

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

MOTIFORM™, UN PARTENARIAT MULTIDISCIPLINAIRE POUR SOUTENIR
LE DÉVELOPPEMENT DES CAPACITÉS CARDIOVASCULAIRES DES
ENFANTS AVEC UN TROUBLE DÉVELOPPEMENTAL DE LA
COORDINATION (TDC)

MÉMOIRE

PRÉSENTÉ

COMME EXIGENCE PARTIELLE

DE LA MAÎTRISE EN KINANTHROPOLOGIE

PAR

CAMILLE GIROUX

MAI 2021

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

MOTIFORM™, A MULTIDISCIPLINARY PARTNERSHIP TO SUPPORT
CARDIORESPIRATORY FITNESS IN DEVELOPEMENTAL COORDINATION
DISORDER CHILDREN (DCD)

MÉMOIRE
PRESENTED
AS PARTIAL EXIGENCE
OF THE KINANTHROPOLOGIE MASTER DEGREE

BY
CAMILLE GIROUX

MAY 2021

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 souhaite tout d'abord remercier ma directrice de recherche Pre Mariève Blanchet pour sa disponibilité, son écoute et la confiance qu'elle m'a données tout au long de la réalisation de mon projet de maîtrise. À travers les hauts et les bas, les épreuves que j'ai traversées, elle m'a toujours apporté son soutien et son écoute et je lui en suis énormément reconnaissante. Je prends aussi le temps de remercier une collaboratrice importante à ce projet de recherche, Pre Marie-Noëlle Simard, pour sa rigueur au travail, la confiance et la belle opportunité qu'elle m'a donné d'avoir pu travailler avec elle et son équipe au Centre de recherche du Centre Hospitalier Universitaire de Ste-Justine. Je souligne par le fait même le travail des assistantes de recherche en ergothérapie et de toute l'équipe multidisciplinaire avec qui j'ai eu la chance de travailler pendant plusieurs mois.

Un sincère merci à tous (tes) les étudiants (es) du Laboratoire de recherche en motricité de l'enfant de Pre Mariève Blanchet, qui m'ont écouté, épaulé, encouragé et avec qui j'ai eu un immense plaisir à travailler. Merci à Carole Roy, Antoine Parrinello, Alain S. Comtois, Guy El Hajj Boutros, Kelsey Dancause et Paquito Bernard pour leur aide à la réalisation de ce projet, pour avoir été disponible et avoir répondu à mes questions.

Je remercie aussi toutes les familles et les enfants avec qui j'ai eu un plaisir immense à travailler. J'ai appris énormément sur moi-même grâce aux enfants extraordinaires qui ont participé au programme MOTIFORMTM. Je me trouve très chanceuse d'avoir pu partager ces moments en leur compagnie.

Je souhaite remercier mes amis exceptionnels de m'avoir aidé quand ça n'a pas été facile, quand j'ai manqué de motivation. Un merci particulier à ma meilleure amie de toujours, Virginie, d'avoir toujours cru en moi et d'être dans ma vie après tant d'années.

Finalement, merci à ma mère et à mon père. Merci d'avoir aidé à financer mes études, de ne pas m'avoir laissé baisser les bras, de m'avoir félicité et encouragé chaque fois. Sans vous, rien de tout cela n'aurait été possible. Je vous en suis éternellement reconnaissante. Je sais que vous êtes fiers de moi, et ça me rend fière moi aussi.

Un gros merci à tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin à la réalisation de ce projet. Faire une maîtrise en pandémie a apporté son lot de rebondissements (disons ça comme ça). Je suis très fière de ce que j'ai accompli. Depuis la fin de mon secondaire, j'ai éprouvé énormément de difficultés en chimie, physique et biologie. J'ai coulé des cours. Plusieurs professeurs m'ont dit que je ne réussirais jamais à avoir mon DEC en Sciences de la Nature. Et malgré tout, en redoublant d'efforts, en travaillant fort ainsi qu'avec le soutien moral de mes proches et des gens merveilleux que j'ai côtoyés dans le cadre de mon parcours universitaire, ça été beaucoup moins pénible que ça aurait pu l'être. Bref, merci à tous! Je suis très fière du résultat final.

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES FIGURES.....	viii
LISTE DES TABLEAUX.....	x
LISTE DES ABRÉVIATIONS, DES SIGLES ET DES ACRONYMES	xii
RÉSUMÉ	xiii
ABSTRACT.....	xvi
INTRODUCTION	1
CHAPITRE I CADRE THÉORIQUE	3
1.1 Trouble Développementale de la Coordination (TDC).....	3
1.1.1 Définition.....	3
1.1.2 Étiologie.....	4
1.1.3 Prévalence.....	5
1.1.4 Comorbidités	5
1.1.5 Sédentarité	6
CHAPITRE II CAPACITÉS CARDIOVASCULAIRES CHEZ L'ENFANT	13
2.1 Capacités cardiovasculaires chez l'enfant ayant le TDC	13
2.2 Variables cardiovasculaires	16
2.3 Évaluations cardiovasculaires pédiatriques	22
2.4 Administration des principaux tests d'évaluation cardiovasculaire chez l'enfant ayant le TDC.....	26
2.4.1 Le test maximal sur ergocycle/tapis roulant	26
2.4.2 Le test Navette	29
2.4.3 Le test de course/marche de six minutes	31
2.4.4 Le Muscle Power Sprint Test (MPST)	33
2.4.5 Les autres tests.....	34

2.4.6 Le test 10X20.....	35
CHAPITRE III ENTRAÎNEMENT DES CAPACITÉS CARDIOVASCULAIRES CHEZ L'ENFANT	39
3.1 Méthodes d'entraînement cardiovasculaire chez l'enfant ayant le TDC.....	39
3.1.1 Entraînement aérobie contrôlé.....	40
3.1.2 Entraînement des habiletés motrices	42
3.1.3 Entraînement avec jeux vidéos	43
3.1.4 Entraînement autodéterminé.....	45
3.2 Objectif	48
CHAPITRE IV MÉTHODOLOGIE	50
4.1 Participants, critères d'inclusion et d'exclusion	50
4.2 Protocole expérimental	51
4.2.1 Déroulement de l'évaluation	57
4.2.2 Le <i>Scrounch test</i> (test 10X20 adapté).....	59
4.2.3 Déroulement du <i>Scrounch test</i>	61
4.3 Variables mesurées et analysées.....	62
4.3.1 Les données anthropométriques	62
4.3.2 Les variables cardiovasculaires	65
4.3.3 Les variables de rendement mécanique	65
4.3.4 Les variables de perception de l'effort et de motivation	67
4.4 Analyses statistiques.....	69
CHAPITRE V RÉSULTATS.....	71
5.1 Variables anthropométriques	72
5.2 Variables cardiovasculaires	72
5.3 Variables de rendement mécanique	79
5.4 Variable de perception de l'effort.....	80
5.5 Variables de la motivation.....	80
CHAPITRE VI DISCUSSION	86
6.1 L'impact de MOTIFORM™ sur les variables cardiovasculaires.....	87
6.2 L'impact de MOTIFORM™ sur les variables de rendement mécanique	89

6.3 L'impact de MOTIFORM™ sur la perception de l'effort	91
6.4 L'impact de MOTIFORM™ sur la motivation	92
6.5 Limites de l'étude	94
6.6 Perspectives futures	95
CONCLUSION.....	96
ANNEXE A Exemple de programme d'activité physique du programme MOTIFORM™	98
ANNEXE B Formulaire d'information et de consentement	111
ANNEXE C Critères d'arrêt d'un test d'évaluation cardiovasculaire maximal chez l'enfant	117
RÉFÉRENCES.....	118

LISTE DES FIGURES

Figure	Page
1.1 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).....	7
1.2 Modèle d'équation structurelle avec l'estimation de la contribution des différents paramètres. Ce modèle conceptuel définit les liens directs et indirects entre le TDC et la pratique d'activité physique (Cairney <i>et al.</i> , 2005b).....	9
1.3 Spirale de déconditionnement des enfants ayant le TDC (Katartzi et Vlachopoulos, 2011)	10
1.4 Cadre du handicap de la CIF pour Matthew, un garçon de neuf ans atteint du TDC (Zwicker <i>et al.</i> , 2012a)	11
2.1 Modèle de prédiction de la performance aérobie (Adapté de McCormack <i>et coll.</i> 1991 par Ratel et Martin, 2014)	15
2.2 Schéma de représentation d'un test d'évaluation cardiovasculaire avec mesure directe tiré du site internet About Kids Health.ca	23
4.1 Page couverture du passeport remis aux enfants participant à MOTIFORM™.....	52
4.2 Échéancier du projet MOTIFORM™.....	55
4.3 Déroulement de la séance d'évaluation	58

4.4	Schéma du <i>Scrounch test</i> inspiré du test 10 x 20 (Latorre Roman <i>et al.</i> , 2015)	60
4.5	Échelle de Borg de perception de l'effort utilisée dans la programme MOTIFORM™	66
4.6	Test de Mann-Whitney (Étape 1)	69
4.7	Test des rangs signés de Wilcoxon (Étape 2)	69
5.1	Graphique de l'évolution dans le temps de l'amotivation du groupe MOTIFORM™	79
5.2	Graphique de la comparaison des moyennes de la motivation intrinsèque au temps 2 entre les deux groupes à l'étude	80

LISTE DES TABLEAUX

Tableau	Page
2.1 Variables cardiovasculaires et des méthodes d'évaluation les plus utilisées chez l'enfant ayant un TDC	17
4.1 Exemples d'inclusion de la théorie de l'autodétermination dans les activités proposées dans le cadre du programme MOTIFORM™	54
4.2 Comparaison de plusieurs modèles de montres intelligentes	63
5.1 Comparaison entre les groupes des résultats des variables anthropométriques, cardiovasculaires, mécaniques, de perception de l'effort et de motivation au Temps 1 avec le test non-paramétrique Mann-Whitney.....	73
5.2 Comparaison entre les groupes des résultats des variables anthropométriques, cardiovasculaires, mécaniques, de perception de l'effort et de motivation au Temps 2 avec le test non-paramétrique Mann-Whitney.....	75
5.3 Comparaison entre les groupes des résultats des variables anthropométriques, cardiovasculaires, mécaniques, de perception de l'effort et de motivation au Temps 3 avec le test non-paramétrique Mann-Whitney.....	77
5.4 Comparaison des résultats des variables anthropométriques, cardiovasculaires, mécaniques, de perception de l'effort et de motivation du groupe MOTIFORM™ dans le temps avec le test non-paramétrique des rangs signés de Wilcoxon	81
5.5 Comparaison des résultats des variables anthropométriques, cardiovasculaires, mécaniques, de perception de l'effort et de motivation	

du groupe Témoin dans le temps avec le test non-paramétrique des rangs signés de Wilcoxon.....	83
---	----

LISTE DES ABRÉVIATIONS, DES SIGLES ET DES ACRONYMES

APMV: Activité Physique d'intensité Modérée à Vigoureuse

AVQ: Activités de la Vie Quotidienne

CHUSJ: Centre Hospitalier Universitaire Sainte-Justine

CrCHUSJ: Centre de recherche du Centre Hospitalier Universitaire Sainte-Justine

IMC: Indice de Masse Corporelle

TAD : Théorie de l'autodétermination

TDC: Trouble Développementale de la Coordination

VO₂max: Capacité maximale de consommation d'oxygène

RÉSUMÉ

Le trouble développemental de la coordination (TDC) est un trouble neurodéveloppemental qui cause des déficits significatifs d'apprentissage moteur et de coordination du mouvement. Ces incapacités motrices auraient des répercussions importantes sur le plan psychologique comme une faible motivation à participer aux activités physiques et ainsi, auraient un effet néfaste sur les capacités cardiovasculaires. Bien que de nombreuses études ont démontré que les enfants atteints du TDC ont des capacités cardiovasculaires inférieures à leurs pairs, des auteurs suggèrent que certains facteurs peuvent affecter les résultats des études ainsi que l'interprétation des données cardiovasculaires, tels que la motivation à participer aux évaluations cardiovasculaires, la perception de l'auto-efficacité de l'enfant et les exigences motrices du test. Actuellement, l'adaptation du test 10x20 validé chez les petits (3-6 ans), serait le test le plus approprié pour les enfants ayant le TDC. Malgré ces limites, quelques études ont évalué les capacités cardiovasculaires de cette population avant et après divers types de programmes d'entraînement (ex. : motricité, jeux vidéo). Cependant, malgré que la méthode par intervalles à de hautes intensités (HIIT) soit reconnue comme la plus efficace chez l'adulte et l'enfant typique, à notre connaissance, seulement une étude a publié des résultats issus d'un protocole d'entraînement cardiovasculaire contrôlé avec les enfants ayant le TDC. Elle combinait trois séances d'entraînement cardiovasculaire soit une séance de HIIT, une d'entraînement en continu et une pendant laquelle les participants devaient faire un sport collectif. De plus, la motivation à participer aux programmes d'activités physiques est un facteur critique qui doit être considéré dans le choix des modalités d'entraînement des capacités cardiovasculaires. Pour répondre à ce défi, la théorie de l'autodétermination (TAD) qui permet de

développer et de soutenir les trois besoins fondamentaux psychologiques altérés chez l'enfant ayant le TDC (appartenance, compétence, autonomie), permet de progresser de l'amotivation (je ne vois pas l'intérêt de faire cette activité) vers les divers niveaux de la motivation extrinsèque ou contrôlée (je le fais pour ne pas me faire chicaner) vers le développement et le maintien de la motivation intrinsèque ou autodéterminée (je le fais parce que j'aime cela). Cependant, à notre connaissance, les besoins fondamentaux n'ont pas encore été mis concrètement de l'avant dans les programmes d'activités physiques destinés aux enfants ayant le TDC pour favoriser leur motivation intrinsèque à bouger. L'objectif de cette recherche est de quantifier les adaptations motivationnelles et cardiovasculaires des enfants ayant le TDC avec le test 10X20 adapté au TDC avant et après avoir participé à un programme d'activités motrices et cardiovasculaires basées sur l'autodétermination : MOTIFORM™. Deux groupes d'enfants atteints du TDC (n=24) ont été recrutés : douze enfants participant à MOTIFORM™ (douze séances) et douze enfants, ayant aussi le TDC, ont été dans le groupe témoin. Ces derniers n'ont pas participé au programme mais ont aussi été évalués avant et après que le groupe expérimental ait participé à MOTIFORM™. Les variables utilisées (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) afin de quantifier les capacités cardiovasculaires lors de l'exécution du test 10X20 adapté ont été acquises avec la montre Garmin Vivoactive et le cardiofréquencemètre avant et après le programme d'entraînement. L'échelle de Borg imagée a aussi été utilisée pour déterminer la perception de l'effort de l'enfant suite à l'exécution du test 10X20 adapté et un questionnaire sur la motivation à participer à des activités physiques a été complété lors de chaque évaluation. Le programme MOTIFORM™ ne semble pas avoir induit de bénéfices sur le plan cardiovasculaire possiblement dû à la courte durée (35 minutes) allouée à l'activité physique cardiovasculaire. Par contre, les enfants ayant participé au programme MOTIFORM™ avaient une motivation intrinsèque significativement supérieure aux enfants du groupe témoin après le programme MOTIFORM™. Ils ont aussi eu une baisse significative de

leur amotivation à participer à des activités physiques suite à leur participation au programme. L'inclusion de l'autodétermination dans les activités des programmes activités physiques destinés aux enfants ayant le TDC serait un moyen de favoriser la motivation à la pratique d'activité physique et à plus long terme, améliorer la condition physique de ces enfants. Cela est particulièrement important puisque les résultats indiquent que le groupe témoin, qui n'a pas participé au programme d'activités physiques adaptées MOTIFORM™, a vu son rendement mécanique se détériorer.

Mots clés : Trouble Développementale de la Coordination, enfant, cardiovasculaire, autodétermination, motivation

ABSTRACT

Developmental Coordination Disorder (DCD) is a neurodevelopmental disorder that causes deficits in motor learning and movement coordination. These motor disabilities have significant emotional repercussions such as low motivation to participate in physical activities and thus, have a negative effect on cardiovascular capacities. Several researchers have observed that children with DCD have poor cardiovascular capacities. They think that the strong tendency to be sedentary could be one of the explanations of these significantly low cardiovascular capacities. Various protocols have made it possible to evaluate the cardiovascular capacities of this population before and after training programs. Moreover, studies have shown that different types of physical activity programs have a positive impact on the cardiovascular capacities of children with DCD. However, no precise recommendations in terms of duration, intensity or length of a program is clear. Many authors suggest that certain factors, such as self-perception of skills and the motor requirements, may affect the results and interpretation of the cardiovascular test when performed with DCD children. Since these factors can limit the result acquisition and interpretation as well as the adherence to physical activity, the psychological state of children with DCD is an important element to consider both in the choice of the evaluation protocol and the training modalities. To our knowledge, the self-determination theory, which responds to children's basic needs (autonomy, competence and relatedness), have not yet been concretely put forward in physical activity programs for children with DCD to promote their intrinsic motivation. Two groups of children with CDD (n = 24) had been recruited: twelve children who participated in MOTIFORM™ (twelve sessions) and twelve children, also diagnosed with DCD, were in the control group. The control

group had not participated in the program. The variables used (mean and maximum heart rates during exercise, cadence, stride length, mean and maximum speed as well as the resting heart rate) in order to quantify the cardiovascular capacities during the execution of the adapted 10X20 test will be acquired by the *Garmin Vivoactive* watch and the heart rate monitor before and after the training program. The illustrated Borg scale was also used to determine the child's perception of effort following the execution of the adapted 10X20 test as well as the Pictural Motivation Scale to measure the motivation to participate in physical activity for both the MOTIFORM™ and the control group. The aim of this research is to quantify the motivational and cardiovascular adaptations of children with DCD with the 10X20 test adapted to DCD, before and after participating in a program of motor and cardiovascular activities based on self-determination. The MOTIFORM™ program does not seem to have induced cardiovascular benefits. It is probably due to the small duration of the cardiovascular part of each session (35 minutes). However, children that participated in the MOTIFORM™ program had a significantly superior intrinsic motivation after the program when compared to the control group. The MOTIFORM™ group also had a significantly inferior amotivation than the control group after the program. The self-determination included in the activities of this physical activity program specially designed for DCD children is to be considered in future research. It is a way to improve the motivation to participate in physical activity for DCD children in the long term and to improve their general physical health.

Keywords: Developmental Coordination Disorder, children, cardiovascular, self-determination, motivation

INTRODUCTION

Le trouble développemental de la coordination (TDC) rend les enfants très malhabiles. La littérature démontre qu'ils ont tendance à adopter des comportements sédentaires et à se retirer des activités qui s'offrent à eux en raison de cette maladresse. Les enfants ayant le TDC sont donc moins motivés à bouger que leurs pairs. Cela a un impact considérable sur leurs aptitudes cardiovasculaires et l'évaluation de ces dernières. Dans la littérature, plusieurs tests d'évaluation cardiovasculaire et de programmes d'activités physiques sont utilisés avec cette population. Diverses limites ont toutefois été mises de l'avant dont les facteurs psychologiques : la faible estime de soi, la difficulté d'initier et maintenir des relations sociales, la faible perception des compétences et le faible niveau de motivation. Ces facteurs influencent les protocoles d'évaluation cardiovasculaire, la conception des programmes d'entraînement cardiovasculaire et l'interprétation des résultats. À ce jour, aucune recommandation claire n'a été publiée pour guider les interventions en activité physique auprès des enfants ayant le TDC. Ainsi, le kinésologue est confronté à des limites concernant l'évaluation et la planification de l'activité physique avec ces enfants atteints du TDC. L'intervention du kinésologue est pourtant critique pour favoriser l'adhérence à l'activité physique et ainsi, contrer le déconditionnement physique qui accentue leurs maladroises et qui pourrait avoir des effets délétères sur leur santé et leur inclusion sociale. Cela constitue un problème majeur, lequel nous souhaitons comprendre. Quels sont les types de programmes d'activités physiques qui ont été utilisés pour améliorer les capacités cardiovasculaires ? Quelles sont les méthodes d'entraînement cardiovasculaire qui ont été évaluées chez les enfants ayant le TDC et quelles étaient les plus efficaces ? Quelles sont les variables qui ont été utilisées pour quantifier l'impact de ces programmes et

lesquelles sont à privilégier? Quelles sont les approches qui ont été utilisées pour contrer l'impact des facteurs psychologiques observés chez les enfants atteints du TDC et permettre de les prendre en charge adéquatement? En tant que professionnel de la santé, il est essentiel de continuer d'approfondir nos connaissances afin d'encadrer le mieux possible les enfants ayant le TDC.

Dans un premier temps, une recension d'écrits permet de présenter le TDC, ses conséquences physiques et psychologiques ainsi que les tests d'évaluation cardiovasculaire et les variables les plus couramment utilisées avec les enfants ayant le TDC. Des liens entre les résultats obtenus à ces tests et la condition particulière des enfants ayant le TDC seront mis de l'avant afin de déterminer la possibilité d'adapter ces tests aux problématiques vécues par ces enfants. Ce mémoire présentera également les différents programmes d'entraînements effectués avec les enfants ayant le TDC ainsi que les résultats obtenus. Suite à cette recension des écrits, les objectifs et l'hypothèse de cette recherche, de même que la méthodologie prévue pour évaluer notre hypothèse seront décrits.

CHAPITRE I

CADRE THÉORIQUE

1.1 Trouble Développemental de la Coordination (TDC)

1.1.1 Définition

Le trouble développemental de la coordination (TDC) est un trouble neurodéveloppemental qui cause des déficits significatifs d'apprentissage moteur et de coordination du mouvement (American Psychiatric Association, 2013; Blank *et al.*, 2019; Harris *et al.*, 2015). Pour avoir un diagnostic de TDC, quatre critères doivent être observés selon le DSM-V (American Psychiatric Association, 2013). Premièrement, 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). Deuxièmement, les difficultés motrices interfèrent de manière significative avec les activités de la vie quotidienne (AVQ) et ont un impact sur la productivité scolaire, les activités professionnelles, les loisirs et les jeux (American Psychiatric Association, 2013; Cairney *et al.*, 2005b; Zwicker *et al.*, 2012a). Troisièmement, le diagnostic n'est habituellement pas posé avant l'âge de cinq ans d'âge chronologique (American Psychiatric Association, 2013). Enfin, les difficultés motrices des enfants ne doivent

pas être expliquées 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; B. Smits-Engelsman *et al.*, 2015). Dans une revue de littérature de Blank *et coll.* (2019), il est suggéré que dans 50% à 70% des cas de TDC, les difficultés motrices persistent de l'enfance à l'adolescence et même jusqu'à l'âge adulte (Blank *et al.*, 2019). De nombreuses études scientifiques ont aussi identifié que les incapacités motrices des enfants ayant le TDC auraient des répercussions importantes sur le plan émotionnel comme une faible motivation à participer aux activités physiques (American Psychiatric Association, 2013; Blank *et al.*, 2019; Katartzi et Vlachopoulos, 2011; Zwicker *et al.*, 2012a). Ces aspects seront discutés dans la section 1.1.5.

