructured Afterschool Programs. *Int J Environ Res Public Health*, 15(10). doi: 10.3390/ijerph15102268
- Kobayashi, K., Kitamura, K., Miura, M., Sodeyama, H., Murase, Y., Miyashita, M. et Matsui, H. (1978). Aerobic power as related to body growth and training in Japanese boys: a longitudinal study. *Journal of applied physiology: respiratory, environmental and exercise physiology*, 44(5), 666-672.
- Laprevotte, J., Papaxanthis, C., Saltarelli, S., Quercia, P. et Gaveau, J. (2021, 2021/01/11). Movement detection thresholds reveal proprioceptive impairments in developmental dyslexia. *Scientific Reports*, 11(1), 299. doi: 10.1038/s41598-020-79612-4

- Larouche, R., Garriguet, D., Gunnell, K. E., Goldfield, G. S. et Tremblay, M. S. (2016). Outdoor time, physical activity, sedentary time, and health indicators at ages 7 to 14: 2012/2013 Canadian Health Measures Survey. *Health reports*, 27(9), 3-13.
- Latorre Román, P. Á., Mora López, D., Fernandez Sánchez, M., Salas Sánchez, J., Moriana Coronas, F. et García-Pinillos, F. (2015). Test-retest reliability of a field-based physical fitness assessment for children aged 3-6 years. *Nutricion hospitalaria*, 32(4), 1683-1688.
- Law, M., Petrenchik, T., King, G., Hurley, P. C. et Parent Resource Institute, L. O. N. C. (2007). Perceived Environmental Barriers to Recreational, Community, and School Participation for Children and Youth With Physical Disabilities. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 88(12), 1636-1642. doi: 10.1016/j.apmr.2007.07.035
- Léger, L. et Boucher, R. (1980). An indirect continuous running multistage field test: the Université de Montreal track test. *Can. J. Appl. Sport. Sci*, 5, 77-84.
- Lingam, R., Hunt, L., Golding, J., Jongmans, M. et Emond, A. (2009, Apr). Prevalence of developmental coordination disorder using the DSM-IV at 7 years of age: a UK population-based study. *Pediatrics*, 123(4), e693-700. doi: 10.1542/peds.2008-1770
- Lipowska, M., Czaplewska, E. et Wysocka, A. (2011). Visuospatial deficits of dyslexic children. *Medical science monitor : international medical journal of experimental and clinical research*, 17(4), CR216-CR221. doi: 10.12659/msm.881718
- Lubans, D. R., Morgan, P. J., Cliff, D. P., Barnett, L. M. et Okely, A. D. (2010). Fundamental movement skills in children and adolescents: review of associated health benefits. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 40(12), 1019-1035. doi: 10.2165/11536850-000000000-00000
- Luo, Z., Jose, P. E., Huntsinger, C. S. et Pigott, T. D. (2007). Fine motor skills and mathematics achievement in East Asian American and European American kindergartners and first graders. *British Journal of Developmental Psychology*, 25(4), 595-614.