1.1.2 Étiologie

L'étiologie du TDC serait de causes multifactorielles (Gomez et Sirigu, 2015). Des influences génétiques et environnementales ont été suspectées, mais aucune cause spécifique n'a été identifiée (Gomez et Sirigu, 2015). Les interactions génétiques avec l'environnement (ex.: pollution) sur l'étiologie du TDC sont encore peu connues (Gomez et Sirigu, 2015). Des chercheurs soulèvent que la gravité des symptômes du TDC pourrait être influencée par les caractéristiques socio-économiques, interculturelles (ex. disponibilité de matériel de jeu stimulant, style de vie et culture) et des facteurs de risque périnataux et postnatals (ex.: stress de la mère pendant la grossesse, naissance prématurée, complication à l'accouchement, faible poids à la naissance et exposition aux stéroïdes postnataux) (Gomez et Sirigu, 2015; J. Zwicker *et al.*, 2012b).

1.1.3 Prévalence

Dans la littérature, les auteurs rapportent une prévalence du TDC entre 2% et 20% avec une majorité d'études tendant plutôt vers une prévalence de 5% à 6% chez les enfants (Blank *et al.*, 2019; Harris *et al.*, 2015). Dans les pays industrialisés, il y a une prévalence supérieure du TDC chez les garçons par rapport aux filles allant de 2:1 à 7:1 (Blank *et al.*, 2019; Kadesjo et Gillberg, 1998; Lingam *et al.*, 2009). Une étude rapporte toutefois l'inverse soit un ratio de 2:1 (fille:garçon) (Girish *et al.*, 2016). Il s'agit d'une étude réalisée en Inde. Il est donc possible que la prévalence du TDC soit différente selon le mode de vie et les cultures (Gomez et Sirigu, 2015; Jansen *et al.*, 2018).

1.1.4 Comorbidités

Le TDC est souvent associé à une ou plusieurs autres atteintes neurodéveloppementales telles que le Trouble Déficitaire de l'Attention avec ou sans Hyperactivité (TDA/H) (Blank *et al.*, 2019; Kadesjo et Gillberg, 1998; Martin *et al.*, 2006; Visser, 2003; Watemberg *et al.*, 2007), les troubles du langage, les troubles du spectre de l'autisme (TSA) et la dyslexie (Blank *et al.*, 2019). Les enfants ayant le TDC sont aussi plus à risque d'être atteints d'obésité que leurs pairs (Cairney *et al.*, 2005a; Cairney *et al.*, 2005b; Cairney *et al.*, 2017; Hendrix *et al.*, 2014; Joshi *et al.*, 2015; Rivilis *et al.*, 2011; Zwicker *et al.*, 2012a). En effet, des chercheurs ont observé une association positive entre le TDC et l'obésité, qui serait d'ailleurs exacerbée avec l'âge (Hendrix *et al.*, 2014).

1.1.5 Sédentarité

L'obésité est étroitement liée à la sédentarité chez l'enfant ayant le TDC tout comme chez l'enfant neurotypique (Cairney *et al.*, 2007; Cairney *et al.*, 2005a; Ulrich, 1987). La sédentarité, soit un niveau d'activités physiques inférieures aux recommandations canadiennes, se traduit par une faible dépense énergétique. Selon les plus récentes recommandations canadiennes : les enfants âgés entre 5 et 17 ans doivent faire un minimum de 60 minutes d'activités physiques par jour (Parrish *et al.*, 2020; Société Canadienne de Physiologie de l'Exercice, 2018). Cette recommandation est la plus prescrite à travers le monde (Parrish *et al.*, 2020). De plus, les enfants âgés entre 5 et 17 ans devraient, au moins trois fois par semaine, faire de l'Activité Physique à des intensités cardiovasculaires Modérées à Vigoureuses (APMV) (Société Canadienne de Physiologie de l'Exercice, 2018). Cela correspond à des intensités allant de 80 à 110% de la fréquence cardiaque maximale théorique ou mesurée de l'enfant (Baquet *et al.*, 2003). Les APMV sont associées à des bénéfices supérieurs pour la santé, lorsque comparées aux bénéfices de l'activité physique performée à de faibles intensités (Parrish, et al., 2020). La figure 1.1, tirée de l'édition 2020 du Bulletin sur l'activité physique chez les jeunes de participACTION (ParticipACTION, 2020), illustre la proportion des jeunes canadiens âgés de 5 à 17 ans qui satisfont différentes combinaisons des recommandations des Directives canadiennes en matière de mouvement sur 24 heures pour les enfants (Société Canadienne de Physiologie de l'Exercice, 2018). Seulement 36,0 % des enfants canadiens respectaient ces directives en 2018 (ParticipACTION, 2018). Dans le dernier bulletin paru en 2020 par ParticipACTION, une augmentation de 3% a été observée par rapport à 2018. Ce qui veut dire qu'actuellement, 39,0 % des enfants canadiens respectent les directives canadiennes, comme il est illustré dans la figure 1.1 (ParticipACTION, 2020).

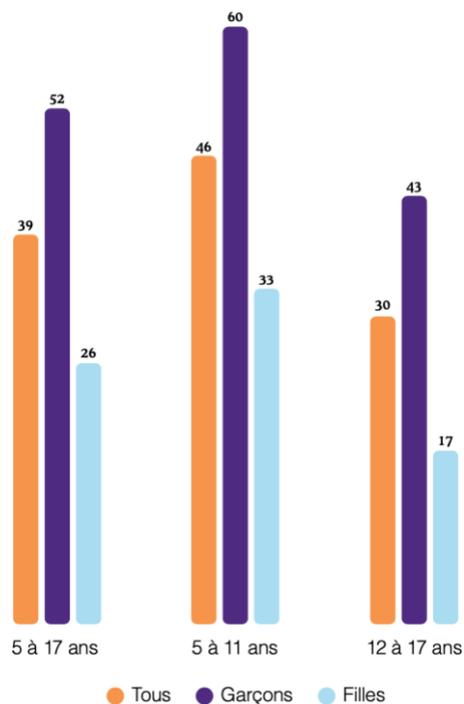


Figure 1.1: Pourcentage pondéré (%) des enfants et des jeunes (5 à 17 ans) qui respectent la recommandation en matière d'activité physique (ECMS 2016-2017, Statistique Canada) (ParticipACTION, 2020).

La sédentarité est identifiée comme une problématique importante de santé publique chez les enfants canadiens (Colley *et al.*, 2017; Tremblay *et al.*, 2011). Elle est un précurseur du syndrome métabolique qui englobe plusieurs problèmes de santé tels que les maladies cardiovasculaires et le diabète de type II (Cairney *et al.*, 2007; Cairney *et al.*, 2005a; Ulrich, 1987). Cette tendance à la sédentarité chez les enfants serait augmentée chez l'enfant atteint du TDC. En effet, plusieurs études ont démontré que les enfants ayant un TDC sont moins actifs que leurs pairs (Cairney *et al.*, 2007; Cairney *et al.*, 2005b; Rivilis *et al.*, 2011; Silman *et al.*, 2011; H. G. Williams *et al.*, 2008; Zwicker *et al.*, 2012a). Notamment, les enfants avec le TDC effectueraient moins d'activités physiques de type vigoureux (intensité élevée) que les enfants au

développement typique (Bouffard *et al.*, 1996; D. Green *et al.*, 2011; Rivilis *et al.*, 2011).

Plusieurs hypothèses ont été soulevées pour expliquer la sédentarité chez les enfants atteints du TDC. Premièrement, leurs faibles habiletés motrices les décourageraient à pratiquer des activités physiques récréatives, de loisirs, sportives, structurées et de jeux libres (Blank *et al.*, 2019; Cairney *et al.*, 2007; Katartzi et Vlachopoulos, 2011; Long et Morgan, 2012; Magalhaes *et al.*, 2011; Missiuna *et al.*, 2007). Deuxièmement, leurs comportements sédentaires seraient également associés à des facteurs psychologiques. Des études ont démontré que leur faible niveau de pratique d'activités physiques est associé à une faible estime de soi (Zwicker *et al.*, 2012a) ainsi qu'une diminution du sentiment d'auto-efficacité (perception de leurs compétences) chez ces enfants en comparaison aux enfants ayant un développement neurotypique (Blank *et al.*, 2019; Cairney *et al.*, 2007; Cairney *et al.*, 2005b; J. A. Hay *et al.*, 2004; Missiuna *et al.*, 2007; Silman *et al.*, 2011). Dans la figure 1.2, l'association négative du sentiment d'auto-efficacité sur la pratique d'activité physique chez les enfants ayant le TDC est illustrée. Dans la même figure, l'association entre le sentiment d'auto-efficacité, le plaisir et la préférence pour l'activité physique est également illustrée.

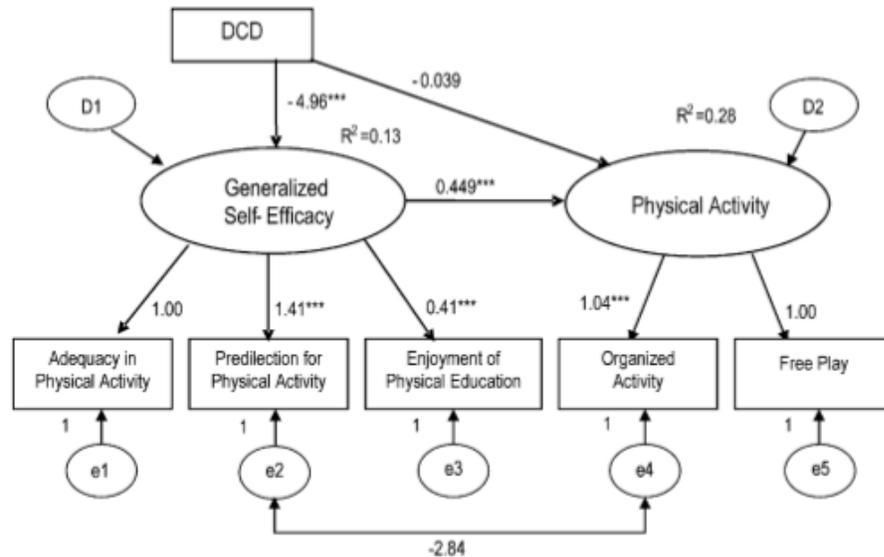


Figure 1.2 : Modèle d'équation structurelle avec l'estimation de la contribution des différents paramètres. Ce modèle conceptuel définit les liens directs et indirects entre le TDC et la pratique d'activité physique (Cairney *et al.*, 2005b).

Le mode de vie sédentaire des enfants ayant le TDC les rendrait plus à risque de vivre des échecs sportifs et les découragerait davantage de pratiquer des activités physiques particulièrement dans les sports d'équipe, en plus d'exacerber leurs retards moteurs (Blank *et al.*, 2019; Rivilis *et al.*, 2011). Il s'agit d'une spirale de déconditionnement, telle qu'illustrée à la Figure 1.3.

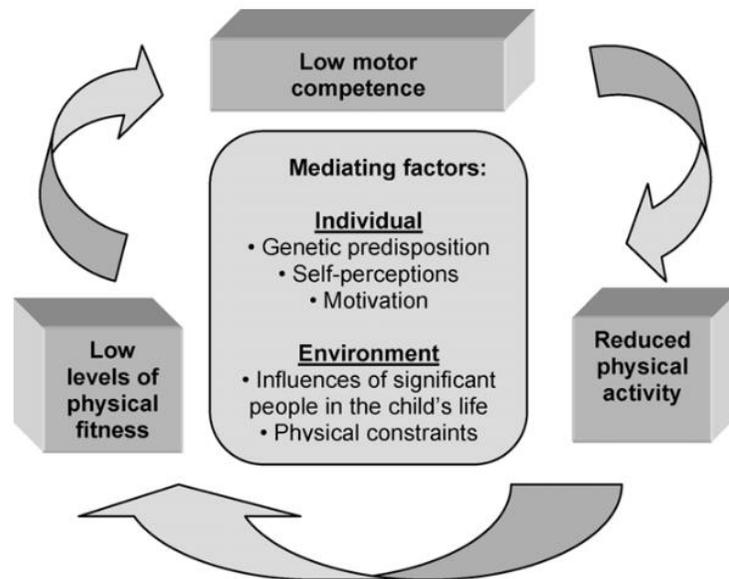


Figure 1.3: Spirale de déconditionnement des enfants ayant le TDC (Katartzi et Vlachopoulos, 2011).

La figure 1.3 illustre qu'un enfant ayant le TDC et ayant, par le fait même, de faibles compétences motrices, aura un niveau d'activité physique réduit. Par conséquent, ce niveau d'activité physique aura un impact négatif sur sa condition physique qui elle, amplifiera les déficits moteurs. La spirale du déconditionnement sera alors observée.

Ainsi, les facteurs personnels, tels que l'estime de soi, l'appartenance et le sentiment d'auto-efficacité, peuvent influencer la motivation à participer aux activités physiques et donc, le niveau de sédentarité des enfants atteints du TDC. Les facteurs environnementaux affectent également le niveau de pratique d'activité physique. Par exemple, Cairney et ses collaborateurs ont démontré que le taux de participation est plus élevé dans les jeux libres (initiés par les enfants, sans règlement défini par un adulte) comparativement aux jeux structurés (initiés et définis par l'adulte) (Cairney *et al.*, 2005b).

Selon la Classification internationale du fonctionnement, du handicap et de la santé : version pour enfants et adolescents (CIF-EA), l'interaction entre les facteurs personnels et environnementaux influence la participation aux activités physiques chez l'enfant ayant un TDC (Organisation mondiale de la Santé et Inadaptations, 2012). Cette influence a été schématisée par Zwicker *et coll.* (2012) dans la figure 1.4. Les 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 et de son sentiment d'auto-efficacité. 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. L'enfant ayant le TDC sera significativement moins motivé à participer aux diverses activités qui s'offrent à lui (Katartzi et Vlachopoulos, 2011; Zwicker *et al.*, 2012a) et cela aura conséquemment un effet néfaste notamment sur ses capacités cardiovasculaires (Rivilis *et al.*, 2011).

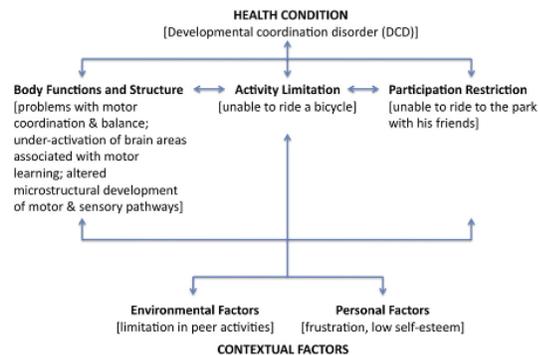


Figure 1.4: Cadre du handicap de la CIF pour Matthew, un garçon de 9 ans atteint du TDC (Zwicker *et al.*, 2012a).

Pour faire suite aux éléments présentés dans cette section, la prochaine section dressera un portrait des capacités cardiovasculaires des enfants ayant le TDC ainsi que les

méthodes d'évaluation couramment utilisées pour les mesurer. Une attention particulière sera portée sur l'influence des facteurs personnels et environnementaux dans le contexte de l'évaluation des capacités cardiovasculaires chez les enfants ayant le TDC.

CHAPITRE II

CAPACITÉS CARDIOVASCULAIRES CHEZ L'ENFANT

2.1 Capacités cardiovasculaires chez l'enfant ayant le TDC

L'évolution des capacités cardiovasculaires chez l'enfant typique est, entre autres, influencée par l'hérédité, le développement biologique, l'entraînement, l'environnement dans lequel l'enfant interagit, la gestion des ressources, les facteurs psychologiques, les qualités anaérobies, les réserves de glycogène et la capacité de thermorégulation, comme vue dans la figure 5 (Ratel *et al.*, 2014; Van Praagh *et al.*, 2001). De nombreux chercheurs ont déjà établi que les enfants atteints du TDC ont des capacités cardiovasculaires inférieures à leurs pairs (Cairney *et al.*, 2007; Cairney *et al.*, 2017; Farhat *et al.*, 2015a; Faught *et al.*, 2013; Rivilis *et al.*, 2011; Silman *et al.*, 2011; Wright *et al.*, 2019; Wu *et al.*, 2010). Rivilis et ses collaborateurs ont d'ailleurs rapporté en 2011 que 19 études démontraient une relation entre les faibles compétences motrices des enfants ayant le TDC et leur faible condition cardiovasculaire (Rivilis *et al.*, 2011).

Cependant, certains chercheurs ne sont pas arrivés aux mêmes conclusions (Chia *et al.*, 2013; Ferguson *et al.*, 2014). Par exemple, Ferguson *et coll.* (2014) n'ont observé aucune différence lors de l'évaluation des performances anaérobies (Muscle Power Sprint Test (MPST)) entre les enfants ayant le TDC et leurs pairs (Ferguson *et al.*, 2014). De même, Chia *et coll.* (2013) n'ont observé aucune différence significative dans

le coût en oxygène de la marche ou de la course entre les jeunes garçons avec et sans TDC lors de tests de marche et de course à des vitesses standardisées (4.3, 5.8, 7.8 et 8.4 km/h) (Chia *et al.*, 2010). La sensibilité des tests, le type de variables ou le faible échantillon pourraient expliquer ces résultats.

Certains résultats pourraient aussi être expliqués par les patrons moteurs non efficaces des enfants ayant le TDC lorsqu'ils sont comparés à des enfants typiques. Le coût énergétique de la course à pied diminue avec le développement de l'enfant neurotypique en raison de l'amélioration de ses patrons moteurs et de l'efficacité de ses mouvements. Dans un article de Chia et coll. (2013), les chercheurs ont évalué et comparé la cadence de pas lors de la marche et de la course à différentes vitesses, des enfants ayant le TDC et des enfants typiques. Ils concluent que les enfants ayant le TDC utilisent une stratégie motrice à la course différente de leurs pairs. Leur stratégie motrice à la course est similaire à celle des enfants ayant une paralysie cérébrale, c'est-à-dire une augmentation de leur cadence en course à pied dans le but d'augmenter leur vitesse de course (Chia *et al.*, 2013). Les chercheurs expliquent que cette stratégie motrice serait employée par les enfants ayant le TDC et ceux ayant une paralysie cérébrale en raison de leurs difficultés de coordination motrice. Cela a aussi été observé aussi par d'autres chercheurs (Chappell *et al.*, 2020; Davids *et al.*, 1998). Comme mentionné, la prédiction de la performance aérobie est influencée par divers facteurs tels que présentés dans la figure 2.1.

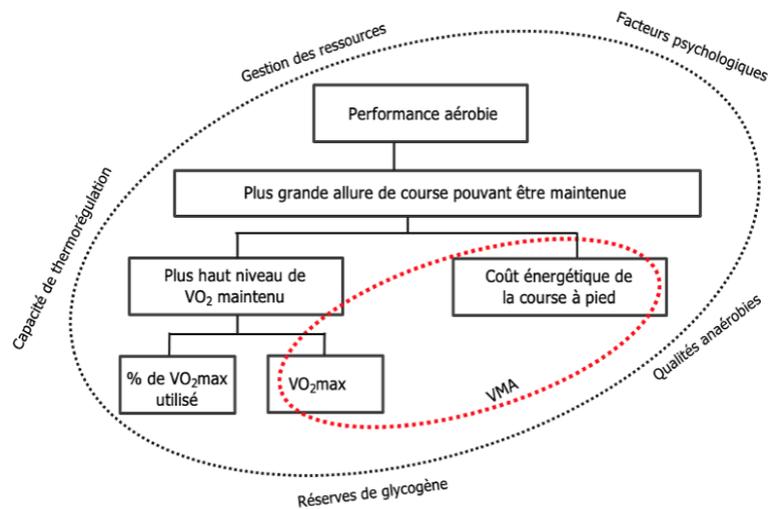


Figure 2.1: Modèle de prédiction de la performance aérobique (Adapté de McCormack *et coll.* 1991 par Ratel et Martin, 2014)

Le cercle pointillé rouge met en relation la VO_2 max et le coût énergétique de la course à pied de la vitesse aérobique maximale (VAM), qui est une variable équivalente à la puissance aérobique maximale (PAM) (voir tableau 2.1). Cette vitesse aérobique maximale atteinte lors d'un effort demandé à l'enfant va varier en fonction du coût énergétique à la course à pied. Ainsi, chez l'enfant ayant le TDC, puisqu'il a une moins bonne efficacité motrice, cela va augmenter le coût énergétique et possiblement limiter sa performance au test d'évaluation cardiovasculaire en course à pied (sur tapis, sprints, test Navette, etc.) puisque leur coordination motrice est significativement inférieure à leurs pairs (Blank *et al.*, 2019; DSM-IV; Harris *et al.*, 2015).

Les prochaines sections traiteront des diverses composantes des capacités cardiovasculaires chez l'enfant ayant le TDC. Dans un premier temps, les variables et les méthodes d'évaluations cardiovasculaires les plus utilisées en pédiatrie chez

l'enfant ayant le TDC seront présentées dans un tableau et seront comparées aux résultats obtenus chez des enfants neurotypiques. Cela permettra d'introduire, dans un deuxième temps, la section suivante qui portera sur l'explication générale des méthodes d'évaluations cardiovasculaires utilisées tant chez les enfants ayant un développement typique que chez ceux ayant le TDC. Dans un troisième temps, les principaux protocoles d'évaluation cardiovasculaire seront expliqués afin de fournir plus de détails sur leur déroulement. Finalement, les limites de ces différents protocoles seront mises de l'avant afin de faire ressortir les protocoles les plus probants à utiliser avec les enfants ayant le TDC.

2.2 Variables cardiovasculaires

Les variables cardiovasculaires et les méthodes d'évaluation les plus utilisées dans le domaine de la recherche en pédiatrie avec le TDC sont résumées dans le tableau ci-dessous. Les sections suivantes approfondiront ces concepts.

Tableau 2.1 : Variables cardiovasculaires et des méthodes d'évaluations les plus utilisées chez l'enfant ayant un TDC. Les * représentent des valeurs significatives.

Variables cardiovasculaires	Définitions	Tests utilisés	Résultats enfants neurotypiques	Résultats enfants ayant le TDC
Consommation maximale d'oxygène (VO2max)	Quantité d'oxygène qu'un individu consomme en une minute pour produire de l'énergie. Unité de mesure est le millilitre d'oxygène par kilogramme de poids corporel par minute (ml O ₂ /kg/min) (Baquet <i>et coll.</i> (2003). Cette mesure reflète donc l'aptitude maximale de l'individu à capter l'oxygène, à le transporter et à l'utiliser au niveau musculaire.	Test d'évaluation cardiovasculaire à paliers progressifs sur ergocycle ou sur tapis roulant, se déroulant jusqu'à l'épuisement du participant. Plusieurs critères marquent l'arrêt du test (ex. ne peuvent maintenir la cadence, signaux physiques comme des étourdissements) (Armstrong <i>et coll.</i> (2008)).	42.91 ± 8.1 ML/MIN/KG (ERGOCYCLE) SILMAN <i>ET COLL.</i> (2011)	35.01 ± 7.6 ML/MIN/KG (ERGOCYCLE) SILMAN <i>ET COLL.</i> (2011) *
			47.6 ± 6.1 ML/MIN/KG (TAPIS ROULANT, PROTOCOLE BRUCE) WU <i>ET COLL.</i> (2010)	39.7 ± 6.6 ML/MIN/KG (TAPIS ROULANT, PROTOCOLE BRUCE) WU <i>ET COLL.</i> (2010) *

			55.9 ± 7.9 ML/MIN/KG (TAPIS ROULANT) CHIA <i>ET COLL. (2010)</i>	47.3 ± 8.3 ML/MIN/KG TAPIS ROULANT) CHIA <i>ET COLL. (2010) *</i>
			58.7 ± 7.9 ML/MIN/KG (TAPIS ROULANT) CHIA <i>ET COLL. (2013)</i>	44.7 ± 8.4 ML/MIN/KG (TAPIS ROULANT) CHIA <i>ET COLL. (2013) *</i>
VO₂ 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 ₂ /kg/min) (Baquet <i>et coll.</i> (2003).	Test Navette, test de marche/course de 6 minutes, sprint 600m, sprint 800m, marche/course d'un mile, marche/course d'un demi-mile, ergocycle, etc.	45.9 ± 2.7 ML/MIN/KG (TEST NAVETTE) FERGUSON ET COLL. (2014)	43.6 ± 2.7 ML/MIN/KG (TEST NAVETTE) FERGUSON ET COLL. (2014) *
			47.37 ± 5.70 ML/MIN/KG (TEST NAVETTE) CAIRNEY ET COLL. (2006)	42.36 ± 3.99 ML/MIN/KG (TEST NAVETTE) CAIRNEY ET COLL. (2006) *

			46.70 ± 6.00 ML/MIN/KG (TEST NAVETTE) CAIRNEY ET COLL. (2010)	38.90 ± 3.40 ML/MIN/KG (TEST NAVETTE) CAIRNEY ET COLL. (2010) *
			295.8 ± 58.3 SEC (TEST DE COURSE DE 800M) WU ET COLL. (2010)	354.9 ± 91.7 SEC (TEST DE COURSE DE 800M) WU ET COLL. (2010) *
			652.60 ± 48.20 ML/MIN/KG (TEST DE COURSE DE 6 MINUTES) FARHAT <i>ET</i> <i>COLL.</i> (2015)	556.30 ± 71.90 ML/MIN/KG (TEST DE COURSE DE 6 MINUTES) FARHAT <i>ET</i> <i>COLL.</i> (2015)*

Puissance aérobie maximale (PAM)	La PAM est une composante de l'aptitude aérobie et correspond à la puissance (Watt) atteinte lors de l'atteinte des valeurs maximales de la capacité aérobie (VO ₂ max) (Aertssen <i>et coll.</i> 2016 ; Van Praagh <i>et coll.</i> 2001) (unité de mesure est le Watt)	Test à paliers progressifs sur ergocycle, Muscle Power Sprint Test (MPST).	140.57 ± 72.48 WATTS (MPST) AERTSSEN ET COLL. (2016)	83.58 ± 47.17 WATTS (MPST) AERTSSEN ET COLL. (2016) *
Fréquence cardiaque maximale (FCmax) réelle ou prédite/estimée	Nombre de battements cardiaques maximaux produits par le coeur mesuré pendant un effort ou pendant un temps donné (Hui et Chan, 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 (Fcmax théorique = 220-âge) et l'équation de Tanaka (Fcmax théorique = 208-0.7*âge) (Cicone et al., 2019). L'unité de mesure est le nombre de battements par minute (bpm)).	La FCmax peut être atteinte avec divers exercices (course, ergocycle, tapis roulant incliné, etc.)	196.8 ± 7.8 BPM (ERGOCYCLE) WU ET COLL. (2010)	196.6 ± 9.3 BPM (ERGOCYCLE) WU ET COLL. (2010)
			191.6 ± 12.6 BPM (ERGOCYCLE) SILMAN ET COLL. (2011)	187.9 ± 14.3 BPM (ERGOCYCLE) SILMAN ET COLL. (2011)

Perception de l'effort (EP)	Mesure autorapportée de la perception de l'effort déployé lors d'un test cardiovasculaire (Williams <i>et coll.</i> 2017)	Échelle de Borg (/10)	6.43 ± 0.85 (ERGOCYCLE) FARHAT ET COLL. (2015)	8.5 ± 0.8 (ERGOCYCLE) FARHAT ET COLL. (2015) *
------------------------------------	---	-----------------------	---	---

2.3 Évaluations cardiovasculaires pédiatriques

Un grand nombre de tests d'évaluation cardiovasculaire existent depuis 1926 afin de quantifier les capacités cardiovasculaires des enfants (Galle, 1926). Jusqu'au début des années 1970, le matériel et la méthodologie requis pour faire ces évaluations étaient issus d'études réalisées chez l'adulte. Cependant, depuis ce temps, le matériel ergométrique et les tests d'évaluations ont davantage tenu compte de la spécificité biologique de l'enfant (Van Praagh *et al.*, 2001).

Aujourd'hui, dans un contexte d'entraînement, les tests d'évaluation cardiovasculaire s'effectuent principalement à deux endroits, soit en laboratoire ou sur le terrain (écoles, cliniques de kinésiologie, clubs sportifs, etc.). Ils permettent: **1-** de quantifier les aptitudes cardiovasculaires des enfants, **2-** d'observer si les enfants évalués ont des facteurs de risques pour la santé, **3-** d'obtenir des valeurs de référence pour quantifier l'impact d'un programme d'entraînement (pré et post intervention) et **4-** de paramétrer les modalités d'entraînement propre à chaque enfant. Les protocoles d'activités physiques et d'activités motrices proposés dans le cadre de plusieurs études réalisées avec des enfants au développement neurotypique sont basés sur les résultats de ces tests d'évaluation (Baquet *et al.*, 2003). Il est donc très important de trouver, dans un premier temps, les tests optimaux pour conduire des évaluations adaptées aux enfants atteints du TDC, pour ensuite déterminer les meilleurs protocoles d'entraînement cardiovasculaire. L'identification des tests les plus appropriés pour les enfants avec un TDC pourrait soutenir les professionnels de la santé dans l'élaboration de protocoles d'intervention plus efficaces pour ces enfants. Avant d'expliquer et d'analyser en détail chacun des tests d'évaluation cardiovasculaire, quelques généralités doivent être présentées.

Que ce soit en laboratoire, en clinique ou sur le terrain, les tests d'évaluation cardiovasculaire permettent notamment d'évaluer les capacités aérobies et anaérobies avec les variables présentées au tableau 1 (Day *et al.*, 2003). Il existe principalement deux types de protocoles permettant de mesurer les capacités aérobies et anaérobies des enfants : directs et indirects. Ces deux types de mesures ont chacun des avantages et des inconvénients reconnus. Les protocoles de mesures directes sont plus dispendieux parce qu'ils nécessitent de l'équipement de pointe. Ils sont majoritairement effectués individuellement. Ils sont plus précis, mais plus exigeants sur le plan des ressources déployées ainsi que du temps nécessaire à leur réalisation (Cairney *et al.*, 2010). L'évaluation de la VO₂max avec un protocole direct par exemple, est souvent accompagnée d'une mesure de la fonction respiratoire par spirométrie (Baquet *et al.*, 2003) ou encore avec un analyseur d'échanges gazeux portable (Baquet *et al.*, 2002) (voir figure 2.2). Ce type d'équipement peut être envahissant et intimidant pour les enfants. Ces tests sont davantage utilisés en clinique et en laboratoire.

L'évaluation indirecte (estimée), pour sa part, est peu coûteuse et se fait sans équipement de pointe. Ces protocoles nécessitent moins d'équipement et peuvent parfois être utilisés avec un ou plusieurs participants en même temps (Leger et Boucher, 1980). Ces tests sont régulièrement utilisés sur le terrain (ex. gymnase d'école) (Cairney *et al.*, 2010). Les valeurs obtenues sont toutefois moins précises en comparaison aux valeurs acquises avec les mesures directes puisqu'elles sont extrapolées à partir de calculs. Par exemple, les valeurs de VO₂max peuvent être estimées en fonction des résultats obtenus lors du test d'évaluation cardiovasculaire avec le barème standardisé qui est fourni pour ledit test (ex. : dernier palier réalisé dans

le cas du test Navette (Leger et Boucher, 1980), la distance parcourue au test de marche de 6 minutes (de Groot et Takken, 2011)).

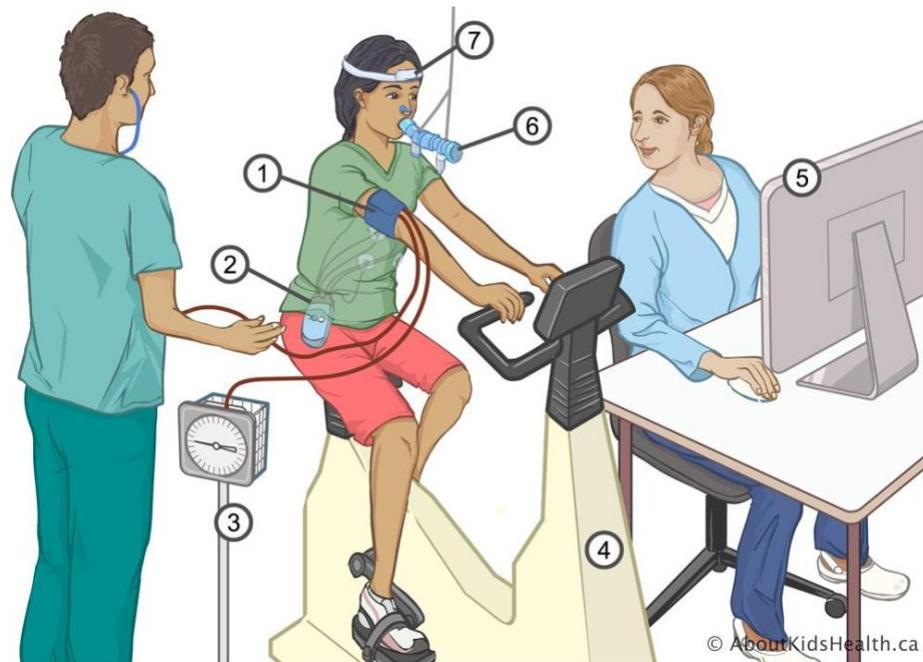


Figure 2.2 : Schéma de représentation d'un test d'évaluation cardiovasculaire avec mesure directe tirée du site internet About Kids Health.ca 1 : Brassards pneumatiques pour évaluer la pression artérielle, 2 : Capteur d'électrocardiographe, 3 : Moniteur de pression artérielle, 4 : Bicyclette, 5 : Moniteur d'électrocardiographe, 6 : Embouchure, 7 : Moniteur de saturation.

Les valeurs peuvent également être estimées à partir d'équations de prédiction de la fréquence cardiaque maximale en fonction de l'âge telles que l'équation de Fox ($F_{cmax} \text{ théorique} = 220 - \text{âge}$) et l'équation de Tanaka ($F_{cmax} \text{ théorique} = 208 - 0.7 * \text{âge}$) (Cicone *et al.*, 2019). Par contre, bien qu'elles soient parfois utilisées dans la littérature, ces équations n'estimeraient pas précisément les valeurs de la fréquence cardiaque maximale chez l'enfant (Cicone *et al.*, 2019; Van Praagh *et al.*, 2001). En effet, une méta-analyse a permis de démontrer que l'équation de Fox surestimerait la valeur de la

fréquence cardiaque maximale de 12.4 bpm (effet de taille = 0.95), tandis que l'équation de Tanaka sous-estimerait de 2.7 bpm (effet de taille = -0.34) chez les enfants et les adolescents au développement neurologique typique (Cicone *et al.*, 2019). À notre connaissance, aucune évaluation n'a utilisé ou validé ces deux équations afin de prédire la fréquence cardiaque maximale théorique chez les enfants ayant le TDC.

Chez l'enfant typique, il existe une variabilité de la fréquence cardiaque (Vanhelst *et al.*, 2013). Par contre, selon une méta-analyse publiée en 2017, la fréquence cardiaque demeure une variable fiable chez les enfants de cinq à dix-huit ans (Weiner et McGrath, 2017). La fréquence cardiaque est d'ailleurs régulièrement utilisée dans la littérature pédiatrique notamment chez les enfants atteints de TDC (Chen *et al.*, 2015; Farhat *et al.*, 2015b; Rivilis *et al.*, 2011; Tsai *et al.*, 2014).

Avant de débiter les tests d'évaluation cardiovasculaire, les participants doivent généralement effectuer un échauffement. Les critères d'arrêt des tests, quel que soit le choix du protocole, sont souvent les mêmes: (1) atteinte de la valeur de quotient respiratoire d'au moins 1,00, (2) atteinte d'une fréquence cardiaque supérieure à 85% de la fréquence cardiaque maximale prédite par l'âge ou (3) l'apparition des signes de fatigue intense (hyperpnée, rougeurs faciales, impossibilité de maintenir le rythme imposé dans le cadre du protocole d'évaluation) (Armstrong et van Mechelen, 2008; Cairney *et al.*, 2010).

2.4 Administration des principaux tests d'évaluation cardiovasculaire chez l'enfant ayant le TDC

Pour évaluer la VO₂max, la fréquence cardiaque maximale et la puissance aérobie maximale, les protocoles d'ergocycle (Silman, et al., 2011), les protocoles sur tapis roulant (J. Cairney *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 6 minutes (Farhat *et al.*, 2015a; Haga, 2009; Schott *et al.*, 2007), le test de marche de 6 min (Farhat *et al.*, 2015b) et la course d'un demi-mile (Nascimento *et al.*, 2013) sont les plus fréquemment utilisés et reconnus chez l'enfant ayant le TDC. Les mesures de la puissance anaérobie, pour leur part, incluent généralement une courte distance maximale de course comme un sprint de 50 mètres (Hands, 2008; Kanioglou, 2006), une course de 600 mètres (Kanioglou, 2006) ou de 800 mètres (Li *et al.*, 2011) ou encore le test de puissance musculaire en sprint (Aertssen *et al.*, 2016). Tous ces tests seront décrits individuellement dans les sections suivantes.

2.4.1 Le test maximal sur ergocycle/tapis roulant

Le test d'évaluation maximal sur ergocycle est réalisé de manière continue avec un protocole d'incrémentations par palier (Silman *et al.*, 2011). Cela signifie que le niveau de difficulté est augmenté de manière graduelle pendant l'exécution du test jusqu'à l'atteinte des capacités maximales de la personne. Avant de débiter le test, le participant doit effectuer un échauffement afin de se familiariser avec l'ergocycle et le masque porté pour mesurer les échanges gazeux pendant le test. Le participant est aussi équipé d'un cardiofréquence-mètre qui permet la collecte des données de fréquences cardiaques tout au long du test (Silman *et al.*, 2011). Au début du test, le participant se voit imposer une cadence d'environ 60-65 tours/minute pour une durée de 3 minutes.

Pour la 4^e minute, la charge est augmentée de 40W. Chaque minute, suivant la 4^e minute, la charge est augmentée de 20W. Lors des derniers paliers estimés par l'administrateur du test, les charges sont ajustées à 15W par minute jusqu'à l'atteinte de l'effort maximal supporté par le participant. Pendant toute la durée du test, le participant est encouragé verbalement de manière positive. Dans le cas du test sur tapis roulant, il s'agit de la même procédure. Ce sont les unités de mesure qui sont différentes (vitesse en km/h ou m/s au lieu de tours/minutes ou puissance en watt). Les études ayant utilisé ces protocoles ont permis de démontrer que les enfants atteints du TDC ont des capacités cardiovasculaires inférieures à leurs pairs (Silman *et al.*, 2011; Wu *et al.*, 2010) (voir le tableau 1).

Chez l'enfant atteint du TDC, Silman *et coll.* (2011) soulignent que le test sur tapis roulant pourrait engendrer des chutes ou affecter le patron de course, le rendant moins optimal (Silman *et al.*, 2011). C'est pour cette raison qu'ils ont opté pour l'évaluation avec ergocycle. Par contre, il est à noter que l'efficacité mécanique lors de la tâche motrice de pédalage pourrait altérer l'interprétation des résultats. En effet, une étude où 138 enfants au développement neurotypique âgés de sept à douze ans devaient effectuer treize tâches à vélo sur l'asphalte de leur cour d'école a permis de démontrer que ces derniers consolident le patron moteur de pédalage à deux roues à l'âge moyen de 11-12 ans (Zeuwts *et al.*, 2016). Comme les enfants ayant le TDC voient leurs apprentissages moteurs se consolider généralement plus tardivement que leurs pairs (Polatajko et Cantin, 2005; Zwicker *et al.*, 2012a), il pourrait s'avérer que ni le tapis roulant ni l'ergocycle ne soient adaptés aux enfants ayant le TDC.

Ratel *et coll.* (2014) rapporte que les enfants ont une limite mécanique respiratoire à l'expiration lors d'un effort incrémenté sur ergocycle. En effet, les poumons des enfants, à l'effort, se vident de moins en moins au fur et à mesure de l'effort alors que le débit respiratoire augmente (petites voies respiratoires par rapport à la taille des poumons) ce qui peut rendre l'effort beaucoup plus difficile. C'est d'ailleurs un

phénomène qu'on retrouve plus souvent chez l'enfant non entraîné, ce qui met à risque les enfants ayant le TDC d'abandonner plus rapidement lors de l'exécution d'un test maximal sur ergocycle (Ratel *et al.*, 2014).

Silman *et coll.* (2011) soulignent aussi le fait que les tests maximaux jusqu'à épuisement peuvent sembler trop difficiles pour les enfants ayant le TDC. Leur perception négative de leurs capacités (sentiment d'auto-efficacité) et leur faible motivation influencent les résultats obtenus (Silman *et al.*, 2011). En effet, cet auteur et son équipe ont mesuré l'auto-efficacité perçue via le questionnaire Children's Self-perceptions of Adequacy in and Predilection for Physical Activity (CSAPPA) scale (Hay, 1992)). Le faible sentiment d'auto-efficacité des enfants atteints du TDC expliquerait 29% des différences de puissance aérobie maximale mesurées entre le groupe témoin et le groupe d'enfant ayant le TDC dans un test d'évaluation à paliers incrémentés sur ergocycle (Silman *et al.*, 2011). Puisque les enfants ayant un TDC se sentent moins compétents, cela les démotive et les incite à abandonner plus rapidement que leurs pairs dans ce type d'évaluation.

Dans une étude de Chia *et coll.* (2010), la quantité d'oxygène requise à l'effort n'était pas différente pour la marche ou la course, autant pour les enfants ayant le TDC que pour ceux du groupe témoin (Chia *et al.*, 2010). Par contre, le groupe d'enfants ayant le TDC avait une perception de l'effort significativement supérieure lors de la course à 7.8km/h ($p=0.011$) et avait de la difficulté à atteindre les critères d'arrêt de VO₂max. Ces résultats appuient ceux de Silman et ses collègues (2011) en suggérant que pour les enfants ayant le TDC, les compétences perçues et la difficulté du test sont des facteurs importants à considérer (Silman *et al.*, 2011). Ces facteurs rendraient l'atteinte de la VO₂max difficile, voire même irréalisable pour certains enfants. King-Dowling *et coll.* (2018) ont rapporté que sur le total de 592 enfants recrutés (âge 5.0 ± 0.6), 31 d'entre eux (18 TDC et 13 témoins) ont été exclus des analyses statistiques en raison de leur incapacité à atteindre des fréquences cardiaques de 180 battements/minute lors

de la performance du test maximal sur ergocycle (King-Dowling *et al.*, 2018). Sept autres enfants (5 TDC et 2 témoins) ont été exclus vu leur incapacité ou refus de pédaler plus de 25 tours/minute pendant le test (King-Dowling *et al.*, 2018). Les chercheurs soulignent aussi que les enfants ayant le TDC ont atteint des valeurs maximales de fréquence cardiaque 1.5x plus rapidement que leurs pairs. Il semblerait donc que les tests cardiovasculaires maximaux sur ergocycle et sur tapis roulant soient peu appropriés tant pour les jeunes enfants ayant un développement neurotypique que pour ceux ayant le TDC.

2.4.2 Le test Navette

Le test Navette, aussi connu sous le nom du *bip* test, est un test cardiovasculaire maximal validé (Leger et Boucher, 1980). C'est une course sous forme d'allers et de retours, délimités de chaque côté par les lignes du gymnase dans lequel le test est généralement réalisé. On effectue d'ailleurs ce test en groupe dans beaucoup d'écoles pour évaluer les capacités cardiovasculaires des étudiants. Il s'agit d'un test qu'on peut effectuer avec un maximum de 15 personnes en même temps. Cela rend le test très pratique dans un contexte scolaire. La course est effectuée en synchronisme avec un signal sonore standardisé. Le signal sonore correspond au moment où le participant doit se retrouver à une des 2 lignes au sol délimitant les 20 mètres à parcourir. Si le participant n'est pas à la ligne lors du signal sonore, il reçoit un avertissement. Lors du deuxième manquement, le test est arrêté. Le test fonctionne sous forme de palier. Les premiers paliers sont plus lents et au fur et à mesure que le test avance en durée, le signal sonore se fait entendre à une fréquence plus rapide. Cela correspond à une augmentation de la vitesse de course chez le participant. Le test est considéré comme un test maximal puisque le participant arrête lorsqu'il n'est plus capable de suivre le rythme établi et donc, lorsqu'il atteint le maximal de ses capacités. Le palier où le participant s'est arrêté est noté puis comparé au barème standardisé du test pour

connaître la vitesse maximale atteinte par le participant. Par exemple, le palier 6 correspond à une vitesse de 11 km/h (Leger et Boucher, 1980). La vitesse correspondant au palier d'arrêt du participant est utilisée afin de calculer de manière indirecte la VO₂max à l'aide d'une équation validée (Leger et Boucher, 1980).