- Marchand-Krynski, M., Morin-Moncet, O., Bélanger, A. M., Beauchamp, M. H. et Leonard, G. (2017). Shared and differentiated motor skill impairments in children with dyslexia and/or attention deficit disorder: From simple to complex sequential coordination. *PloS one*, 12(5), e0177490. doi: 10.1371/journal.pone.0177490
- Martin, N. C., Piek, J. P. et Hay, D. (2006, Feb). DCD and ADHD: a genetic study of their shared aetiology. *Hum Mov Sci*, 25(1), 110-124. doi: 10.1016/j.humov.2005.10.006
- Masoudi, M., Seghatoleslami, A. et Saghebjo, M. (2016). The effect of 8 weeks of aerobic training on cognitive performance in children with learning disorders. *Journal of Fundamentals of Mental Health*, 18(3), 161-168.
- Mather, D. (2003). Dyslexia and Dysgraphia. *Journal of Learning Disabilities*, 36(4), 307-317.
- Mazeau, M. l., Pouhet, A. et Mazeau, M. l. (2014). *Neuropsychologie et troubles des apprentissages chez l'enfant : du développement typique aux dys* (2e édition. éd.). Issy-les-Moulineaux : Elsevier Masson. Récupéré de *WorldCat.org*
- McNarry, M. A., Mackintosh, K. A. et Stoedefalke, K. (2014). Longitudinal investigation of training status and cardiopulmonary responses in pre- and early-pubertal children. *European Journal of Applied Physiology*, 114(8), 1573-1580. doi: 10.1007/s00421-014-2890-1
- Meijer, A., Königs, M., de Bruijn, A. G. M., Visscher, C., Bosker, R. J., Hartman, E. et Oosterlaan, J. (2021). Cardiovascular fitness and executive functioning in primary school-aged children. *Developmental Science*, 24(2), e13019. doi: <https://doi.org/10.1111/desc.13019>
- Memmedova, K. (2015). Impact of Pilates on anxiety attention, motivation, cognitive function and achievement of students: structural modeling. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 186, 544-548.
- Messent, P. R., Cooke, C. B. et Long, J. (1998). Physical Activity, Exercise and Health of Adults with Mild and Moderate Learning Disabilities. *British Journal of Learning Disabilities*, 26(1), 17-22. doi: 10.1111/j.1468-3156.1998.tb00041.x

- Milena, e., Simone, e., Daniela, e., Massimo, e. et Andrea, e. (2014). Spatial and temporal attention in developmental dyslexia. *Frontiers in Human Neuroscience*.
- Mirwald, R., Bailey, D., Cameron, N. et Rasmussen, R. (1981). Longitudinal comparison of aerobic power in active and inactive boys aged 7· 0 to 17· 0 years. *Annals of human biology*, 8(5), 405-414.
- Missiuna, C., Moll, S., King, S., King, G. et Law, M. (2007). A trajectory of troubles: parents' impressions of the impact of developmental coordination disorder. *Phys Occup Ther Pediatr*, 27(1), 81-101.
- Moser, I., Vibert, D., Caversaccio, M. D. et Mast, F. W. (2017). Impaired math achievement in patients with acute vestibular neuritis. *Neuropsychologia*, 107, 1-8.
- Müürsepp, I., Ereline, J., Gapeyeva, H. et Pääsuke, M. (2009, Aug). Motor performance in 5-year-old preschool children with developmental speech and language disorders. *Acta Paediatr*, 98(8), 1334-1338. doi: 10.1111/j.1651-2227.2009.01294.x
- Nicolson, R. I. et Fawcett, A. J. (2011). Dyslexia, dysgraphia, procedural learning and the cerebellum. *Cortex; a journal devoted to the study of the nervous system and behavior*, 47(1), 117-127. doi: 10.1016/j.cortex.2009.08.016
- Obert, P., Mandigouts, S., Nottin, S., Vinet, A., N'Guyen, L. D. et Lecoq, A. M. (2003). Cardiovascular responses to endurance training in children: effect of gender. *European Journal of Clinical Investigation*, 33(3), 199-208. doi: <https://doi.org/10.1046/j.1365-2362.2003.01118.x>
- Organisation mondiale de la Santé et Centre Technique National d'Etudes et de Recherche sur les Handicaps et les Inadaptations. (2012). *Classification internationale du fonctionnement, du handicap et de la santé : version pour enfants et adolescents, CIF-EA – Reprint 2012*. Genève : Organisation mondiale de la Santé.
- Owen, Smith, J., Lubans, D. R., Ng, J. Y. et Lonsdale, C. (2014, Oct). Self-determined motivation and physical activity in children and adolescents: a