Les résultats moins élevés de VO₂max estimée chez l'enfant atteint du TDC pour le test Navette pourraient être expliqués par plusieurs facteurs. Tout d'abord, en raison de leurs faibles capacités cardiovasculaires, telles que vues dans la section 2.1 du présent chapitre (Rivilis *et al.*, 2011; Rivilis *et al.*, 2012). Aussi, le faible sentiment d'auto-efficacité des enfants ayant le TDC est un facteur qui influence négativement les résultats de VO₂max (Cairney *et al.*, 2010). De plus, le niveau de coordination intersegmentaire inférieur des enfants ayant le TDC est un autre facteur non négligeable à considérer lors de l'interprétation des résultats de VO₂max (Cairney *et al.*, 2010).

Le sentiment d'auto-efficacité expliquerait 34% de la différence des résultats de VO₂ entre les enfants ayant le TDC et leurs pairs lorsqu'ils sont évalués avec le test Navette (Cairney *et al.*, 2006a). Dans une autre étude avec le test Navette, le sentiment d'auto-efficacité perçue expliquait 17,5% de la différence de puissance aérobie maximale d'un groupe d'enfants ayant le TDC comparativement au groupe d'enfants au développement neurotypique (Silman *et al.*, 2011). D'autres études rapportent que les enfants atteints du TDC ont aussi tendance à se retirer rapidement lors de l'exécution du test Navette, peut-être parce qu'ils estiment la tâche trop difficile (Chia *et al.*, 2010; Farhat *et al.*, 2015b; Rivilis *et al.*, 2012). Il est également mentionné que lorsque le test est effectué en groupe, comme dans le cas du test Navette, un enfant ayant le TDC aurait tendance à abandonner le test étant donné sa mauvaise perception de ses compétences (auto-efficacité) comparativement à ses pairs (Cairney *et al.*, 2006). Par conséquent, les tests effectués en groupe, particulièrement si les enfants ayant le TDC sont inclus avec les enfants au développement typique, seraient à éviter parce que les enfants ayant le TDC se compareraient et se dévaloriseraient face à leurs pairs,

diminuant ainsi leur motivation et limitant l'atteinte de performance maximale (Cairney *et al.*, 2010; Cairney *et al.*, 2006; Rivilis *et al.*, 2012).

Silman *et ses collègues* (2011) soulèvent comme piste de réflexion dans leur discussion que la différence au niveau des habiletés motrices entre les groupes TDC et témoin pourrait être un facteur tout aussi important que le sentiment d'auto-efficacité (Silman *et al.*, 2011). D'ailleurs, une étude utilisant le test Navette a révélé que les enfants ayant des compétences motrices inférieures¹ ont effectué 27% moins de paliers que leurs pairs pendant le test (Hands, 2008). La coordination nécessaire pour effectuer des changements de direction rapides ainsi que le patron course pourrait expliquer les faibles performances des enfants (Cairney *et al.*, 2010; Hands, 2008; Silman *et al.*, 2011).

En résumé, le test Navette ne serait donc pas adapté aux enfants ayant le TDC, en raison de la comparaison et le faible sentiment d'auto-efficacité qu'ils ressentent face à leurs pairs, de même qu'en raison de leur faible motivation et de leurs déficits moteurs.

2.4.3 Le test de course/marche de six minutes

Dans ce test sous-maximal, l'enfant doit parcourir la plus grande distance possible en six minutes à la course (Schott *et al.*, 2007). Si le test est fait à la marche, il est mentionné à l'enfant de parcourir la plus grande distance possible en six minutes, mais sans courir (de Groot et Takken, 2011; Farhat *et al.*, 2015a; Farhat *et al.*, 2015b). Il est recommandé d'utiliser une distance de 15 à 20 mètres entre les points de retournement,

¹ Les auteurs utilisent la terminologie « compétences motrices inférieures », mais expliquent que dans d'autres études, on utilise « Trouble Développementale de la Coordination » comme définition.

contrairement aux 30 mètres recommandés pour les adultes (de Groot et Takken, 2011). Le test de course/marche peut être effectué avec un enfant seul dans un couloir, ou en groupe dans un gymnase. Dans ce test, des encouragements standardisés sont donnés. Le matériel nécessaire pour ce test est composé de ruban adhésif, un chronomètre, des cônes et de la liste des encouragements standardisés. Une montre et un cardiofréquencemètre permettent de recueillir les fréquences cardiaques et un ruban à mesurer permet de recueillir la distance totale parcourue pendant les 6 minutes (de Groot & Takken, 2011).

Les résultats du test de marche de six minutes chez l'enfant atteint du TDC indiquent que ces derniers ont une performance cardiovasculaire inférieure à leurs pairs et qu'ils parcourent une distance significativement inférieure (Farhat *et al.*, 2015b). Dans cette étude de Farhat *et coll.* (2015), trois groupes d'enfants ont effectué le test de marche de six minutes avant de débiter un programme d'activité physique (14 TDC avec entraînement, 13 TDC sans entraînement, 14 neurotypiques avec entraînement). Pour les deux groupes d'enfants ayant le TDC, les distances parcourues au test de marche de six minutes, effectué avant le programme d'activité physique, sont significativement inférieures à la distance parcourue par les enfants au développement typique (développement neurologique typique: 663.40 ± 43.50 m, TDC participant au programme d'activité physique: 573.10 ± 65.80 m et TDC ne participant pas au programme d'activité physique: 575.20 ± 60.30 m) (Farhat *et al.*, 2015b).

Farhat *et coll.* (2014) ont observé que les enfants ayant un TDC marchaient à un rythme irrégulier lors de l'exécution du test de marche de 6 minutes (Farhat *et al.*, 2014). Des chercheurs ont approfondi ces observations en analysant les patrons de course/marche des enfants ayant le TDC lors d'un test d'analyse biomécanique avec des marqueurs rétro-réfléchissants et une plateforme de force (Chia *et al.*, 2013). Ils ont observé que les enfants ayant le TDC avaient une longueur de foulée plus courte et une cadence plus élevée que leurs pairs (Chia *et al.*, 2013). À la lumière de leurs résultats, ces

auteurs suggèrent que le TDC provoque une variabilité interindividuelle au niveau de la cadence de pas (Chia *et al.*, 2013). De même, d'autres auteurs suggèrent que les enfants ayant le TDC ont une stratégie motrice moins efficace et/ou un contrôle postural inférieur ce qui limiterait l'efficacité du patron de course à pied (Deconinck *et al.*, 2006). Ces résultats contribueraient à nuire à l'économie de course et par conséquent, aux résultats des tests de course de six minutes (Chia *et al.*, 2013; Schott *et al.*, 2007). Ainsi, en plus des faibles capacités cardiovasculaires, les chercheurs suggèrent dans l'interprétation de leurs résultats que la faible efficacité motrice des enfants ayant le TDC pourrait expliquer une partie des résultats cardiovasculaires (Chia *et al.*, 2013), ce qui va dans le même sens que les résultats de l'étude de Farhat *et coll.* (2014) dans le cas du test de marche de six minutes vu précédemment.

2.4.4 Le Muscle Power Sprint Test (MPST)

Le test de mesure de la puissance musculaire en sprint permet d'évaluer les performances anaérobies des enfants et des adolescents qui sont capables, dans leur vie de tous les jours, de marcher ou de courir (Verschuren et Takken, 2014). Le test est aussi adapté aux enfants en fauteuil roulant (Verschuren et Takken, 2014). Un échauffement à vitesse plus lente est effectué afin de familiariser et d'échauffer le participant pour le test. L'échauffement est suivi d'une période de repos de trois minutes. Le test de puissance musculaire exige que l'enfant ou l'adolescent entreprenne plusieurs sprints de quinze mètres avec une récupération de dix secondes entre chaque sprint à vitesse maximale (Verschuren et Takken, 2014). Deux lignes collées au sol marquent la distance de quinze mètres. Des cônes peuvent aussi être placés à la fin de chacune des lignes afin de bien délimiter le parcours.

Dans l'étude d'Aertssen *et coll.* (2016), l'aspect motivationnel n'a pas été mesuré précisément lors de la performance du MPST. Par contre, les chercheurs ont observé

que certains des enfants atteints du TDC semblaient avoir manqué de motivation pour donner leur meilleure performance (Aertssen *et al.*, 2016; Smits-Engelsman *et al.*, 2018). Cela appuie les études ayant utilisé les autres protocoles utilisant la course/marche (voir section 2.4.3).

2.4.5 Les autres tests

Dans ces tests, plutôt que de courir pendant un temps prédéterminé, l'enfant doit compléter une course d'une distance prédéterminée le plus rapidement possible. Il existe divers protocoles standardisés: le test de course d'un demi-mile, d'un mile (Nascimento *et al.*, 2013), la course de 600 verges (Kanioglou, 2006) et la course 800 mètres (Li *et al.*, 2011). La fréquence cardiaque est contrôlée avec un cardiofréquencemètre et une montre pendant ces tests. Un chronomètre est utilisé pour mesurer le temps requis pour effectuer ces tests. L'espace utilisé pour courir est délimité avec du ruban adhésif ou à l'aide des lignes d'un gymnase et de cônes. Ces tests peuvent être effectués pour un enfant seul ou en groupe dans un gymnase (Nascimento *et al.*, 2013).

À notre connaissance, une seule étude a utilisé ce type de protocole avec les enfants ayant le TDC. Les résultats obtenus via le test de course de 800 m démontrent une performance significativement inférieure chez les enfants atteints du TDC comparativement à leurs pairs (Wu *et al.*, 2010) (voir tableau 1). Les auteurs de cette étude suggèrent que les résultats de ce test sous-estimeraient les valeurs réelles des capacités cardiovasculaires chez l'enfant atteint de TDC (Wu *et al.*, 2011). Selon eux, puisque la vitesse de course des enfants ayant le TDC est souvent plus lente que celle de leurs pairs, l'effort pour une distance de course telle que celle de 800 mètres (environ 4 à 6 minutes) serait trop court pour mesurer la puissance aérobie des enfants de 10 ans et plus (Wu *et al.*, 2011). À notre connaissance, aucune étude n'a réalisé un tel

protocole chez les enfants de moins de 10 ans ayant le TDC. Wu et ses collègues (2011) ont souligné que pour cette population, un test tel que le test Navette serait plus pertinent. Cependant, tel que présenté dans la section 2.4.2, le test Navette comporte lui aussi plusieurs limites.

Hands (2008) a réalisé une évaluation des capacités cardiovasculaires avec un protocole de course à vitesse maximale sur 50 mètres avec des enfants de 5 à 7 ans ayant de faibles habiletés motrices (Hands, 2008). Même si ces enfants n'avaient pas le diagnostic du TDC, leur niveau de compétences motrices était significativement inférieur aux enfants du même âge ayant un développement neurologique typique. Hands (2008) suggère que les résultats aux différents tests demandés (issus de la batterie (Stay in Step (SIS) (Larkin et Revie, 1994)), dont le test de course de 50 mètres, ont été plus fortement affectés par la mauvaise coordination et le contrôle moteur erratique des enfants que par leur mauvaise forme physique. En raison de la fatigue engendrée par l'exécution des tests comportant une distance à parcourir de plus de 50 mètres, le patron de course se détériore davantage et l'effort devient encore plus important pour l'enfant ayant des difficultés motrices (Cairney *et al.*, 2010). Cela appuie une fois de plus, l'importance de considérer l'impact de la motricité dans les résultats et l'interprétation des tests cardiovasculaires.

2.4.6 Le test 10X20

Le test 10x20 a été validé et utilisé chez les jeunes enfants au développement neurotypiques âgés de 3 à 6 ans (Latorre Roman *et al.*, 2015). Ce test a été développé pour maintenir la motivation des enfants pendant l'évaluation cardiovasculaire. Dans le test 10x20, l'enfant doit effectuer 5 allers-retours sur une distance de 20 mètres le plus rapidement possible. L'enfant débute le test à côté d'une boîte vide. Lorsque le chronomètre est démarré, il doit aller le plus rapidement possible chercher les 5 ballons,

un à la fois, dans l'autre boîte se trouvant 20 mètres plus loin. L'enfant doit les rapporter dans la boîte du point de départ. Il doit prendre le ballon à deux mains et garder le ballon dans ses deux mains en tout temps, jusqu'au moment où il le dépose dans la boîte du point de départ. Lorsque les cinq ballons sont dans la boîte du point de départ, le chronomètre est arrêté par l'évaluateur. Il s'agit donc d'un test maximal non contrôlé, c'est-à-dire un test où on demande un effort maximal au participant sans pour autant imposer une cadence ou une vitesse pendant son exécution comme dans le cas d'un test maximal. Les auteurs ont décrit dans leur étude que le test était sécuritaire, facile à exécuter et à comprendre même pour les enfants de 3 ans qui l'ont effectué (Latorre Roman *et al.*, 2015). Les résultats sont corrélés de manière significative avec l'âge des participants et il n'y a pas de différence significative en fonction de l'âge et du sexe (Latorre Roman *et al.*, 2015).

Les chercheurs soulignent que dans la majorité des tests d'évaluation cardiovasculaire destinés aux jeunes enfants ayant un développement neurotypique, les instructions sont parfois trop compliquées en fonction de leur âge (Fulton *et al.*, 2001; Latorre Roman *et al.*, 2015; Ortega *et al.*, 2014). Le test 10x20 a été créé par ces chercheurs afin de réduire la complexité des explications dans un cadre d'évaluation cardiovasculaire en plus de favoriser la motivation des enfants à le faire (Latorre Roman *et al.*, 2015). Ce test serait plus motivant parce qu'il comporte un but précis et concret pour l'enfant : parvenir le plus rapidement possible à apporter les 5 ballons dans la boîte du point de départ. Dans le cadre des autres tests cardiovasculaires vus précédemment, les buts, tels que parcourir une distance X en un temps Y, peuvent être trop abstraits pour des enfants et démotivant.

Bien qu'à notre connaissance, ce test n'a pas été utilisé avec les enfants atteints du TDC, ce test effectué chez les jeunes enfants (âge de trois à six ans) ayant un développement moteur encore immature pourrait être utilisé avec les enfants atteints du TDC pour favoriser la motivation de ces derniers. Par contre, plusieurs éléments

moteurs du test le rendent relativement complexe et pourraient limiter la performance cardiovasculaire de ces enfants. Tout d'abord, la prise du ballon limite l'implication des bras dans le patron de course, ce qui limite l'atteinte de valeurs cardiovasculaires maximales. De même, prendre le ballon requiert plusieurs tâches motrices qui doivent être coordonnées : l'action de 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. Le tout se fait à vitesse maximale. Ainsi, les troubles de coordination peuvent être un facteur limitant pour l'atteinte d'une vitesse de course maximale ou l'optimisation de la prise du ballon pendant le test. La double tâche motrice effectuée simultanément (c'est-à-dire courir et maintenir un ballon) pourrait être un autre facteur qui limite aussi la performance puisque le niveau de coordination motrice requise augmente. De plus, le risque d'échapper le ballon pendant le test est grand en raison de la maladresse attribuable au TDC (Blank *et al.*, 2019). Comme le protocole stipule que l'enfant doit aller chercher le ballon lorsqu'il l'échappe, la distance finale parcourue ainsi que la vitesse moyenne de déplacement peuvent être biaisées. Ainsi, l'adaptation de ce test, en limitant la complexité des tâches motrices lors de la préhension de l'objet et en modifiant le type d'objet maintenu dans les mains pendant la course pour en faciliter le maintien, pourrait permettre une évaluation plus juste des capacités cardiovasculaires chez l'enfant atteint de TDC.

En somme, les divers protocoles d'évaluation cardiovasculaire révèlent que les enfants ayant le TDC ont généralement des capacités cardiovasculaires inférieures aux enfants ayant un développement typique. Par contre, de nombreux chercheurs rapportent que certains facteurs sont importants à considérer dans le choix du protocole à utiliser avec les enfants ayant le TDC. En effet, les tests effectués en groupe, particulièrement si les enfants ayant le TDC sont inclus avec les enfants typiques, sont à proscrire puisqu'ils augmentent la ségrégation en fonction des habiletés motrices ainsi qu'une faible perception de l'auto-efficacité (Cairney *et al.*, 2005b; Zwicker *et al.*, 2012a). Dans de

grands groupes (plus de cinq enfants), les enfants ayant le TDC, même s'ils n'étaient pas avec des enfants au développement neurologique typique, voyaient leur niveau d'anxiété plus élevé et leur niveau de plaisir moins élevé dans les activités proposées comparativement au groupe d'enfants plus petit (quatre à cinq enfants) (Zwicker *et al.*, 2012a). De plus, dans les tâches individuelles, les exigences motrices, la motivation et la perception de l'auto-efficacité sont importantes à considérer dans le choix du protocole et dans l'interprétation des résultats relatifs à la performance cardiovasculaire (Zwicker *et al.*, 2012a). Les encouragements standardisés pendant les tests sont fortement recommandés (Cairney, et al., 2005). Il faudrait donc, pour être plus adapté au TDC, que les tests d'évaluation soient effectués individuellement, adaptés à leurs habiletés motrices et plus motivants. Une adaptation du test 10X20 pourrait donc être une alternative favorable pour les enfants atteints du TDC (voir la section méthodologie pour plus de détails).

CHAPITRE III

ENTRAÎNEMENT DES CAPACITÉS CARDIOVASCULAIRES CHEZ L'ENFANT

3.1 Méthodes d'entraînement cardiovasculaire chez l'enfant ayant le TDC

L'entraînement cardiovasculaire est très important à considérer puisqu'il améliore la condition physique. Des chercheurs rapportent par exemple que le déconditionnement physique amène une fatigue précoce ainsi qu'une diminution de l'attention et de la concentration chez les enfants ayant le TDC, particulièrement en fin de journée (Hands et Larkin, 2006) (voir figure 3). Cela peut aussi causer une diminution de la force et de l'endurance musculaire rendant ainsi les activités physiques, de loisirs et de la vie quotidienne plus difficiles pour ces enfants (Rivilis *et al.*, 2011). Le déconditionnement physique augmenterait donc les déficits moteurs et la diminution de la motivation à bouger et par conséquent, diminuerait l'efficacité motrice des enfants ayant le TDC. Ensemble, ces paramètres rendent les activités physiques, de loisirs et de la vie quotidienne plus difficiles pour ces enfants comparativement à leurs pairs (Hands et Larkin, 2006; Rivilis *et al.*, 2011; Katartzi et Vlachopoulos, 2011). Cela contribue à augmenter la sédentarité et la spirale de déconditionnement physique tel que vu précédemment (Hands et Larkin, 2006; Rivilis *et al.*, 2011) (voir figure 3). La prochaine section explorera les études portant sur l'activité physique adaptée au TDC.

Dans la littérature spécifique au TDC, la durée moyenne des programmes d'entraînement testés était relativement courte, soit en moyenne de neuf semaines. Dans la revue de littérature de Blank *et coll.* (2019), la durée des programmes variait de quatre à dix-huit semaines d'entraînement. Les études qui rapportaient les plus longs programmes d'entraînement (de dix à seize semaines) et qui se produisaient à une plus grande fréquence (de deux à trois séances par semaine) étaient des programmes d'entraînement de groupe ciblant les habiletés motrices et la forme physique générale (Blank *et al.*, 2019). Par contre, peu d'études ont contrôlé l'intensité pendant l'entraînement cardiovasculaire. Le faible nombre d'études ayant contrôlé l'intensité ainsi que la complexité du TDC lui-même fait en sorte qu'il semble difficile d'avoir un consensus sur le type d'entraînement cardiovasculaire à privilégier actuellement (Blank *et al.*, 2019; Camden *et al.*, 2015; Zwicker *et al.*, 2012a). Il est donc important d'approfondir les connaissances sur les méthodes d'entraînement cardiovasculaire à prioriser avec cette population. Une attention particulière sera apportée afin de préciser les différentes modalités d'entraînement qui ont permis d'améliorer significativement leurs capacités cardiovasculaires. Il est aussi important d'évaluer quels types d'entraînement favorisent le développement et le soutien d'une motivation intrinsèque pour la pratique d'activités physiques. La prochaine section traitera de ces sujets.

3.1.1 Entraînement aérobie contrôlé

L'entraînement aérobie a été étudié à travers divers protocoles chez l'enfant atteint du TDC. Par contre, peu d'études ont contrôlé les paramètres cardiovasculaires pendant l'entraînement (niveau d'intensité et durée du maintien de cette intensité, type de repos (actif ou passif) et durée, etc.) (Braaksma *et al.*, 2018; Tsai *et al.*, 2014). En effet, une seule étude à notre connaissance menée par Tsai ses collègues (2014), ont contrôlé et publié l'intensité déployée pendant l'entraînement cardiovasculaire de 20 enfants au développement typique et de 40 enfants atteints de TDC. Les enfants étaient répartis

également dans trois groupes (TDC-entraîné, TDC-non entraîné et témoins-non entraîné). Le groupe TDC-entraîné devait participer à une séance de 50 minutes, 3 fois par semaine pour un total de 16 semaines à un programme d'entraînement cardiovasculaire qui combinait diverses méthodes. Le programme d'entraînement en endurance cardiovasculaire effectué consistait en un entraînement par intervalles (épisodes répétés de travail-récupération sur une courte distance: 5×100 m, 3×200 m, 2×600 m (temps et mode de récupération pas mentionnés)), une séance de course longue distance en continu (distance non précisée dans l'article) et une autre activité aérobie (ex. vélo, activité aérobie sur « step » (escaliers), saut à la corde, etc.). La distance, la vitesse et le nombre de répétitions ont été progressivement augmentés tout au long de la période d'entraînement en fonction des capacités de chaque enfant. L'intensité de l'entraînement était fixée à 80-90% de la fréquence cardiaque maximale mesurée à l'aide du test Navette avant le début du programme d'entraînement. C'est ce test, le test Navette, qui a été réutilisé avant et après le programme d'entraînement pour mesurer les performances cardiovasculaires des participants. Dans ce protocole d'évaluation, c'est le nombre de trajets parcouru (sur une distance de 20 mètres) qui a été mesuré pour évaluer la performance des participants et non le nombre de paliers atteint, qui est généralement utilisé. Avant l'intervention, les enfants ayant le TDC avaient une performance significativement inférieure à celle du groupe témoin. Aucune différence n'a été observée à ce moment entre les deux groupes TDC (entraîné et non entraîné). Après l'intervention, le groupe TDC-entraîné a augmenté de manière significative ses résultats au test Navette (pré: 17.35 ± 8.73 ; post: 42.50 ± 11.95) tandis que les résultats du groupe TDC-non entraîné sont restés les mêmes. Les résultats du groupe TDC-non entraîné n'étaient pas significativement différents lors de leur réévaluation (pré: 18.30 ± 10.41 post: 21.35 ± 6.61). Cependant, l'effet bénéfique de l'entraînement dans le groupe TDC-entraîné n'a pas atteint le niveau de performance cardiovasculaire du groupe témoin au développement typique. Dans cette étude, le nombre d'enfants ayant participé au programme en totalité était très élevé ($99,47 \pm 0,69\%$). Par contre, il n'est pas mentionné si les chercheurs ont mesuré d'éléments qui

aurait permis de voir si le programme avait aidé les enfants à adopter un mode de vie actif suite aux 16 semaines du programme (Tsai *et al.*, 2014). Il se pourrait aussi que la forte adhésion soit expliquée en partie par la méthode HIIT puisque ce type d'entraînement est plus motivant et favorise l'amélioration de l'estime de soi (Baquet *et al.*, 2002; Li *et al.*, 2011).

Une autre étude menée par Braaksma *et coll.* (2018) est actuellement en cours. À ce jour, seul le protocole a été publié dans le journal BMJ Open. Les résultats ne sont pas encore disponibles (juillet 2020). Ils vont utiliser un programme de conditionnement physique complet pendant 10 semaines en utilisant un protocole intervalles de haute intensité (HIIT) de course avec les enfants ayant le TDC (Braaksma *et al.*, 2018). Dans cette étude, l'intensité est fixée à 80% de la fréquence cardiaque maximale prédite mesurée pendant le test de course navette de 20 mètres. La durée des intervalles pendant l'intervention est la même pour tous les participants, mais sera ajustée si nécessaire pour chaque enfant.

3.1.2 Entraînement des habiletés motrices

Malgré que les paramètres cardiovasculaires ne soient pas contrôlés, plusieurs auteurs rapportent tout de même une amélioration des capacités cardiovasculaires chez l'enfant ayant le TDC suite à leur participation à des séances d'exercices moteurs ou sportifs (Cavalcante Neto *et al.*, 2017; Farhat *et al.*, 2016; Farhat *et al.*, 2015b; Li *et al.*, 2011; Rivilis *et al.*, 2011; Smits-Engelsman *et al.*, 2018; Tsai *et al.*, 2012; Wu *et al.*, 2010). L'évaluation des effets de l'entraînement aérobic chez les enfants ayant le TDC est fréquemment effectuée avec des protocoles d'entraînement des habiletés motrices (Cacola *et al.*, 2016; Farhat *et al.*, 2015b; Ferguson *et al.*, 2013; Hands, 2008; Kane et Staples, 2016; Yu *et al.*, 2018). Les activités proposées incluent des exercices de motricité globale (ex. sauter, lancer, donner des coups de pied sur un ballon, etc.).

Ainsi, bien que ces entraînements soient effectués sans contrôler les paramètres de durée ou d'intensités cardiovasculaires, les activités motrices utilisées dans ce type d'entraînement s'effectuent souvent de façon continue et sollicitent les grands groupes musculaires, ce qui en retour, pourrait avoir des effets favorables sur les capacités cardiovasculaires. Les protocoles d'évaluation qui sont utilisés pour évaluer les bénéfices cardiovasculaires suite à la participation à un programme d'entraînement des habiletés motrices varient d'une étude à l'autre. Ils sont souvent issus des batteries de tests standardisées telles que le MABC-2 ou le BOT-2 ou encore des protocoles d'évaluation présentés dans la section 2.4. du présent mémoire.

Dans leur revue systématique qui inclut une méta-analyse, Yu *et coll.* (2018) concluent que l'entraînement des habiletés motrices améliore les capacités cardiovasculaires des enfants ayant le TDC (aérobie, anaérobie). Par contre, les chercheurs n'expliquent pas plus en détail de quelle façon ce type d'entraînement améliore les capacités cardiovasculaires dans les études analysées. Toutefois, ils soulignent que les programmes d'entraînement ayant une fréquence plus élevée (quatre à cinq séances par semaine) pendant une durée minimale de neuf semaines étaient les plus efficaces pour les enfants ayant le TDC (Yu *et al.*, 2018). Cependant, il n'y a pas de recommandations de durée particulière à adopter dans le cadre d'entraînement des habiletés motrices spécifiques pour les enfants ayant le TDC. Il n'y a pas non plus de directives concernant les activités motrices à privilégier concernant l'amélioration des capacités cardiovasculaires pour ces enfants.

3.1.3 Entraînement avec jeux vidéos

Avec l'omniprésence des nouvelles technologies dans la vie quotidienne des jeunes, les entraînements utilisant les jeux vidéo sont de plus en plus populaires. Tout comme l'entraînement des habiletés motrices, les jeux vidéo qui impliquent le corps pourraient

avoir des effets bénéfiques sur les capacités cardiovasculaires et motrices des enfants ayant le TDC selon l'intensité et la dépense énergétique engendrées pendant la pratique des jeux. Smits-Engelsman *et coll.* (2017) ont vérifié cette hypothèse. Ils ont conçu un programme d'entraînement utilisant des jeux vidéo actifs chez les enfants ayant le TDC (Smits-Engelsman *et al.*, 2017). Trente-six enfants (dix-huit TDC et dix-huit témoins ayant un développement typique) ont participé au programme de cinq semaines (vingt min / séance, deux fois par semaine) qui consistait à réaliser des activités sur la Nintendo Wii fit. Chaque enfant avait son propre écran et avait la possibilité de choisir le jeu qu'il désirait. Tous les jeux proposés ont été sélectionnés par les chercheurs en fonction de leurs objectifs (force, capacités cardiovasculaires anaérobies, équilibre et agilité). Avant et après l'intervention, les capacités cardiovasculaires anaérobies (test de sprint de 10 x 5 mètres et le test de sprint de slalom 10 x 5 mètres), l'équilibre et la vitesse de course, faisant partie du sous-test d'agilité de la batterie d'évaluation Bruininks-Oseretsky, ont été utilisés pour évaluer la condition physique des participants. Suite à l'intervention, la performance anaérobie s'était significativement améliorée dans les deux groupes. Dans les deux tests de sprint, l'amélioration était plus prononcée lorsque les enfants effectuaient le test de sprint de slalom. Suite à l'intervention, tous les enfants couraient le slalom 30% plus vite qu'à l'évaluation initiale. Les enfants ayant le TDC ont également amélioré de façon significative leur équilibre, contrairement au groupe témoin pour lequel aucun changement n'a été constaté. Dans une étude de Ferguson *et coll.* (2013), des activités de jeux vidéo similaires ont été proposées à des enfants ayant le TDC (n= 46, âge: 6-10 ans) sur la Wii fit (n=19) 2x/semaine pendant 45-60 minutes. Un groupe TDC témoin (n=27) participait à un programme d'activité physique qui incluait des tâches motrices (ex. soccer, jeux de balles/ballons, vélo, etc.). Les capacités aérobiques cardiovasculaires au test Navette du groupe ayant fait des jeux vidéo ne se sont pas améliorées de manière significative (pré: $1,63 \pm 0,86$; post: $1,61 \pm 0,92$ p= 0.88) comparativement au groupe d'enfants ayant le TDC qui effectuait un programme d'activité physique (pré: $1,28 \pm 0,40$; post: $1,74 \pm 1,05$ p = 0.02) (Ferguson *et al.*, 2013). Cependant, les capacités

anaérobies s'étaient améliorées de manière significative, lorsque mesurées avec le test MPST, dans les deux groupes ($p=0,01$) (Ferguson *et al.*, 2013).

En somme, plusieurs types de programmes d'activités physiques semblent efficaces chez les enfants ayant le TDC pour améliorer les capacités cardiovasculaires même si les paramètres cardiovasculaires ne sont pas contrôlés étroitement pendant l'entraînement. Les programmes d'activités physiques, qu'ils soient spécifiquement axés sur l'amélioration des capacités cardiovasculaires, qu'ils mettent en pratique les habiletés motrices ou encore, qu'ils utilisent les nouvelles technologies, sont des avenues qui permettraient potentiellement d'observer des changements positifs sur la performance cardiovasculaire des enfants ayant le TDC. Par contre, aucun programme d'activité physique n'a considéré les facteurs psychologiques élaborés dans les sections antérieures, tels que la motivation, l'auto-efficacité ou encore l'estime de soi.

3.1.4 Entraînement autodéterminé

De nombreux auteurs suggèrent que la théorie de l'autodétermination devrait être implantée pour adapter l'activité physique particulièrement chez les enfants ayant un TDC (Cairney *et al.*, 2005b; Katartzi et Vlachopoulos, 2011; Owen *et al.*, 2014). La théorie de l'autodétermination propose de soutenir 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.*, 2012a).

1) Le besoin d'appartenance renvoie au désir d'être reconnu et accepté par les autres ainsi qu'avec le milieu dans lequel la personne évolue dans le but de se sentir dans une relation authentique avec eux (exemple : un centre d'entraînement) (Katartzi et Vlachopoulos, 2011; Silman *et al.*, 2011). L'influence positive du lien entre la famille, les animateurs, les amis et la communauté de l'enfant peut contribuer à favoriser la

participation de l'enfant à des activités physiques et de loisirs, de même que d'augmenter son estime de soi et son sentiment d'auto-efficacité (Katartzi et Vlachopoulos, 2011; Zwicker *et al.*, 2012a).

Chez l'enfant avec un développement typique, la théorie de l'autodétermination recommande de favoriser les jeux collaboratifs entre les pairs afin de combler le besoin d'appartenance ce qui, en retour, augmenterait le plaisir et l'engagement dans les activités en plus de réduire le niveau d'anxiété (Martin *et al.*, 2006).

2) Le besoin de compétence, quant à lui, fait référence au besoin individuel d'interagir efficacement avec son milieu ainsi que d'avoir des opportunités d'exprimer ses capacités (Katartzi et Vlachopoulos, 2011). Comme discuté précédemment, des auteurs ont suggéré que la compétence motrice perçue est un facteur important affectant la participation aux activités et le niveau de plaisir ressenti dans celles-ci (Cairney *et al.*, 2005b).

Puisque l'enfant atteint d'un TDC a une faible estime de soi et une faible perception de ses propres compétences (Blank *et al.*, 2019; Cairney *et al.*, 2005b; Zwicker *et al.*, 2012a), s'assurer que les activités proposées aient un niveau de difficulté juste assez élevé permettrait de maintenir sa motivation sans créer d'anxiété (Cairney *et al.*, 2007). Dans cette perspective, proposer diverses versions d'une même activité motrice permettrait à l'enfant de choisir une activité adaptée à son niveau d'habiletés et lui permettrait de vivre des succès et de se sentir compétent. Dans ce sens, les jeux libres et semi-structurés seraient à favoriser par rapport aux jeux structurés (100% déterminés par l'adulte) afin d'éviter la ségrégation en fonction du niveau d'habileté des enfants (Faught *et al.*, 2013).

Enfin, 3) le besoin d'autonomie, renvoie au sentiment de l'enfant de se sentir à l'origine de son comportement (choix, pouvoir, connaissance, liberté) plutôt que contrôlé par

des forces extérieures (Martin *et al.*, 2006; Zwicker *et al.*, 2012a). Par exemple, plutôt que de leur imposer une activité, les personnes responsables d'animer des séances d'activité physique pourraient présenter divers ateliers qui ont le même objectif et les enfants seraient libres de choisir les ateliers auxquels ils participeront. Ils ne doivent pas se sentir obligés d'exercer des comportements spécifiques.

Dans les jeux autodéterminés, les enfants auraient alors la possibilité de choisir les jeux et le matériel adaptés à leur niveau de compétences motrices et de créer des liens avec les autres personnes. En développant et en soutenant les trois besoins fondamentaux psychologiques chez les enfants atteints de TDC par des interventions adaptées, la théorie de l'autodétermination permet de progresser de l'amotivation (*je ne vois pas l'intérêt de faire du sport*) vers les divers niveaux de la motivation extrinsèque ou contrôlée (*je le fais pour ne pas me faire chicaner ou pour faire plaisir à ma mère*) vers le développement et le maintien de la motivation intrinsèque ou autodéterminée (*je le fais parce que j'aime cela*) (Katartzi et Vlachopoulos, 2011; Owen *et al.*, 2014). Cette typologie motivationnelle et la théorie de l'autodétermination sont soutenues empiriquement et de façon robuste avec divers types de population, dont les enfants et ce, dans plusieurs domaines d'activités dont l'activité physique (Cairney *et al.*, 2005b; Katartzi et Vlachopoulos, 2011). La motivation intrinsèque à participer aux activités physiques est nécessaire à l'adoption de saines habitudes de vie (Katartzi et Vlachopoulos, 2011; Miller *et al.*, 2014). Miller et coll. (2011), évoquent par contre que la motivation dans les programmes d'activité physique est moins documentée et qu'il serait intéressant de l'explorer plus en profondeur. La motivation intrinsèque autodéterminée est donc un facteur critique pour la persévérance et l'engagement dans les activités chez l'enfant atteint d'un TDC (Katartzi et Vlachopoulos, 2011). À notre connaissance, aucun programme basé sur la théorie de l'autodétermination n'a été testé chez les enfants ayant le TDC, même si cette approche semble être favorable pour eux (Katartzi et Vlachopoulos, 2011). L'autodétermination pourrait pourtant être une

méthode efficace pour augmenter la participation aux activités physiques et en retour, favoriser les adaptations cardiovasculaires chez l'enfant ayant un TDC.

En résumé, cette revue de littérature a identifié dans un premier temps que les enfants atteints du TDC sont sédentaires et qu'ils ont conséquemment de faibles capacités cardiovasculaires. La conception d'un programme d'activité physique adaptée au TDC est alors tout indiquée. Deuxièmement, la recension des écrits a permis d'indiquer que la méthode d'entraînement par intervalles à de hautes intensités (HIIT), de même que l'implantation d'activités physiques basées sur la théorie de l'autodétermination seraient des méthodes plus efficaces afin de motiver les enfants ayant le TDC à adopter des comportements plus actifs et donc, potentiellement à améliorer leurs capacités cardiovasculaires. Troisièmement, à la lumière des études adressant l'évaluation des capacités cardiovasculaires, l'adaptation du test 10X20 effectué seul serait le test le plus approprié. Malgré le taux de sédentarité élevé et les faibles capacités cardiovasculaires reconnues chez cette population, à notre connaissance, les besoins fondamentaux de compétences, d'appartenance et d'autonomie n'ont pas été mis concrètement au cœur de la planification d'un programme d'activité physique destiné aux enfants ayant le TDC. De plus, seulement deux études ont fait spécifiquement un protocole d'entraînement cardiovasculaire et aucune étude n'a publié des données sur l'impact de l'entraînement HIIT chez l'enfant atteint du TDC.

3.2 Objectif

L'objectif de cette recherche est de quantifier les adaptations motivationnelles et cardiovasculaires des enfants ayant le TDC avec le test 10X20 adapté au TDC avant et après avoir participé à un programme d'activités motrices et cardiovasculaires basé sur l'autodétermination : MOTIFORM™.

L'hypothèse spécifique de cette recherche est la suivante :

Basé sur le concept d'autodétermination et les activités incluant des intensités variables avec de hautes intensités (HIIT), le programme MOTIFORM™ devrait favoriser l'amélioration des capacités cardiovasculaires et le niveau de motivation à participer aux activités physiques.

CHAPITRE IV

MÉTHODOLOGIE

4.1 Participants, critères d'inclusion et d'exclusion

Deux groupes d'enfants (n=24) ont été recrutés. La moitié du groupe sélectionnée aléatoirement, a participé au programme MOTIFORM™ (*Groupe intervention*) alors que l'autre groupe a servi de témoin (*Groupe témoin*). Pour être recruté, un enfant devait être âgé entre 5 et 11 ans et avoir reçu un diagnostic de TDC.

Les participants ont été recrutés parmi les enfants suivis à la Clinique TDC du Centre de Recherche du Centre Hospitalier Universitaire Ste-Justine (CHUSJ) et via le groupe TDC recherche. L'infirmière de la clinique TDC du CHUSJ a téléphoné à des familles de participants potentiels répondant aux critères d'inclusion pour sonder leur intérêt face au projet. Les critères d'inclusion étaient les suivants : avoir reçu un diagnostic officiel de TDC selon les critères diagnostiques du DSM-V et être âgé de quatre à onze ans au moment de l'évaluation initiale. Les critères d'exclusion étaient : un diagnostic de Troubles du Spectre de l'Autisme ou un diagnostic de Déficiences Intellectuelles. Les enfants ayant reçu des diagnostics de TDA/H et/ou de Troubles du Langage étaient éligibles au programme. Par contre, nous n'avons pas recruté d'enfants ayant des cas sévères (résultats aux évaluations motrices sous le 5^e percentile).

Par la suite, la coordonnatrice du projet MOTIFORM™ a contacté par téléphone et par courriel les parents des participants potentiels qui ont accepté d'être contactés afin que leur enfant puisse participer au programme MOTIFORM™.

4.2 Protocole expérimental

Il s'agit d'un devis de recherche de type pré-post tests qui a permis de déterminer l'effet du programme MOTIFORM™ chez les enfants avec un TDC sur 1) leur motivation à participer à des activités physiques, 2) leurs capacités cardiovasculaires, 3) leurs capacités motrices (partie évaluée par l'équipe d'ergothérapie) et 4) leur participation sociale (partie évaluée par l'équipe d'ergothérapie). Le protocole de recherche a respecté les standards d'éthique de la recherche et a été approuvé par le Comité d'éthique de la recherche du CHUSJ. Ce projet de maîtrise s'insère donc dans un projet de recherche de plus grande envergure (plusieurs autres variables mesurées, d'autres chercheurs et diverses disciplines, etc.)². Par contre, seuls les aspects cardiovasculaire et motivationnel sont abordés dans le cadre de ce mémoire.

Le programme de 12 semaines était divisé en trois volets : 1) des séances d'activités physiques adaptées au TDC, 2) des ateliers-conférences destinés aux parents et 3) des activités occupationnelles conceptualisées en collaboration avec une ergothérapeute à faire à la maison pour les enfants. L'ensemble du programme visait à influencer positivement la motivation par le soutien des trois besoins fondamentaux (appartenance, compétence et autonomie) et ce, afin de favoriser une amélioration des

² Référence non disponible, avril 2021.

capacités motrices et cardiovasculaires. Le programme visait aussi à accroître la participation sociale chez les enfants ayant le TDC (cette section de la recherche (capacités motrices, participation sociale et autodétermination) est assumée par d'autres chercheurs et étudiants). Ultiment, MOTIFORM™ visait une participation, en équipe, à une course officielle de 5 km (*Course de la Banque Scotia*), ce qui lui confère un facteur motivationnel additionnel pour les enfants qui ont participé à MOTIFORM™.

Les séances ont été animées par trois assistants de recherche formés en kinésiologie et deux étudiantes de maîtrise professionnelle en ergothérapie qui ont été supervisées par la Pre Blanchet et Pre Simard. Les activités se sont déroulées dans une palestre du Collège Jean-de-Brébeuf à Montréal. La durée de chaque séance était de 90 minutes (figure 4.2). Les séances en groupe ont été bonifiées par un journal de bord MOTIFORM™ que les enfants devaient remplir à chaque séance. Les enfants ont aussi reçu, à la fin chaque séance de MOTIFORM™, l'activité occupationnelle (créées par une ergothérapeute) à faire à la maison (ex. attacher les boucles de soulier, participation à des tâches ménagères). Pendant l'ensemble des activités proposées dans le cadre du programme MOTIFORM™, qu'il s'agisse des activités dans les séances autant que dans celles proposées pour la maison, une attention particulière a été apportée à la prévention des blessures (coussins, adaptations des jeux, objets mous, etc.) puisque les enfants atteints de cette pathologie sont reconnus pour chuter fréquemment. Dans les activités supervisées en gymnase, les enfants ont été avisés qu'ils pouvaient prendre une pause à tout moment.

Une première version pilote du programme MOTIFORM™ a permis de déterminer sa faisabilité: sans publicité, 14 dyades parents-enfants ont participé assidûment au programme à raison d'une séance par semaine (protocole similaire à (Sit *et al.*, 2019)). Suite au programme, tant les enfants que les parents ont exprimé leur satisfaction quant aux activités proposées. La version 2 de MOTIFORM™, telle que proposée dans le

cadre de ce mémoire, a été bonifiée à la lumière de l'expérience acquise dans le projet pilote et par le travail des étudiantes en kinésiologie et en ergothérapie pour l'élaboration des séances d'activités physiques. La thématique du voyage a été utilisée afin de créer un contexte ludique pour les enfants participants (figure 4.1).

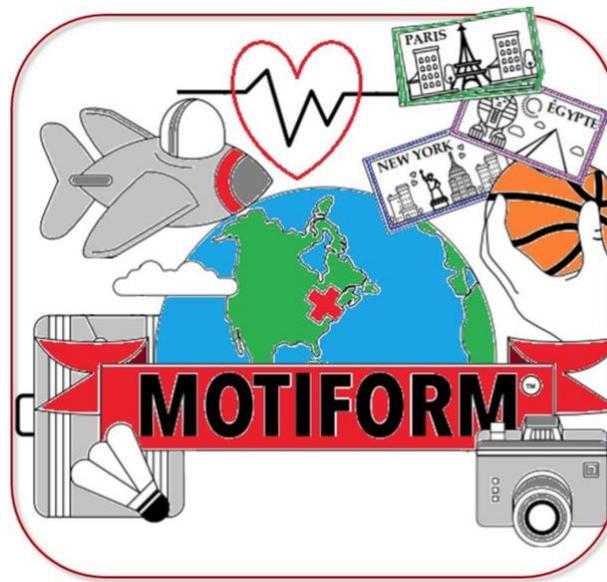


Figure 4.1 : Page couverture du passeport remis aux enfants participant à MOTIFORM™.

Les activités physiques adaptées réalisées dans MOTIFORM™ sollicitaient principalement l'équilibre statique et dynamique, la motricité globale, la motricité fine et la coordination (intersegmentaire, œil-pied, œil-main) dans une intensité faible à vigoureuse. La méthode d'entraînement cardiovasculaire qui a été utilisée dans la période d'activités motrices de 90 minutes est la méthode HIIT. L'entraînement cardiovasculaire a été réalisé via des intervalles à temps variables. Les temps de repos étaient actifs, c'est-à-dire que les enfants étaient en mouvement, mais à faible intensité pendant les périodes de repos. Les enfants n'ont toutefois pas été appareillés pendant

les activités afin de limiter l'effet intrusif et le sentiment de jugement (perception des compétences) qui peuvent affecter négativement la participation. Nous avons plutôt opté pour les critères physiques utilisés par Cairney *et coll.* (2010) (joues rouges, dyspnée, difficulté à dire une courte phrase d'un même souffle, etc. voir annexe A) qui indiquent l'atteinte d'une intensité cardiovasculaire modérée à élevée chez l'enfant. Pour que le plaisir soit au premier plan, le contexte ludique des activités a dicté la durée des intervalles qui étaient variables et aléatoires d'une séance à l'autre plutôt que structurés et rigides, telles que celles utilisées dans le développement de l'athlète. La planification des activités a permis de respecter une certaine structure d'intervalle pour optimiser les adaptations cardiovasculaires. Par exemple, « la sorcière qui baisse l'intensité du soleil (luminosité) vous fait bouger lentement. Alors lorsque le soleil est là, il faut bouger le plus vite possible pour apporter toutes les pièces d'or avant qu'elle nous les vole ». Ainsi, le kinésologue a pu contrôler la durée et l'intensité relative déployée par l'enfant pendant cette activité. Le kinésologue a pu, en temps réel, s'adapter aux enfants et aux activités pour maintenir la motivation ainsi que pour que les enfants vivent des succès. Bien que la méthode HIIT soit plus efficace et motivante que les protocoles d'entraînement cardiovasculaire continu (Baquet *et al.*, 2002; Li *et al.*, 2011), le protocole HIIT variable est moins efficace que le protocole HIIT structuré généralement utilisé avec les adultes. À la lumière de la revue de littérature et de notre projet pilote, ce compromis est réaliste (section entraînement des habiletés motrices). Le niveau de difficulté des activités cardiovasculaires a progressé à travers les séances. Les critères d'arrêt des exercices, comme l'apparition des signes de fatigue intense (hyperpnée et impossibilité de maintenir le rythme imposé dans le jeu), ont été utilisés.