- systematic review and meta-analysis. *Prev Med*, 67, 270-279. doi: 10.1016/j.ypmed.2014.07.033
- Padma, P. P., Raj. (2016). Role of Physical Activity in Learning Disability: A Review. . *Clinical and Experimental Psychology.*, 02. doi: 10.4172/2471-2701.1000118
- Paoletti, R. (1993). Classification fonctionnelle de la motricité manuelle. *Revue des sciences de l'éducation*, 19(4), 729-743.
- Parrish, A.-M., Tremblay, M. S., Carson, S., Veldman, S. L., Cliff, D., Vella, S., . . . Ellis, Y. (2020). Comparing and assessing physical activity guidelines for children and adolescents: a systematic literature review and analysis. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 17(1), 16.
- ParticipACTION. (2018). *Le Bulletin de l'activité physique chez les jeunes de ParticipACTION*. Récupéré de [https://participaction.cdn.prismic.io/participaction%2Fced86c4b-c2a9-4a52-8bda-47d8e739e131\\_le\\_bulletin\\_de\\_lactivite\\_physique\\_chez\\_les\\_jeunes\\_de\\_participaction-2018-fr.pdf](https://participaction.cdn.prismic.io/participaction%2Fced86c4b-c2a9-4a52-8bda-47d8e739e131_le_bulletin_de_lactivite_physique_chez_les_jeunes_de_participaction-2018-fr.pdf)
- ParticipACTION. (2020). *Le Bulletin de l'activité physique chez les jeunes de ParticipACTION*. Récupéré de [https://participaction.cdn.prismic.io/participaction/3b498307-98c1-4210-8155-69322766799f\\_Bulletin\\_complet.pdf](https://participaction.cdn.prismic.io/participaction/3b498307-98c1-4210-8155-69322766799f_Bulletin_complet.pdf)
- Pearce, M., Page, A. S., Griffin, T. P. et Cooper, A. R. (2014). Who children spend time with after school: associations with objectively recorded indoor and outdoor physical activity. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 11(1), 1-9. doi: 10.1186/1479-5868-11-45
- Pfeiffer, K., Lobelo, F., Ward, D. S. et Pate, R. R. (2008). Endurance trainability of children and youth. *The young athlete*, 84-95.
- Piper, B. J., Gray, H. M. et Birkett, M. A. (2012). Maternal smoking cessation and reduced academic and behavioral problems in offspring. *Drug and Alcohol Dependence*, 121(1-2), 62-67. doi: 10.1016/j.drugalcdep.2011.08.004

- Polatajko, H. J. et Cantin, N. (2005). *Developmental coordination disorder (dyspraxia): an overview of the state of the art, vol. 12*. Elsevier.
- Province du Manitoba. (s.d). *Mesure de l'intensité de l'activité physique*. Éducation physique et Éducation à la santé. [https://www.edu.gov.mb.ca/m12/progetu/epes/docs/mesure\\_intensite\\_brochure.pdf](https://www.edu.gov.mb.ca/m12/progetu/epes/docs/mesure_intensite_brochure.pdf)
- Ramus, F. (2003). Developmental dyslexia: specific phonological deficit or general sensorimotor dysfunction? *Current opinion in neurobiology*, 13(2), 212-218.
- Ranković, G., Mutavdžić, V., Toskić, D., Preljević, A., Kocić, M., Nedin-Ranković, G. et Damjanović, N. (2010). Aerobic capacity as an indicator in different kinds of sports. *Bosnian journal of basic medical sciences*, 10(1), 44.
- Ratel, S., Martin, V. et Rowland, T. (2014a). L'enfant et l'activité physique: de la théorie à la pratique. *Adverbum*.
- Ratel, S., Martin, V. et Rowland, T. W. (2014b). *L'enfant et l'activité physique: de la théorie à la pratique* Adverbum.
- Raven, P., Niki, I., Dahms, T. et Horvath, S. (1970). Compensatory cardiovascular responses during an environmental cold stress, 5 degrees C. *Journal of Applied Physiology*, 29(4), 417-421.
- Reddy, R. K., Pooni, R., Zaharieva, D. P., Senf, B., El Youssef, J., Dassau, E., . . . Jacobs, P. G. (2018, Dec 10). Accuracy of Wrist-Worn Activity Monitors During Common Daily Physical Activities and Types of Structured Exercise: Evaluation Study. *JMIR Mhealth Uhealth*, 6(12), e10338. doi: 10.2196/10338
- Reigosa-Crespo, V., Valdés-Sosa, M., Butterworth, B., Estévez, N., Rodríguez, M., Santos, E., . . . Lage, A. (2012, Jan). Basic numerical capacities and prevalence of developmental dyscalculia: the Havana Survey. *Dev Psychol*, 48(1), 123-135. doi: 10.1037/a0025356
- Reiter, A., Tucha, O. et Lange, K. W. (2005). Executive functions in children with dyslexia. *Dyslexia*, 11(2), 116-131. doi: 10.1002/dys.289