Dans le processus de création des séances d'activité physique de MOTIFORM™, chaque activité prévue au programme devait intégrer les fondements de la théorie de l'autodétermination. Tel que mentionné précédemment, cette approche diminue l'amotivation et favorise le développement de la motivation intrinsèque/autodéterminée en soutenant les trois besoins psychologiques

fondamentaux de l'enfant, c'est-à-dire les sentiments de compétence, d'autonomie et d'appartenance. Dans le tableau 4.1, ci-dessous, des exemples sont fournis pour mieux comprendre comment la théorie de l'autodétermination a été intégrée dans les activités proposées dans le cadre de MOTIFORM™.

Tableau 4.1 : Exemples d'inclusion de la théorie de l'autodétermination dans les activités proposées dans le cadre du programme MOTIFORM™

Sentiments	Description	Exemples concrets dans des activités de MOTIFORM™
Compétence	Interagir efficacement dans son milieu. Niveau de difficulté adéquat (limiter l'anxiété et les échecs ainsi que favoriser le plaisir et les succès).	<ul style="list-style-type: none"> • Pour une activité où l'enfant doit lancer des ballons sur des cibles, les règles du jeu ne sont pas d'atteindre la cible, mais plutôt de lancer sur le mur où se trouvent les cibles. Le but sera alors de simplement d'effectuer des lancers, qu'ils atteignent les cibles ou non, cela ne dérange pas. Cela permet d'enlever la composante « d'échec » de l'activité et favoriser le plaisir de bouger de l'enfant. • L'enfant peut utiliser le matériel qu'il préfère pour une activité X. Par exemple, si pour lui/elle, sauter sur des petits cerceaux au sol est trop difficile, il/elle pourra utiliser de plus gros cerceaux. Toujours garder un niveau de difficulté adéquat. • Les intervenantes avaient, pour chaque activité, des variantes ayant différents niveaux de difficulté afin d'adapter l'activité aux compétences de chaque enfant.
Autonomie	Se sentir à l'origine de ses comportements plutôt que contraint ou contrôlé à faire quelque chose.	<ul style="list-style-type: none"> • Donner le choix à l'enfant de décider quelle activité il/elle souhaite faire (ex. : des choix d'actions par pictogrammes ou par des ateliers). • Donner le choix à l'enfant du matériel qu'il/elle peut utiliser pour une activité X (lancer et attraper des quilles, des foulards ou des balles). Ils pouvaient aussi changer d'accessoires pendant le jeu.
Appartenance	Se sentir reconnu et accepté par les autres et son milieu dans le but de créer des relations authentiques.	<ul style="list-style-type: none"> • Cri d'équipe, nom d'équipe et logo d'équipe (voir figure 6) créés par le groupe. Le cri a été fait à plusieurs reprises pendant une séance. • Charte des règlements créée par le groupe pour établir les règlements à respecter dans les séances de MOTIFORM™.

Le déroulement d'une séance typique d'activités autodéterminées était de 90 minutes (figure 4.2). Les étudiantes en kinésiologie et en ergothérapie ont assuré un bon déroulement tout au long des différentes activités proposées. Ces cinq périodes ont été conçues pour soutenir les trois besoins fondamentaux dans chaque séance (2 libres et 3 semi-structurés). Il y avait deux périodes de jeux libres dans lesquelles les enfants choisissaient, amorçaient et menaient les jeux. Les enfants ont donc pu choisir le matériel mis à leur disposition pour jouer comme bon leur semblait et s'amuser de manière autonome. Les enfants pouvaient inviter les animatrices dans leurs jeux. Ces périodes ont été prévues au début et à la fin de la séance pour favoriser la participation, la motivation, l'autonomie, l'appartenance et l'auto-efficacité. L'encadrement des animatrices lors de l'échauffement, les activités motrices et le retour au calme étaient de type semi-structurés. Le niveau de difficulté des activités a progressé d'une semaine à l'autre, soit par l'intensité des exercices effectués, soit par les exigences motrices, soit par des contraintes telles que « les parents ne participeront pas à l'échauffement aujourd'hui », ce qui pouvait être plus difficile sur le plan psychologique pour un enfant étant donné la gêne qu'il pouvait ressentir face aux autres participants du programme.

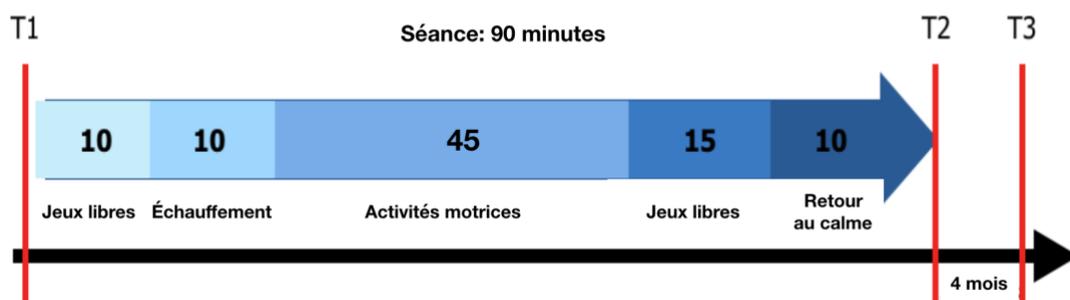


Figure 4.2 : Échéancier du projet MOTIFORM™

Les activités proposées dans la période d'échauffement ont permis d'induire une légère augmentation des fréquences cardiaques, d'initier des éléments de coordination motrice et de faire des mouvements qui allaient dans les limites articulaires de façon dynamique pour activer les muscles, le système nerveux, le système cardiovasculaire et réduire le risque de blessures. La période d'activités motrices pour sa part, a été une mission ludique effectuée avec la thématique d'un pays (changement de pays à chaque séance) pour permettre de solliciter spécifiquement les capacités cardiovasculaires et motrices de façon autodéterminée. Les activités proposées dans la période de retour au calme, à la fin de la séance, ont permis aux enfants de se détendre en effectuant des mouvements travaillant leur contrôle postural tout en permettant à la fréquence cardiaque de revenir à des valeurs de repos. Par exemple, le Yoga Animaux où les enfants faisaient des postures de yoga inspirées de différents animaux, pour apporter un côté ludique au yoga (Annexe A).

4.2.1 Déroulement de l'évaluation

Dans le cadre des évaluations cardiovasculaires avant et après le programme d'entraînement MOTIFORM™, trois rencontres ont été prévues pour effectuer l'acquisition des données. Elles ont toutes eu une durée approximative de 60 minutes. L'ensemble de la collecte de données s'est échelonnée sur une période de 7 mois, soit une rencontre initiale (Temps 1), une deuxième rencontre 3 mois plus tard (post-MOTIFORM™) (Temps 2) et finalement une dernière rencontre 4 mois plus (Temps 3).

Avant la première rencontre, les dossiers de tous les participants ont été préparés avec tous les documents nécessaires au bon déroulement des évaluations. Le matériel a été préalablement installé dans les salles respectives attitrées à l'évaluation de kinésiologie (test cardiovasculaire) et d'ergothérapie (test de la motricité et questionnaires) du

CrCHUSJ. Lorsque l'enfant arrivait avec sa famille, ils ont été dirigés dans une salle assignée du CrCHUSJ. Lors de la première rencontre, il y a eu l'explication et la signature des formulaires d'information et de consentement (Annexe B) par les parents et l'enfant participant.

L'enfant a été appareillé, dès le début de la rencontre d'évaluation, avec la montre *Garmin Vivoactive* afin de mesurer les diverses variables qui seront présentées dans les prochaines sections. La ceinture du cardiofréquencemètre était ajustée selon la taille de l'enfant. Il s'agit d'une ceinture munie d'un capteur de fréquence cardiaque qui est portée au niveau du sternum de l'enfant. La montre est ensuite connectée au cardiofréquencemètre et les données sont automatiquement enregistrées dans l'application *Garmin Connect* sur un téléphone intelligent. La montre, pour sa part, a été mise seulement lors de la performance du *Scrounch test* (Test 10X20 adapté) par l'enfant.

Dans chacune des trois rencontres, la même procédure a eu lieu. La figure 4.3 représente schématiquement les différentes étapes d'acquisition de données. Lorsque l'enfant arrivait dans la salle prévue pour la partie cardiovasculaire de l'évaluation au CrCHUSJ, les étapes d'acquisition de données ont été les suivantes :

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.
3. Coucher l'enfant sur un matelas pour une durée de trois minutes pour avoir une fréquence cardiaque stable qui correspond à la fréquence cardiaque de repos (Young et Leicht, 2011). Cet intervalle de temps permet une stabilisation de la fréquence cardiaque et donc, 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 (voir section 4.3.2)

5. Après l'évaluation motrice et la complétion des questionnaires par l'assistante de recherche en ergothérapie, coucher l'enfant pendant trois minutes sur un matelas et prise de la fréquence cardiaque de repos de nouveau (voir section 4.3.2).
6. Évaluer les capacités cardiovasculaires avec le *Scrouch test* (test 10X20 adapté) (voir sections 4.2.2 et 4.2.3).
7. Coucher l'enfant sur un matelas pour une durée de trois minutes et prendre la fréquence cardiaque de repos (voir section 4.3.2) afin de voir les capacités de récupération de l'enfant suite à l'effort qu'il viendra de faire.
8. Enlever l'équipement (montre et cardiofréquencemètre) et reconduire l'enfant auprès de son ou ses parents.



Figure 4.3 : Déroulement de la séance d'évaluation

4.2.2 Le *Scrouch test* (test 10X20 adapté)

Le *Scrouch test* est une adaptation du test 10x20 (Latorre Roman *et al.*, 2015) (section 2.4.6) qui a été créé dans le cadre de ce projet de recherche. Il est actuellement en cours de validation. Les ballons, initialement utilisés dans le test 10 x 20, ont été remplacés pour des items plus légers et faciles à manipuler, c'est-à-dire des rubans semi-rigides

texturés fabriqués de feutrine et de rubans collants utilisés en électricité, de manière à créer un objet texturé, léger et facile à prendre dans une seule main. Utiliser des rubans au lieu des ballons libère les bras lors de la course, ce qui favorise l'atteinte d'une vitesse plus importante et l'implication de muscles supplémentaires. En conséquence, cela pourrait contribuer à augmenter les probabilités d'atteindre de réelles valeurs cardiovasculaires maximales.

Chaque ruban est flexible et mou, ce qui est sécuritaire pour l'enfant en cas de chute et réduit les risques d'échapper l'objet transporté pendant la course comparativement aux ballons. Les rubans sont attachés à un panneau fixé au mur par des velcros. Le nom *Scrouch Test* vient du bruit que fait le velcro lorsque l'enfant arrache un ruban du panneau. L'épaisseur du panneau, qui est collé sur le mur, crée un espace entre les rubans et le mur afin de faciliter la préhension nécessaire pour arracher chaque ruban avec une prise palmaire. Puisque la prise palmaire est acquise très tôt dans le développement moteur de l'enfant, le retrait de chaque ruban est facilité pour les enfants, même si leur dextérité manuelle n'est pas très développée (Paoletti, 1993). Si les rubans étaient collés directement sur le panneau, la marge de manœuvre serait réduite et une prise en pince, plus difficile qu'une prise palmaire, serait davantage sollicitée. De plus, les rubans sont placés à différentes hauteurs, trois plus hauts et deux plus bas (voir Figure 4.4) afin que l'enfant les distingue bien les uns par rapport aux autres et qu'il ait une marge de manœuvre plus grande. Aussi, comme le panneau est blanc et qu'il est posé sur un mur blanc, la couleur des rubans fait un contraste et permet

une discrimination visuelle supérieure des cinq rubans. Cela facilite la coordination œil-main.

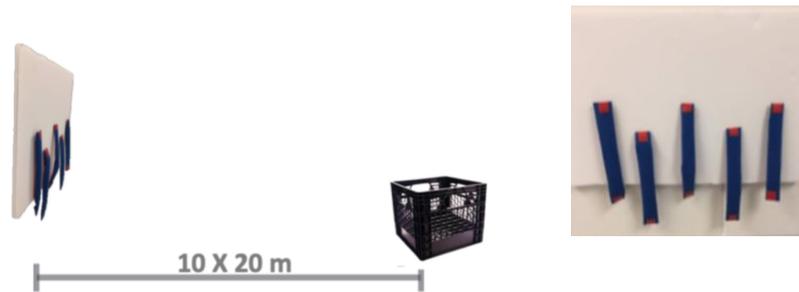


Figure 4.4 : Schéma du *Scrounch test* inspiré du test 10 x 20 de Latorre et coll. (2015).

Le fait que l'enfant effectue le *Scrounch test* seul pourrait permettre de diminuer le sentiment de comparaison avec les pairs, la perception des compétences et pourrait aider la gestion de son anxiété à l'effort (Blank *et al.*, 2019).

4.2.3 Déroulement du *Scrounch test*

L'enfant doit parcourir la distance de 20 mètres dans un corridor le séparant de son point de départ vers un panneau fixé au mur. Il doit prendre un des 5 rubans de son choix (sans ordre prédéterminé) et revenir au point de départ où il met le ruban dans une caisse de lait au sol. La caisse de lait se trouve 10 cm derrière la ligne de ruban apposée au sol qui identifie la distance de 20 mètres par rapport au mur. Cela permet de garder le pied de l'enfant dans le corridor de 20 mètres lorsqu'il dépose le ruban dans la caisse de lait. L'enfant effectue un total de 5 allers-retours (200m) afin d'apporter les 5 rubans, un à la fois, dans la caisse de lait. Lorsque l'enfant met le dernier ruban dans la caisse de lait, le chronomètre est arrêté et le test est terminé. Si le

ruban tombe à côté de la caisse, ceci est ignoré de l'évaluation. L'enfant a la consigne de poursuivre la course comme si le ruban était tombé dans la caisse de lait. Les enfants ont quelques essais de pratique pour prendre les rubans avant l'exécution du test (ce qui ne modifie pas ou très faiblement les fréquences cardiaques puisque les essais sont effectués à la marche).

4.3 Variables mesurées et analysées

4.3.1 Les données anthropométriques

Les données anthropométriques collectées étaient le poids et la taille des enfants. L'Indice de Masse Corporelle (IMC) a été calculé avec ces données. Pour mesurer le poids des enfants, le pèse-personne (Full body sensor - Omron HBF-510W) a été utilisé. L'enfant devait retirer ses chaussures et monter sur le pèse-personne. Lorsque le poids de l'enfant affiché était stable, la valeur a été notée dans le chiffrier prévu à cet effet. Le pèse-personne qui a été utilisé indiquait une précision de deux chiffres après la virgule. Pour mesurer la taille, l'enfant devait se mettre dos au mur. Le galon à mesurer se trouvait au sol et le « 0 » était placé à l'extrémité où se trouve la plante des pieds de l'enfant. Les pieds de l'enfant étaient placés à largeur des épaules et le menton de l'enfant légèrement abaissé. La mesure qui se trouvait vis-à-vis le dessus de la tête de l'enfant a été notée dans le chiffrier prévu à cet effet. Le galon à mesurer qui a été utilisé indiquait une précision de deux chiffres après la virgule. Ces valeurs étaient ensuite entrées dans la montre *Garmin Vivoactive* ont servies à calculer certaines valeurs cardiovasculaires.

La montre *Garmin Vivoactive* a été sélectionnée comme outil de mesure parce la marque *Garmin* est la seule, à notre connaissance, à avoir été validée pour des variables mécaniques, telles que la cadence de pas, de même que pour une des variables

cardiovasculaires mesurées dans le cadre de ce projet, la vitesse de course chez l'adulte (Wahl *et al.*, 2017). Même si la montre *Garmin Vivoactive* n'a pas été validée directement auprès d'enfants, un modèle de montre de la même compagnie (*Garmin*) mais un modèle plus bas de gamme, la montre *Garmin Vivosmart HR+*, a elle été validée chez les enfants. Le modèle *Garmin Vivosmart HR+* permet une mesure plus précise de la fréquence cardiaque que les modèles des autres compagnies repérés dans la littérature (*Polar M430, Polar Active Watch*) (Henriksen *et al.*, 2019; Kim et Lochbaum, 2018; Reddy *et al.*, 2018; Wahl *et al.*, 2017). Ainsi, en définitive, la *Garmin Vivoactive*, qui est un modèle de qualité supérieure à la *Garmin Vivosmart HR+*, est le modèle qui permet la mesure la plus fiable du plus grand nombre de variables à l'étude dans ce projet, soit la fréquence cardiaque, la cadence de pas et la vitesse de course. Dans le tableau 4.2, la description des différentes montres retrouvées dans la littérature est présentée afin d'illustrer le rationnel derrière le choix de la montre *Garmin Vivoactive* pour ce projet.

Tableau 4.2: Comparaison de plusieurs modèles de montres intelligentes

Modèles de montres	Mesure des variables cardiovasculaires	Mesure des variables mécaniques
Polar M430 Henriksen <i>et coll.</i> 2019	Valide seulement pour mesurer la dépense énergétique sur une longue période de temps (pas valide pour mesure de fréquences cardiaques) chez l'adulte	Pas d'information
Polar Active Watch Kim <i>et coll.</i> 2018	Pas valide pour mesurer la fréquence cardiaque pendant une durée précise chez l'enfant et à une validité modérée pour mesurer le temps passé dans les zones d'intensités (ex.: APMV) en METs chez l'enfant	Pas d'information
Garmin Vivoactive Wahl <i>et coll.</i> 2017	Valide pour mesurer les vitesses de course chez l'adulte	Valide pour mesurer la cadence de pas
Garmin Vivosmart HR+ (modèle de base) Reddy <i>et coll.</i> 2018	Valide pour la mesure de la fréquence cardiaque à l'effort, lorsque portée au poignet chez l'enfant	Pas d'information

4.3.2 Les variables cardiovasculaires

La fréquence cardiaque de repos a été mesurée avant l'évaluation motrice et a aussi été reprise après, donc juste avant que l'enfant réalise le *Scrounch* test. Le fait de reprendre deux fois la fréquence cardiaque de repos permet de s'assurer que les valeurs de repos sont les mêmes avant et après l'exécution de l'évaluation motrice pour ne pas biaiser les valeurs du test cardiovasculaire. La fréquence cardiaque de repos est aussi mesurée après l'effort, car il s'agit d'une façon de quantifier la capacité de récupération de l'enfant (Weiner et McGrath, 2017). Ce sont des mesures objectives qui permettent de quantifier s'il y a eu des adaptations cardiovasculaires suite à la participation au programme MOTIFORM™. Nous avons évalué la capacité de récupération et la valeur de repos, de même que les fréquences cardiaques maximales et moyennes à l'effort pour voir si elles se sont améliorées grâce au programme MOTIFORM™. Lorsque l'enfant a effectué le *Scrounch test*, les mesures des fréquences cardiaques moyennes et maximales à l'effort ont été prises.

La durée d'exécution du *Scrounch test* a aussi été mesurée en secondes à l'aide d'un chronomètre afin de quantifier le temps nécessaire pour accomplir les cinq allers-retours de 20 mètres à parcourir. De cette manière, il est plus facile de comparer les performances avant et après la participation au programme MOTIFORM™.

4.3.3 Les variables de rendement mécanique

De même, la montre a été utilisée pour mesurer le rendement mécanique à l'aide de deux variables, soit la cadence et la longueur de foulée. La cadence est le nombre de pas effectué par minute. Suite à la participation au programme MOTIFORM™, il est possible que la cadence s'améliore en fonction des bénéfices au niveau du rendement

mécanique de l'enfant, c'est-à-dire que la cadence diminuerait suite à la participation à MOTIFORM™.

Il en va de même pour la longueur de foulée (en mètre). Comme mentionné précédemment, les enfants ayant un TDC, ont tendance à avoir une longueur de foulée plus courte que les enfants ayant un développement neurotypique (Chia *et al.*, 2013). Il a donc été important d'observer ces données pour voir si, suite à leur participation à MOTIFORM™, les enfants ayant le TDC du groupe intervention voient leur longueur de foulée augmentée.

La montre a également permis d'acquérir les vitesses moyennes et maximales à la course. La durée du test a aussi été enregistrée. Cela permet d'observer une modification de l'allure de la course de l'enfant suite à sa participation au programme MOTIFORM™. Une étude de Wahl *et coll.* (2017) a permis de démontrer que la montre *Garmin Vivoactive* était un outil efficace chez l'adulte pour acquérir la cadence de pas, ainsi que la longueur de foulée, deux variables présentes dans le protocole de notre étude (Wahl *et al.*, 2017). Un modèle de montre similaire, la *Garmin Forerunner 220 GPS*, a été validée chez les enfants âgés de 10 à 13 ans (n=388) pour la quantification des déplacements actifs (vélo, marche) et passifs (voiture) (Williams *et al.*, 2018).

Puisque la revue de littérature démontre que la faible efficacité motrice des enfants ayant le TDC altère les résultats et l'interprétation des données cardiovasculaires lorsqu'ils sont comparés aux enfants typiques, les données acquises dans le cadre de ce projet seront comparées à un groupe témoin atteint du TDC pour minimiser cet effet.

4.3.4 Les variables de perception de l'effort et de motivation

L'échelle de Borg (Williams, 2017) est une échelle utilisée pour quantifier la perception de l'effort. Elle a été utilisée pour quantifier la perception de l'effort de l'enfant après l'exécution du *Scrounch test*. Une échelle de Borg réduite (item de 0-10) et schématisée a été utilisée afin de faciliter la compréhension de l'enfant (figure 4.5). Sur l'échelle choisie, des bonshommes sont disposés à titre de gradation de l'effort qui a été perçu pendant l'effort (*le Scrounch test*). Lorsque l'effort est très facile, les bonshommes sont très souriants et lorsque l'effort est très difficile, les bonshommes sont tristes (variant en fonction de l'effort) toujours dans l'optique de faciliter la compréhension de l'enfant (Williams, 2017).