- Rintala, P. et Linjala, J. (2003). Scores on Test of Gross Motor Development of Children With Dysphasia: a Pilot Study. *PERCEPTUAL AND MOTOR SKILLS*, 97(3 Part 1), 755-762.
- Rivilis, I., Hay, J., Cairney, J., Klentrou, P., Liu, J. et Faught, B. E. (2011). Physical activity and fitness in children with developmental coordination disorder: a systematic review. *Research in developmental disabilities*, 32(3), 894-910.
- Roberta, B., Stephanie, R., Caterina, G. et Korbinian, M. (2020). Putting a Finger on Numerical Development - Reviewing the Contributions of Kindergarten Finger Gnosis and Fine Motor Skills to Numerical Abilities. *Frontiers in Psychology*.
- Rutter, M., Caspi, A., Fergusson, D., Horwood, L. J., Goodman, R., Maughan, B., . . . Carroll, J. (2004, Apr 28). Sex differences in developmental reading disability: new findings from 4 epidemiological studies. *JAMA*, 291(16), 2007-2012. doi: 10.1001/jama.291.16.2007
- Sabatino, D. A. (1982). Research on achievement motivation with learning disabled populations. *Advances in Learning & Behavioral Disabilities*.
- Saint-Justine, C. (2018, 2021). *Les différentes classifications des troubles d'apprentissage*. Récupéré de <https://www.chusj.org/fr/soins-services/T/Troubles-de-l-apprentissage/Definition/Classifications>
- Sarrazin, P., Cheval, B. et Isoard-Gauthier, S. (2015). La théorie de l'autodétermination : un cadre pour comprendre et nourrir la motivation dans le domaine de l'activité physique pour la santé et du sport. Dans (p. 267-290).
- Schott, N., Aloff, V., Hultsch, D. et Meermann, D. (2007, 2007/12/01). Physical Fitness in Children With Developmental Coordination Disorder. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 78(5), 438-450. doi: 10.1080/02701367.2007.10599444
- Schyns, M.-M. (2018a). *Besoins spécifiques d'apprentissage; La dyscalculie (Fédération Wallonie-Bruxelles)*. Récupéré de [http://www.susa.be/pmb/opac\\_css/doc\\_num.php?explnum\\_id=117](http://www.susa.be/pmb/opac_css/doc_num.php?explnum_id=117)