Échelle de perception de l'effort (Échelle de Borg modifiée)		
	0. Aucun effort	Je dors
	1. Très très facile	Je regarde la TV en mangeant des chips
	2. Très facile	Je suis bien et je peux maintenir ce rythme toute la journée
	3. Facile	Je suis toujours bien mais je respire un peu plus difficilement
	4. Effort modéré	Je transpire un peu mais je me sens bien et je peux tenir une conversation sans problème
	5. Moyen	Légèrement fatiguant, je transpire un peu plus mais je peux toujours parler facilement
	6. Un peu difficile	Je peux toujours parler mais je suis un peu essoufflé et j'ai du mal à finir mes phrases. Je transpire vraiment.
	7. Difficile	Je peux toujours parler mais je n'en ai pas envie et je transpire abondamment.
	8. Très difficile	Je peux grogner pour répondre aux questions et je ne peux tenir ce rythme que pour une courte période
	9. Très très difficile	Je vais probablement tomber d'épuisement bientôt !
	10. Maximal	Je suis tombé !!

Figure 4.5: Échelle de Borg de perception de l'effort utilisée dans la programme MOTIFORM™

L'échelle picturale de motivation au sport est une échelle utilisée pour évaluer les différentes natures de la motivation chez les enfants qui ont des besoins spécifiques, tels que les enfants ayant le TDC. Cette évaluation a été réalisée par l'ergothérapeute en charge, mais les données ont été analysées dans le cadre de ce mémoire afin de déterminer la nature de la motivation à participer à des activités physiques chez les enfants ayant participé au programme MOTIFORM™, comparativement aux enfants ayant le TDC n'y ayant pas participé.

L'ergothérapeute a présenté, lors de cette partie de l'évaluation, une série de 16 dessins représentant un enfant dans un contexte sportif accompagné d'une phrase porteuse (ex. : Je fais du sport mais c'est ennuyant). Ensuite, l'enfant devait répondre selon ce qui s'appliquait le plus à sa réalité dans les choix suivants : « comme moi », « un peu comme moi » ou « pas comme moi ». Un score a alors été compilé en fonction des quatre types de motivation qui suivent un continuum: l'Amotivation (AM) qui représente une absence de motivation à participer à une activité, la Motivation Extrinsèque Non-Autodéterminée (MENA) qui représente une motivation extérieure à l'enfant à participer à une activité, la Motivation Extrinsèque Autodéterminée (MEA) qui représente une motivation extérieure à l'enfant à participer à une activité dans laquelle cet enfant a une possibilité de choix et finalement, la Motivation Intrinsèque (MI) qui représente une motivation interne autodéterminée de l'enfant qui a du plaisir à participer à l'activité (Ndinga et Frenette, 2010).

4.4 Analyses statistiques

La normalité de chaque variable d'intérêt a été évaluée à l'aide d'histogrammes. Puisque les variables ne suivaient pas une tendance normale et que les échantillons étaient petits, ce sont les tests non-paramétriques Mann-Whitney (groupe) et le test des rangs signés de Wilcoxon (temps) qui ont été utilisés afin d'analyser les variables d'intérêt à l'étude : les fréquences cardiaques de repos (bpm), les fréquences cardiaques moyenne et maximale à l'effort (bpm), la cadence de pas (ppm), la longueur de foulée (m), les vitesses de course moyenne et maximale (m/s), la durée du test (s), la perception de l'effort (/10) et la motivation.

Les analyses statistiques ont été effectuées avec le logiciel SPSS 24.0 pour Windows (Chicago, IL, USA) et le seuil de signification a été fixé à $p \leq 0,05$. Le logiciel G*Power a été utilisé pour calculer la puissance statistique et la taille d'effet. Les seuils d'interprétation de la taille d'effet et de la puissance sont tirés de *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences* (Cohen, 2013).

Suite à la première évaluation (temps 1), un enfant s'est vu retirer son diagnostic de TDC. Il a donc été retiré des analyses statistiques. Par la suite, pendant le programme MOTIFORM™, un des enfants a abandonné parce qu'il n'était plus possible pour lui de venir aux séances d'activités du programme pour des raisons familiales. Le nombre total de participants qui était fixé initialement à 24 est donc passé à 22. Aussi, dans les deux groupes, certains participants ont abandonné ou ont été forcés de se retirer à divers moments du programme pour différentes raisons. Le nombre de participants pour chaque temps d'évaluation ainsi que les raisons de retrait des participants sont inscrites dans les tableaux 5.1, 5.2 et 5.3 de la section résultats. Tel que mentionné précédemment, puisque l'échantillon était petit et que les variables à l'étude n'étaient pas normalement distribuées, l'analyse statistique a été réalisée avec l'utilisation de tests non-paramétriques.

Tout d'abord, le test de Mann-Whitney a été utilisé afin de comparer l'évolution des variables de chacun des groupes à travers le temps. Puis, le test des rangs signés de Wilcoxon a été utilisé afin de comparer les médianes des différentes variables à l'étude des groupes pour chaque temps. Les organigrammes ci-dessous illustrent clairement les 2 étapes.

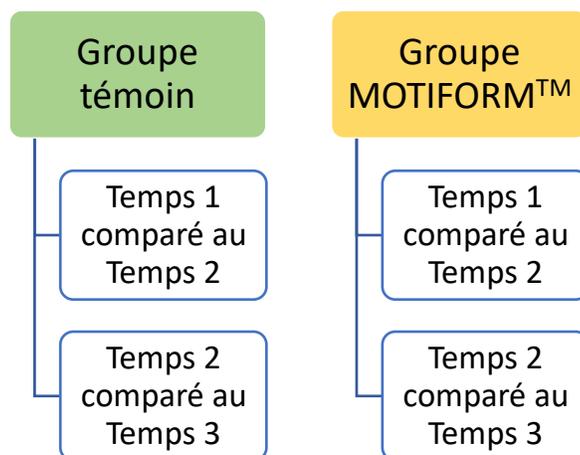


Figure 4.6 : Test de Mann-Whitney (Étape 1)

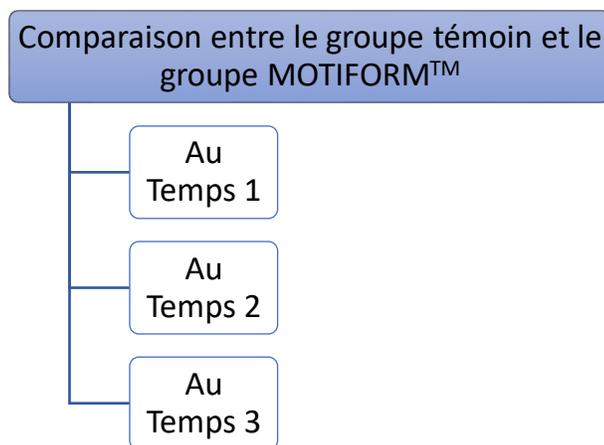


Figure 4.7: Test des rangs signés de Wilcoxon (Étape 2)

CHAPITRE V

RÉSULTATS

Cette section présente les différents résultats obtenus, soient les données anthropométriques, les variables cardiovasculaires, les variables de rendements mécaniques et finalement, les variables concernant la perception de l'effort et la motivation. Les tableaux regroupent toutes les variables analysées. Considérant que les valeurs ne suivaient pas une tendance normale, les médianes et les écarts interquartiles sont présentés dans les tableaux, en plus du seuil de signification ($p \leq 0,05$). La présence de deux astérisques suivant une valeur présentée dans les différents tableaux de résultats représente une valeur statistiquement significative (valeur de $p \leq 0,05$). La présence d'un seul astérisque représente quant à elle une tendance (valeur de p entre 0.05 et 0.080).

Pour chacun des résultats significatifs au test de Mann-Whitney (comparaison entre les groupes), la puissance (P , entre 0 et 1) est rapportée. Plus le chiffre est gros, plus la puissance des résultats est grande. La taille d'effet (d , entre $\pm 0,2$ [petite taille d'effet] et $\pm 1,30$ [grande taille d'effet]) est aussi rapportée pour ces mêmes résultats. Dans les graphiques présentés, les différentes couleurs représentent les groupes et le type d'analyses statistiques. Ces informations seront identifiées dans chaque graphique.

5.1 Variables anthropométriques

Au temps 1, les deux groupes ont des données anthropométriques similaires (voir tableau 4). Aucune différence significative au niveau de l'âge, de la taille, du poids et de l'IMC n'est observée. Les deux groupes, lorsque comparés à eux-mêmes, ont eu une augmentation significative de leur taille au temps 2 par rapport au temps 1 dû à leur croissance normale (Groupe témoin $p=0,01$, $P=0,95$, $d=-0,72$) (Groupe MOTIFORM™ $p=0,042$, $P=0,99$, $d=-0,643$) possiblement dû à leur croissance. Par contre, lorsque la taille moyenne du groupe témoin était comparée à celle du groupe MOTIFORM™ au temps 2, la différence n'était pas significative ($p=0,390$). Pour le groupe MOTIFORM™, lorsque comparé à lui-même du temps 1 au temps 2, le poids ($p=0,01$, $P=0,99$, $d=-0,84$) et l'IMC ($p=0,03$, $P=1,00$, $d=-0,71$) ont aussi augmentés de manière significative.

5.2 Variables cardiovasculaires

Peu de résultats significatifs ont été observés pour les variables cardiovasculaires dans cette étude. Les principaux résultats se retrouvent dans les tableaux 5.1, 5.2 et 5.3. En résumé, la fréquence cardiaque moyenne post test observée au temps 1 (avant le programme) est significativement supérieure pour le groupe MOTIFORM™ ($p=0,019$, $P=1,00$, $d=-0,5$). Au temps 2, cette même variable (fréquence cardiaque moyenne post test) est encore significativement supérieure pour le groupe MOTIFORM™ ($p=0,026$, $P=1,00$, $d=-0,52$). De plus, lorsque comparé à lui-même, le groupe MOTIFORM™ a une augmentation significative de sa fréquence cardiaque moyenne post effort du temps

2 au temps 3 ($p=0,049$, $P= 0,98$, $d =-0,66$). Finalement, au temps 3, la fréquence cardiaque maximale pendant l'effort imposée par le Schrouch test a une forte tendance à être supérieure pour le groupe MOTIFORMTM ($p=0,053$, $P=0,98$, $d=-0,52$).

Tableau 5.1: Comparaison entre les groupes des résultats des variables anthropométriques, cardiovasculaires, mécaniques, de perceptions de l'effort et de motivation au Temps 1 avec le test non-paramétrique Mann-Whitney (médianes et écarts interquartiles)

Variables	MOTIFORM (n=10)	TÉMOIN (n=12)	Z	p
Âge (année)	8,00 ± 4,00	7,00 ± 3,00	-0,37	0,712
Taille (m)	1,36 ± 0,16	1,35 ± 0,30	-0,297	0,766
Poids (kg)	30,80 ± 14,70	25,15 ± 6,07	-0,198	0,843
Indice de masse corporelle (kg/m ²)	16,30 ± 4,65	16,15 ± 3,12	-0,593	0,553
Fc moyenne pré test (bpm)	93,00 ± 10,50	99,50 ± 25,75	-0,634	0,526
Fc max test (bpm)	186,00 ± 15,00	175,00 ± 16,25	-1,782	0,075*
Fc moyenne test (bpm)	165,00 ± 32,00	157,00 ± 12,25	-1,354	0,176
Fc moyenne post test (bpm)	110,00 ± 9,00	92,33 ± 15,26	-2,343	0,019**
Durée test (sec)	91,00 ± 26,50	98,50 ± 33,25	-0,132	0,895
Vitesse max test (m/s)	4,39 ± 3,02	6,29 ± 2,13	-1,351	0,177
Vitesse moyenne test (m/s)	2,14 ± 1,91	2,65 ± 1,48	-0,772	0,44
Cadence test (ppm)	104,00 ± 74,50	111,50 ± 83,50	-0,498	0,619
Longueur foulée test (m)	1,39 ± 0,44	1,45 ± 0,42	-0,141	0,888
Borg (/10)	6,00 ± 1,50	6,00 ± 5,25	-1,143	0,253

Motivation AM	2,83 ± 0,29	3,00 ± 0,75	-1,516	0,129
Motivation MI	1,65 ± 0,64	1,50 ± 0,88	-0,538	0,59
Motivation MENA	2,35 ± 0,69	2,50 ± 1,00	-0,315	0,752
Motivation MEA	1,90 ± 0,73	1,25 ± 1,13	-0,408	0,684

Données manquantes pour deux participants du groupe MOTIFORM™ (le diagnostic de TDC d'un participant a été réfuté et l'autre participant a abandonné à mi-parcours pour des raisons familiales).

Tableau 5.2: Comparaison entre les groupes des résultats des variables anthropométriques, cardiovasculaires, mécaniques, de perceptions de l'effort et de motivation au Temps 2 avec le test non-paramétrique Mann-Whitney (médianes et écarts interquartiles)

Variables	MOTIFORM (n=10)	TÉMOIN (n=9)	Z	p
Âge (année)	7,70 ± 1,77	8,00 ± 2,25	-1,046	0,296
Taille (m)	1,26 ± 0,12	1,37 ± 0,31	-0,859	0,390
Poids (kg)	27,64 ± 8,45	30,85 ± 13,43	-0,163	0,870
IMC (kg/m ²)	16,89 ± 2,38	17,55 ± 1,82	-0,613	0,540
Fc moyenne pré test (bpm)	89,50 ± 11,37	86,00 ± 24,25	-0,041	0,967
Fc max test (bpm)	178,20 ± 23,57	160,50 ± 42,50	-0,9	0,368
Fc moyenne test (bpm)	155,10 ± 20,00	134,00 ± 43,50	-1,266	0,205
Fc moyenne post test (bpm)	100,10 ± 12,64	91,50 ± 20,50	-2,224	0,026**
Durée test (sec)	89,00 ± 17,50	88,00 ± 35,00	-0,082	0,935
Vitesse max test (m/s)	4,71 ± 2,12	5,10 ± 1,95	-0,613	0,54
Vitesse moyenne test (m/s)	2,38 ± 1,20	2,98 ± 0,80	-0,572	0,567
Cadence test (ppm)	135,56 ± 30,81	141,00 ± 42,00	-0,578	0,563

Longueur foulée test (m)	1,14 ± 0,24	1,12 ± 0,35	-1,281	0,2
Borg (/10)	5,70 ± 1,42	7,00 ± 3,50	-1,43	0,153
Motivation AM	2,68 ± 0,33	2,75 ± 0,50	-0,881	0,379
Motivation MENA	2,65 ± 0,41	2,50 ± 1,50	-0,94	0,347
Motivation MEA	2,13 ± 0,41	1,25 ± 1,00	-1,793	0,073*
Motivation MI	1,75 ± 0,62	1,00 ± 0,13	-2,067	0,039**

Données manquantes de trois participants du groupe témoin (un participant a refusé de participer à l'évaluation et deux sans retour d'appels).

Tableau 5.3: Comparaison entre les groupes des résultats des variables anthropométriques, cardiovasculaires, mécaniques, de perceptions de l'effort et de motivation au Temps 3 avec le test non-paramétrique Mann-Whitney (médianes et écarts interquartiles)

Variables	MOTIFORM (n=9)	TÉMOIN (n=5)	Z	p
Âge (année)	8,22 ± 1,64	8,00 ± 2,25	-0,137	0,891
Taille (m)	1,27 ± 0,13	1,41 ± 0,30	-1,003	0,316
Poids (kg)	30,34 ± 11,48	31,70 ± 10,32	-0,200	0,841
IMC (kg/m ²)	18,07 ± 3,97	16,30 ± 1,77	-0,200	0,841
Fc moyenne pré test (bpm)	93,00 ± 10,94	92,50 ± 33,75	-0,133	0,894
Fc max test (bpm)	184,89 ± 14,03	174,00 ± 76,50	-1,935	0,053*
Fc moyenne test (bpm)	160,67 ± 17,49	151,00 ± 65,25	-1,07	0,285
Fc moyenne post test (bpm)	104,67 ± 10,56	112,50 ± 35,25	-0,601	0,548
Durée test (sec)	85,44 ± 13,86	84,00 ± 37,00	-0,868	0,386
Vitesse max test (m/s)	4,28 ± 0,71	3,96 ± 2,35	-1,291	0,197
Vitesse moyenne test (m/s)	2,25 ± 0,74	1,67 ± 0,28	-2,456	0,014**
Cadence test (ppm)	124,75 ± 35,82	96,00 ± 20,75	-2,049	0,04**

Longueur foulée test (m)	1,075 ± 0,20	0,99 ± 0,33	-1,246	0,213
Borg (/10)	4,89 ± 1,96	7,00 ± 3,50	-0,947	0,344
Motivation AM	2,50 ± 0,53	2,50 ± 1,00	-0,698	0,485
Motivation MENA	2,35 ± 0,86	2,75 ± 1,50	-0,348	0,728
Motivation MEA	1,75 ± 0,500	2,00 ± 0,88	-1,498	0,134
Motivation MI	1,45 ± 0,67	1,00 ± 1,13	-0,885	0,376

Données manquantes d'un participant du groupe MOTIFORM™ (pas de retour d'appel) et de quatre participants du groupe Témoin (un participant n'avait pas le temps de venir faire la dernière évaluation et les trois autres n'ont pas été évalué en raison de la pandémie causée par la COVID-19).

5.3 Variables de rendement mécanique

Le programme MOTIFORM™ a eu des effets sur certaines variables de rendement mécanique. Lorsque comparés à eux-mêmes, les participants du groupe MOTIFORM™ ont une augmentation significative de leur cadence de pas pendant le *Schrounch test* du temps 1 au temps 2 ($p=0,012$, $P=0,98$, $d=-0,89$). Quatre mois après le programme MOTIFORM™, la vitesse moyenne de course pendant l'effort ($p=0,014$, $P=1,00$, $d=-0,52$) et la cadence de pas pendant l'effort ($p=0,040$, $P=0,99$, $d=-0,57$) sont toutes les deux significativement supérieures pour le groupe MOTIFORM™ lorsque comparé au groupe témoin. La performance du groupe MOTIFORM™ est donc meilleure.

5.4 Variable de perception de l'effort

Aucune différence n'est observée entre les groupes pour chacun des temps d'évaluations, ni lorsque le même groupe est comparé à lui-même dans le temps.

5.5 Variables de la motivation

Les résultats démontrent que la Motivation Intrinsèque (MI) est significativement supérieure dans le groupe MOTIFORM™ au temps 2, soit après le programme MOTIFORM™ ($p=0,039$, $P=1,00$, $d= -0,46$), lorsque comparé au groupe témoin. Il y a aussi une forte tendance à la baisse de l'amotivation à la pratique d'activité physique pour le groupe MOTIFORM™, lorsque comparé à lui-même, du temps 1 au temps 2 ($p=0,058$). On observe également une tendance au niveau de la Motivation Extrinsèque Autodéterminée (MEA) qui est supérieure pour le groupe MOTIFORM™ comparativement au groupe témoin au temps 2 ($p=0,073$).

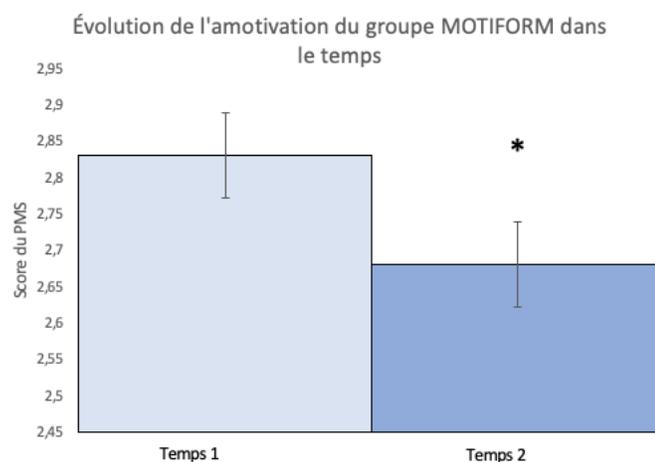


Figure 5.1: Graphique de l'évolution dans le temps de l'amotivation du groupe MOTIFORM™ ($p=0.058$) (Test des rangs signés de Wilcoxon)

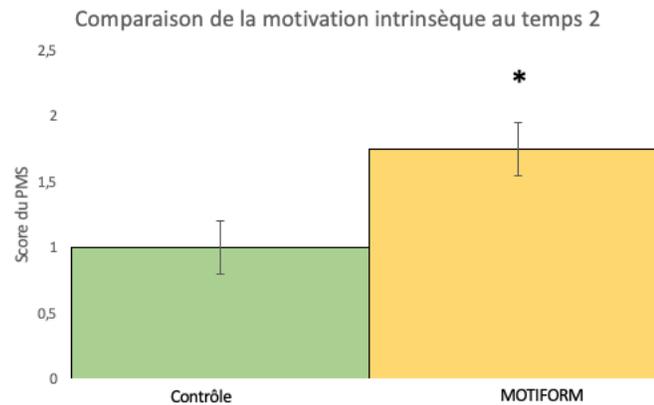


Figure 5.2 : Graphique de la comparaison des moyennes de la motivation intrinsèque au temps 2 entre les deux groupes à l'étude ($p=0,039$) (Test de Mann-Whitney)

Dans les tableaux suivants sont présentés les résultats de l'analyse effectuée avec le test des rangs signés de Wilcoxon pour chacun des groupes. Les principaux résultats, pour le groupe MOTIFORMTM, sont présentés dans le tableau 5.4 et sont les suivants : Du temps 1 au temps 2, donc suite à la participation au programme MOTIFORMTM, les participants du groupe MOTIFORMTM ont vu leur cadence de pas à l'effort augmenter de manière significative ($p=0,012$). Du temps 2 au temps 3, le groupe MOTIFORMTM a vu sa fréquence cardiaque moyenne post effort augmenter de manière significative ($p=0,049$). Du temps 2 au temps 3, il y a aussi une diminution significative de la vitesse maximale à l'effort pour le groupe MOTIFORMTM ($p=0,05$, $P= 0,95$, $d = -0,69$).

Lorsque comparé à eux-mêmes, les participants des deux groupes ont une diminution de la vitesse de course durant le Schrouch test 4 mois après la fin du programme MOTIFORM™ (temps 3) (groupe MOTIFORM™ vitesse maximale ($p=0,05$) et groupe témoin vitesse moyenne ($p=0,043$)). On observe aussi, lorsque comparé à eux-mêmes, que le groupe témoin a une diminution significative de la vitesse maximale de course à l'effort du temps 1 au temps 2 ($p=0,015$).