- Schyns, M.-M. (2018b). *Besoins spécifiques d'apprentissage; La dysgraphie (Fédération Wallonie-Bruxelles)*. Récupéré de [http://www.susa.be/pmb/opac\\_css/doc\\_num.php?explnum\\_id=123](http://www.susa.be/pmb/opac_css/doc_num.php?explnum_id=123)
- Schyns, M.-M. (2018c). *Besoins spécifiques d'apprentissage; La dyslexie (Fédération Wallonie-Bruxelles)*. Récupéré de [http://www.susa.be/pmb/opac\\_css/doc\\_num.php?explnum\\_id=126](http://www.susa.be/pmb/opac_css/doc_num.php?explnum_id=126)
- Schyns, M.-M. (2018d). *Besoins spécifiques d'apprentissage; La dysphasie (Fédération Wallonie-Bruxelles)*. Récupéré de [http://www.susa.be/pmb/opac\\_css/doc\\_num.php?explnum\\_id=135](http://www.susa.be/pmb/opac_css/doc_num.php?explnum_id=135)
- Schyns, M.-M. (2018e). *Besoins spécifiques d'apprentissage; La dyspraxie (Fédération Wallonie-Bruxelles)*. Récupéré de [http://www.susa.be/pmb/opac\\_css/doc\\_num.php?explnum\\_id=132](http://www.susa.be/pmb/opac_css/doc_num.php?explnum_id=132)
- Segal, N. A., Hein, J. et Basford, J. R. (2004). The effects of Pilates training on flexibility and body composition: an observational study. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 85(12), 1977-1981.
- Seghatoleslami, A., Masoudi, M., Saghebjo, M. et Taheri, M. (2019). Aerobics or Pilates: Which is More Effective in the Performance of Wechsler Acid Profile Among Children with Learning Disabilities? A Randomized Comparison Trial. *International Journal of School Health*, 6(3), 1-6.
- Shalev, R. S., Manor, O., Amir, N., Wertman-Elad, R. et Gross-Tsur, V. (1995). Developmental dyscalculia and brain laterality. *Cortex; a journal devoted to the study of the nervous system and behavior*, 31(2), 357-365.
- Shalev, R. S., Manor, O., Kerem, B., Ayali, M., Badichi, N., Friedlander, Y. et Gross-Tsur, V. (2001, Jan-Feb). Developmental dyscalculia is a familial learning disability. *J Learn Disabil*, 34(1), 59-65. doi: 10.1177/002221940103400105
- Silman, A., Cairney, J., Hay, J., Klentrou, P. et Faught, B. E. (2011, Jun). Role of physical activity and perceived adequacy on peak aerobic power in children with developmental coordination disorder. *Hum Mov Sci*, 30(3), 672-681. doi: 10.1016/j.humov.2010.08.005

- Smith, M., Ward, E., Williams, C. M. et Banwell, H. A. (2021). Differences in walking and running gait in children with and without developmental coordination disorder: A systematic review and meta-analysis. *Gait & Posture*, 83, 177-184. doi: 10.1016/j.gaitpost.2020.10.013
- Smith, P. (2012). Dyscalculia and vestibular function. *Medical hypotheses*, 79(4), 493-496.
- Société Canadienne de Physiologie de l'Exercice, S. (2018). *La santé par la pratique d'activité physique, SPAP-SCPE* Société canadienne de physiologie de l'exercice.
- Soppelsa, R., Abizeid, C. M., Chéron, A., Laurent, A., Danna, J. et Albaret, J. (2016). Dysgraphies et rééducation psychomotrice: Données actuelles. *Les Entretiens de psychomotricité*, 1-7.
- Stodden, D. F., Goodway, J. D., Langendorfer, S. J., Roberton, M. A., Rudisill, M. E., Garcia, C. et 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.
- Stoodley, C., Fawcett, A., Nicolson, R. et Stein, J. (2005). Impaired balancing ability in dyslexic children. *Experimental Brain Research*, 167(3), 370-380.
- Szucs, D., Devine, A., Soltesz, F., Nobes, A. et Gabriel, F. (2013, 2013/11/01/). Developmental dyscalculia is related to visuo-spatial memory and inhibition impairment. *Cortex*, 49(10), 2674-2688. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2013.06.007>
- Tal-Saban, M. et Weintraub, N. (2019). Motor functions of higher education students with dysgraphia. *Research in Developmental Disabilities*, 94. doi: 10.1016/j.ridd.2019.103479
- Telama, R., Yang, X., Laakso, L. et Viikari, J. (1997). Physical activity in childhood and adolescence as predictor of physical activity in young adulthood. *American journal of preventive medicine*, 13(4), 317-323.
- Tsai, C.-L., Pan, C.-Y., Cherng, R.-J., Hsu, Y.-W. et Chiu, H.-H. (2009). Mechanisms of deficit of visuospatial attention shift in children with developmental

coordination disorder: A neurophysiological measure of the endogenous Posner paradigm. *Brain and Cognition*, 71(3), 246-258.

Vaivre-Douret, L., Lalanne, C., Ingster-Moati, I., Boddaert, N., Cabrol, D., Dufier, J.-L., . . . Falissard, B. (2011, 2011/07/01). Subtypes of Developmental Coordination Disorder: Research on Their Nature and Etiology. *Developmental Neuropsychology*, 36(5), 614-643. doi: 10.1080/87565641.2011.560696

Van Hecke, R., Danneels, M., Dhooge, I., Van Waelvelde, H., Wiersema, J. R., Deconinck, F. J. A. et Maes, L. (2019, 08//). Vestibular Function in Children with Neurodevelopmental Disorders: A Systematic Review. *Journal of Autism & Developmental Disorders*, 49(8), 3328-3350. doi: 10.1007/s10803-019-04059-0

Van Praagh, E., Doré, E., Duché, P. et Hautier, C. (2001, 01/01). La puissance maximale aérobie de l'enfant (de 1938 à nos jours). *Staps*, 54, 89-108. doi: 10.3917/sta.054.0089

Visscher, C., Houwen, S., Scherder, E. J., Moolenaar, B. et Hartman, E. (2007). Motor profile of children with developmental speech and language disorders. *Pediatrics*, 120(1), e158-e163.

Wahl, Y., Düking, P., Droszez, A., Wahl, P. et Mester, J. (2017). Criterion-Validity of Commercially Available Physical Activity Tracker to Estimate Step Count, Covered Distance and Energy Expenditure during Sports Conditions. *Front Physiol*, 8, 725. doi: 10.3389/fphys.2017.00725

Weiner, O. M. et McGrath, J. J. (2017). Test-Retest Reliability of Pediatric Heart Rate Variability: A Meta-Analysis. *Journal of psychophysiology*, 31(1), 6-28. doi: 10.1027/0269-8803/a000161

Westendorp, M., Hartman, E., Houwen, S., Smith, J. et Visscher, C. (2011, 2011/11/01/). The relationship between gross motor skills and academic achievement in children with learning disabilities. *Research in Developmental Disabilities*, 32(6), 2773-2779. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2011.05.032>

Willcutt, E. G., Pennington, B. F., Duncan, L., Smith, S. D., Keenan, J. M., Wadsworth, S., . . . Olson, R. K. (2010). Understanding the complex

etiologies of developmental disorders: behavioral and molecular genetic approaches. *Journal of developmental and behavioral pediatrics : JDBP*, 31(7), 533-544. doi: 10.1097/DBP.0b013e3181ef42a1

Williams, H. G., Pfeiffer, K. A., O'Neill, J. R., Dowda, M., McIver, K. L., Brown, W. H. et Pate, R. R. (2008). Motor skill performance and physical activity in preschool children. *Obesity*, 16(6), 1421-1426.

Wolff, P. H., Michel, G. F., Ovrut, M. et Drake, C. (1990). Rate and timing precision of motor coordination in developmental dyslexia. *Developmental Psychology*, 26(3), 349.

Wood-Dauphinee, S., Opzoomer, M., Williams, J. I., Marchand, B. et Spitzer, W. O. (1988). Assessment of global function: the Reintegration to Normal Living Index. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 69(8), 583-590.

Wu, S. K., Lin, H.-H., Li, Y.-C., Tsai, C.-L. et Cairney, J. (2010). Cardiopulmonary fitness and endurance in children with developmental coordination disorder. *Research in developmental disabilities*, 31(2), 345-349.

Young et Leicht. (2011). Short-term stability of resting heart rate variability: influence of position and gender. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 36(2), 210-218. doi: 10.1139/h10-103

Zwicker, Missiuna, C., Harris, S. R. et Boyd, L. A. (2012, Nov). Developmental coordination disorder: a review and update. *Eur J Paediatr Neurol*, 16(6), 573-581. doi: 10.1016/j.ejpn.2012.05.005

Zwicker, J., Yoon, S., Mackay, M., Petrie, J., Rogers, M. et Synnes, A. (2012, 12/21). Perinatal and neonatal predictors of developmental coordination disorder. *Archives of disease in childhood*, 98. doi: 10.1136/archdischild-2012-302268