Tableau 5.4 : Comparaison des résultats des résultats des variables anthropométriques, cardiovasculaires, mécaniques, de perceptions de l'effort et de motivation du groupe MOTIFORM™ dans le temps avec le test non-paramétrique des rangs signés de Wilcoxon (médianes et écarts interquartiles)

Variables	Temps 1 groupe MOTIFORM (n=10)	Temps 2 groupe MOTIFORM (n=10)	Temps 3 groupe MOTIFORM (n=9)
Âge (année)	8,00 ± 4,00	7,70 ± 1,77	8,22 ± 1,64
Taille (m)	1,36 ± 0,16	1,26 ± 0,12	1,27 ± 0,13
Poids (kg)	30,80 ± 14,70	27,64 ± 8,45	30,34 ± 11,48
Indice de masse corporelle (kg/m ²)	16,30 ± 4,65	16,89 ± 2,38	18,07 ± 3,97
Fc moyenne pré test (bpm)	93,00 ± 10,50	89,50 ± 11,37	93,00 ± 10,94
Fc max test (bpm)	186,00 ± 15,00	178,20 ± 23,57	184,89 ± 14,03
Fc moyenne test (bpm)	165,00 ± 32,00	155,10 ± 20,00	160,67 ± 17,49
Fc moyenne post test (bpm)	110,00 ± 9,00	100,10 ± 12,64	104,67 ± 10,56**

Durée test (sec)	91,00 ± 26,50	89,00 ± 17,50	85,44 ± 13,86
Vitesse max test (m/s)	4,39 ± 3,02	4,71 ± 2,12	4,28 ± 0,71**
Vitesse moyenne test (m/s)	2,14 ± 1,91	2,38 ± 1,20	2,25 ± 0,74
Cadence test (ppm)	104,00 ± 74,50	135,56 ± 30,81**	124,75 ± 35,82
Longueur foulée test (m)	1,39 ± 0,44	1,14 ± 0,24	1,075 ± 0,20
Borg (/10)	6,00 ± 1,50	5,70 ± 1,42	4,89 ± 1,96
Motivation AM	2,83 ± 0,29	2,68 ± 0,33*	2,50 ± 0,53
Motivation MENA	1,65 ± 0,64	2,65 ± 0,41	2,35 ± 0,86
Motivation MEA	2,35 ± 0,69	2,13 ± 0,41	1,75 ± 0,500
Motivation MI	1,90 ± 0,73	1,75 ± 0,62	1,45 ± 0,67

Les principaux résultats, pour le groupe témoin, sont les suivants : Du temps 1 au temps 2, les participants du groupe témoin ont vu leur vitesse maximale à l'effort diminuer de manière significative ($p=0,015$). Du temps 2 au temps 3, donc quatre mois plus tard, la vitesse moyenne à l'effort a diminué de manière significative ($p=0,043$).

Tableau 5.5 : Comparaison des résultats des résultats des variables anthropométriques, cardiovasculaires, mécaniques, de perceptions de l'effort et de motivation du groupe témoin dans le temps avec le test non-paramétrique des rangs signés de Wilcoxon (médianes et écarts interquartiles)

Variables	Temps 1 groupe TÉMOIN (n=12)	Temps 2 groupe TÉMOIN (n=9)	Temps 3 groupe TÉMOIN (n=5)
Âge (année)	7,00 ± 3,00	8,00 ± 2,25	8,00 ± 2,25
Taille (m)	1,35 ± 0,30	1,37 ± 0,31	1,41 ± 0,30
Poids (kg)	25,15 ± 6,07	30,85 ± 13,43	31,70 ± 10,32
Indice de masse corporelle (kg/m ²)	16,15 ± 3,12	17,55 ± 1,82	16,30 ± 1,77
Fc moyenne pré test (bpm)	99,50 ± 25,75	86,00 ± 24,25	92,50 ± 33,75
Fc max test (bpm)	175,00 ± 16,25	160,50 ± 42,50	174,00 ± 76,50
Fc moyenne test (bpm)	157,00 ± 12,25	134,00 ± 43,50	151,00 ± 65,25
Fc moyenne post test (bpm)	92,33 ± 15,26	91,50 ± 20,50	112,50 ± 35,25
Durée test (sec)	98,50 ± 33,25	88,00 ± 35,00	84,00 ± 37,00
Vitesse max test (m/s)	6,29 ± 2,13	5,10 ± 1,95**	3,96 ± 2,35*
Vitesse moyenne test (m/s)	2,65 ± 1,48	2,98 ± 0,80	1,67 ± 0,28**
Cadence test (ppm)	111,50 ± 83,50	141,00 ± 42,00	96,00 ± 20,75*

Longueur foulée test (m)	1,45 ± 0,42	1,12 ± 0,35	0,99 ± 0,33*
Borg (/10)	6,00 ± 5,25	7,00 ± 3,50	7,00 ± 3,50
Motivation AM	3,00 ± 0,75	2,75 ± 0,50	2,50 ± 1,00
Motivation MENA	1,50 ± 0,88	2,50 ± 1,50	2,75 ± 1,50
Motivation MEA	2,50 ± 1,00	1,25 ± 1,00	2,00 ± 0,88
Motivation MI	1,25 ± 1,13	1,00 ± 0,13	1,00 ± 1,13

Le nombre de participants étant insuffisant, il n'a pas été possible d'effectuer de corrélation entre la motivation intrinsèque et la participation au programme MOTIFORM™.

CHAPITRE VI

DISCUSSION

Le but de ce projet de recherche était de quantifier les adaptations motivationnelles et cardiovasculaires des enfants ayant le TDC avec le test 10X20 adapté au TDC avant et après avoir participé à un programme d'activités motrices et cardiovasculaires basé sur l'autodétermination : MOTIFORM™. Les résultats de cette étude démontrent peu de résultats significatifs pour l'amélioration des variables cardiovasculaires. Ainsi, le programme MOTIFORM™ ne semble donc pas avoir induit de bénéfices sur le plan cardiovasculaire ainsi qu'au niveau de la perception de l'effort. Par contre, le programme a eu des effets significatifs sur la cadence et ce, même quatre mois après le programme. De plus, les enfants ayant participé au programme MOTIFORM™ avaient une motivation intrinsèque significativement supérieure aux enfants du groupe témoin après le programme MOTIFORM™. Ils ont aussi eu une forte tendance à la baisse de leur amotivation, ainsi qu'une tendance à avoir une augmentation de la motivation extrinsèque autodéterminée à prendre part à des activités physiques suite à leur participation au programme. Les raisons potentielles expliquant ces résultats à la lumière de la littérature seront discutées dans la prochaine section.

6.1 L'impact de MOTIFORM™ sur les variables cardiovasculaires

L'appariement des participants a été réalisé en fonction de l'âge et du sexe et non pas en fonction des capacités cardiovasculaires. Nos résultats révèlent qu'une seule variable, la fréquence cardiaque moyenne post test, était significativement supérieure pour le groupe MOTIFORM™ lorsque comparé au groupe témoin, au temps 1. Cette différence s'est maintenue au temps 2. Il est possible de croire que le groupe MOTIFORM™ n'avait pas de capacités cardiovasculaires équivalentes au groupe témoin, puisque cette différence de fréquences cardiaques moyennes post test entre les deux groupes était présente avant et après la participation au programme MOTIFORM™. Ceci pourrait être interprété comme une capacité inférieure du groupe MOTIFORM™ à récupérer d'un effort soutenu tel que l'exécution du *Scrouch test*. Par contre, en regardant les résultats des groupes individuellement, on remarque une baisse de 10 bpm en moyenne pour le groupe MOTIFORM™ comparativement à une baisse de seulement 2 bpm en moyenne pour le groupe témoin entre le temps 1 et le temps 2. Il est donc possible que le programme MOTIFORM™ ait eu une légère amélioration de la capacité de récupération après l'effort grâce à la participation à MOTIFORM™, s'observant par une baisse de la fréquence cardiaque moyenne post test. Par contre, ces résultats ne sont pas significatifs. Il est important de noter également que plus l'intensité de l'effort déployé sera grande, plus la récupération après l'effort sera longue (Mahon *et al.*, 2003; Wilmore *et al.*, 2017). Le résultat supérieur de la fréquence cardiaque moyenne post test du groupe MOTIFORM™ au temps 2, malgré une diminution de 10 bpm, pourrait aussi être expliqué par l'atteinte d'une cadence significativement plus élevée au Schrouch test pour ce groupe.

Dans ce même ordre d'idée, quatre mois après la participation au programme MOTIFORM™ (temps 3), la fréquence cardiaque maximale à l'effort avait une forte

tendance à être supérieure pour le groupe MOTIFORM™ comparativement au groupe témoin. Il est bien documenté dans la littérature que l'entraînement permet d'améliorer les capacités cardiovasculaires, notamment en augmentant l'endurance et la force cardiovasculaire ce qui conséquemment, a un effet sur la diminution des fréquences cardiaques maximales à l'effort. Cela se produit notamment puisque le cœur a une capacité d'augmentation de la force d'éjection systolique du cœur (Green *et al.*, 2017; Ratel *et al.*, 2014). Ainsi, pour un effort similaire, l'enfant entraîné devrait avoir des fréquences maximales inférieures, ce qui va dans le sens contraire de nos résultats. Nos résultats démontrent toutefois que les enfants du groupe MOTIFORM™ déployaient un effort supérieur comparativement au groupe témoin puisqu'ils ont une cadence et une vitesse moyenne significativement plus élevées au temps 3. Un autre résultat appuie cette hypothèse. En effet, lorsque comparé à lui-même, le groupe témoin a une diminution significative de sa vitesse moyenne de course entre le temps 2 et le temps 3. Ces résultats pourraient expliquer l'atteinte de fréquence maximale supérieure pour le groupe MOTIFORM™.

Dans la revue de littérature, nous avons vu que la majorité des protocoles d'entraînement cardiovasculaire, contrôlés (ex. : aérobie, HIIT) ou non contrôlés (ex. : entraînement des habiletés motrices), améliore les capacités cardiovasculaires des enfants ayant le TDC (Farhat *et al.*, 2015b; Ferguson *et al.*, 2013; Tsai *et al.*, 2014; Wu *et al.*, 2010; Yu *et al.*, 2018). Une des raisons qui peut expliquer l'absence d'amélioration globale de la performance cardiovasculaire chez le groupe MOTIFORM™ est la durée de l'entraînement cardiovasculaire. Si le programme avait été d'une plus longue durée en termes de semaines ou encore, si la portion d'entraînement cardiovasculaire HIIT variable de chaque séance avait été plus longue que 35 minutes, des améliorations cardiovasculaires des enfants ayant participé au programme auraient peut-être pu être observées.

En effet, dans l'étude de Farhat *et coll.* 2015, un groupe d'enfants ayant le TDC ont participé à un programme d'entraînement des habiletés motrices de huit semaines où les séances duraient 60 minutes. Ils rapportent des adaptations cardiovasculaires au test de marche de six minutes pour enfants du groupe ayant le TDC qui ont participé au programme d'entraînement. De même, dans l'étude de Tsai *et coll.* 2014, la durée des séances d'activité physique aérobie contrôlée était de 50 minutes et ils ont observé une amélioration significative de la performance du groupe TDC entraîné au test Navette suite au programme de 16 semaines comparativement au groupe TDC non entraîné. On pourrait donc supposer que malgré les 25 minutes de jeux libres et la durée de 35 minutes d'activités physiques HIIT variables du programme MOTIFORM™, cela était insuffisant pour produire une amélioration des capacités cardiovasculaires des enfants ayant le TDC y participant. Le faible nombre de participants et/ou la tâche d'évaluation cardiovasculaire sous-maximale pourraient aussi contribuer à ce constat.

6.2 L'impact de MOTIFORM™ sur les variables de rendement mécanique

Tel que mentionné dans l'introduction de la discussion, le programme MOTIFORM™ a eu des effets significatifs sur l'amélioration de la cadence directement après et même quatre mois après le programme. La vitesse moyenne de course était aussi significativement plus élevée quatre mois après le programme pour le groupe MOTIFORM™. L'étude de Farhat *et coll.* (2015) appuie nos résultats dans laquelle le groupe d'enfants ayant le TDC qui ont participé au programme d'activité physique similaire au programme MOTIFORM™ avait une vitesse de course significativement supérieure aux enfants ayant le TDC qui n'y participait pas (Farhat *et al.*, 2015b). Cette étude n'a toutefois pas fait de suivi à court terme. Notre étude démontre que la vitesse moyenne et la cadence de pas à l'effort du groupe MOTIFORM™ sont significativement plus élevées que celles du groupe témoin quatre mois après la

participation au programme MOTIFORM™. Ces résultats suggèrent que les bienfaits du programme MOTIFORM™ pourraient perdurer pendant quatre mois. Aucune étude, à notre connaissance, n'a évalué les effets cardiovasculaires d'un programme d'activité physique avec des outils d'évaluation objectifs quelques mois après ledit programme d'entraînement chez les enfants ayant le TDC. L'amélioration significative de la motivation intrinsèque démontrée dans notre étude pourrait favoriser la participation aux activités qui se présentent à eux après le programme MOTIFORM™ et ainsi maintenir leurs capacités cardiovasculaires. Nous ne pouvons par contre pas évaluer cette hypothèse comme le nombre de participants est petit. La réalisation d'une analyse sous forme de corrélation entre ces variables n'a pas été possible.

Concernant maintenant l'amélioration de la cadence de pas pendant la course du *Schrounch test*, il est démontré qu'avec l'âge et l'amélioration de la coordination motrice, les enfants neurotypiques ont un meilleur patron de course, ce qui allonge leur longueur de foulée et diminue leur cadence de pas (Diamond *et al.*, 2014; Schache *et al.*, 2014). Cela s'explique par une plus grande force et puissance musculaire (Chia *et al.*, 2013; Ratel *et al.*, 2014). Par contre, avec l'entraînement des enfants neurotypiques, l'amélioration de la puissance musculaire va favoriser un temps de contact au sol plus court et une vitesse de course plus grande ce qui augmente la cadence à l'effort (Diamond *et al.*, 2014; Schache *et al.*, 2014). Chez l'enfant ayant le TDC, aucune étude ne s'est intéressée, à notre connaissance, à l'influence d'un entraînement sur la cadence à la course. Dans le cas présent, nous observons aussi une augmentation significative de la cadence pour le groupe MOTIFORM™ suite à leur participation au programme d'entraînement. Il s'agirait donc possiblement d'une adaptation motrice des enfants ayant le TDC qui ont participé au programme MOTIFORM™ comme il a été observé chez les enfants typiques.

Le groupe témoin pour leur part semble plutôt avoir eu une détérioration de leur rendement mécanique. En effet, lorsque comparé à lui-même, le groupe témoin a eu une diminution significative de la vitesse maximale de course à l'effort entre le temps 1 et le temps 2 et de la vitesse moyenne de course du temps 2 au temps 3. Dans notre étude, on observe aussi que le groupe témoin, lorsque comparé à lui-même du temps 2 au temps 3, a une tendance à la baisse pour plusieurs variables : vitesse maximale à l'effort ($p=0,08$), cadence de pas ($p=0,068$) et longueur de foulée ($p=0,08$). Comme élaboré dans la revue de littérature du chapitre I, cette population a tendance à être sédentaire. Plusieurs études démontrent que le manque d'activité physique augmente le déconditionnement physique des enfants ayant le TDC (Blank *et al.*, 2019; Katartzi et Vlachopoulos, 2011; Li *et al.*, 2011; Rivilis *et al.*, 2011; Wu *et al.*, 2010; Zwicker *et al.*, 2012a). Ainsi, ces résultats pourraient indiquer que le groupe témoin, qui n'a pas participé au programme d'activités physiques adaptées, a vu sa condition physique se détériorer.

6.3 L'impact de MOTIFORM™ sur la perception de l'effort

Suite à la participation au programme d'entraînement MOTIFORM™, les deux groupes n'ont pas modifié leur niveau de perceptions de l'effort suivant l'exécution du *Scrounch test*. Ce résultat pourrait s'expliquer par le fait que nous n'avons pas observé d'amélioration marquée des capacités cardiovasculaires des enfants ayant participé au programme. Il est possible aussi que la notion de perception de l'effort soit plus abstraite pour des enfants plus jeunes. Puisque nos groupes avaient une grande étendue d'âge (5-10 ans au temps 1), cela pourrait augmenter la variabilité et expliquer pourquoi l'échelle n'a pas démontré de différence significative contrairement à l'étude de Farhat

et coll. 2015 qui ont démontré une différence significative de la perception de l'effort après un programme d'entraînement moteur où l'âge des participants étaient entre 7.8 et 9.8 ans.

6.4 L'impact de MOTIFORM™ sur la motivation

L'objectif de tous les kinésologues est de diminuer l'amotivation à participer aux activités physiques et d'augmenter la motivation autodéterminée, particulièrement la motivation intrinsèque pour favoriser un mode de vie physiquement actif. Un résultat très intéressant de notre étude a été d'observer le développement de la motivation à participer à des activités physiques chez une population reconnue pour être sédentaire (Blank *et al.*, 2019; ParticipACTION, 2020; Rivilis *et al.*, 2011; Zwicker *et al.*, 2012a). En effet, la Motivation Intrinsèque (MI) s'est avérée significativement supérieure pour le groupe MOTIFORM™ suite à la participation au programme comparativement au groupe témoin.

D'autres résultats de notre étude soutiennent l'amélioration du niveau de la motivation. Par exemple, l'amotivation du groupe MOTIFORM™, lorsque comparé à lui-même, a une forte tendance à diminuer suite à la participation au programme MOTIFORM™ (du temps 1 au temps 2). De plus, la Motivation Extrinsèque Autodéterminée (MEA) aurait tendance à être plus élevée pour le groupe MOTIFORM™ que pour le groupe témoin suite à la participation au programme MOTIFORM™ ($p=0,073$). L'intégration de l'autodétermination dans les activités physiques adaptée au TDC pourrait donc être un moyen de favoriser le développement de la motivation à participer à des activités physiques (Cairney *et al.*, 2005b; Katartzi et Vlachopoulos, 2011; Martin *et al.*, 2006; Missiuna *et al.*, 2007; Owen *et al.*, 2014; Silman *et al.*, 2011; Zwicker *et al.*, 2012a).

L'adaptation des jeux, l'introduction de périodes de jeu libre et le soutien du sentiment d'auto-efficacité qui est lié de près à la motivation intrinsèque/autodéterminée pendant la pratique d'activité physique ont eu un effet favorable sur le soutien des besoins fondamentaux (Cairney *et al.* 2005). Le fait de concevoir des jeux collaboratifs plutôt que compétitifs dont plusieurs étaient sous-divisés en atelier ou en sous-groupe pourrait aussi avoir eu des bienfaits au niveau du développement et/ou du soutien des besoins fondamentaux. En effet, dans une étude de Cacola *et coll.* (2016), les chercheurs ont observé que les enfants ayant le TDC qui participaient à des activités en petits groupes (4-5 enfants/groupe) avaient une diminution de leur anxiété et plus de plaisir que les enfants ayant le TDC étant dans des groupes où ils étaient plus nombreux lors des activités (11 enfants/groupe). L'anxiété joue un rôle négatif dans la motivation à participer à des activités physiques et est une problématique très répandue chez les enfants ayant le TDC (Blank *et al.*, 2019; Camden *et al.*, 2015). La majorité des activités proposées dans MOTIFORM™ étaient effectuées en petits groupes de trois ou quatre enfants. Il est possible que le fait de participer à des activités libres et semi-structurées en petits groupes ait provoqué une baisse d'anxiété et que cette baisse d'anxiété ait contribué à la diminution de l'amotivation ainsi qu'à l'augmentation de la motivation intrinsèque suite à la participation au programme MOTIFORM™.

En somme, cette étude soutient l'efficacité et la faisabilité d'introduire un programme autodéterminé sur la motivation et le rendement mécanique de la course chez les enfants ayant le TDC. Il s'agit d'une grande réussite puisque c'était la première fois que l'autodétermination était mise de l'avant dans un programme du genre avec des enfants ayant le TDC. Comme la faible motivation des enfants ayant le TDC est un frein majeur à leur participation à des activités physiques et incite à un mode de vie sédentaire, le fait que nous avons pu observer une baisse de l'amotivation suite à la participation au programme MOTIFORM™ chez les enfants ayant le TDC y participant est très encourageant. Il serait pertinent d'inclure, dans de futurs projets de recherche, un plus grand nombre de participants ainsi qu'une plus longue durée des

activités aérobies dans les séances d'entraînement afin de voir la possibilité d'observer une amélioration significative des capacités cardiovasculaires chez les enfants ayant le TDC.

6.5 Limites de l'étude

Dans un premier temps, plusieurs participants n'ont pas été en mesure de compléter les trois évaluations comprises dans ce projet de recherche pour diverses raisons (changement de diagnostic, parents ne peuvent plus se déplacer, pandémie de la COVID-19, etc.). Si les participants avaient été plus nombreux, peut-être aurions-nous pu observer des améliorations significatives d'un plus grand nombre de variables, de même qu'avoir des groupes plus équivalents au début de l'étude.

Dans un deuxième temps, le temps d'acquisition des données n'était pas uniforme chez tous les participants. En effet, en raison des difficultés de recrutement pour certains participants, les mois d'évaluations des participants du groupe témoin et du groupe MOTIFORMTM n'étaient pas toujours les mêmes. Certains ont été évalués plusieurs mois plus tard, ce qui peut avoir eu un impact sur leur condition physique.

Finalement, le test d'évaluation cardiovasculaire utilisé, bien que répondant théoriquement aux besoins des enfants ayant le TDC, n'est pas un test d'évaluation maximal. Si tel était le cas, ou si nous avions mesuré les échanges gazeux à l'effort avec un appareil de mesure des échanges gazeux portable tel que le Metamax 3B-R2, nous aurions pu avoir une mesure de la VO₂ et voir peut-être à ce moment-là une tendance ou un changement significatif de la condition cardiovasculaire des enfants participants au projet. Par contre, comme mentionnées précédemment, la pression de performance et l'intrusion d'un tel type d'équipement auraient aussi pu être des limites

pour évaluer les enfants qui ont le TDC, car on sait que les facteurs psychologiques tels que la confiance en soi et la motivation jouent un rôle important dans leur performance.

6.6 Perspectives futures

Ce projet met en lumière une nouvelle avenue potentielle pour l'entraînement des enfants ayant le TDC. La poursuite des évaluations concernant l'impact de l'inclusion de l'autodétermination dans la création de programmes d'activités, avec un plus grand bassin de participants, suivis de façon longitudinale, pourrait possiblement permettre d'observer des changements au niveau de différentes variables, notamment sur les variables cardiovasculaires et motivationnelles. Cette recherche permet aussi d'établir des données préliminaires pour soutenir l'utilisation du programme MOTIFORM™ dans d'autres études exploratoires avec des populations pédiatriques ayant d'autres troubles neurodéveloppementaux tels que le TDA/H, trouble d'apprentissage, etc.

De plus, la faisabilité du Schrounch test avec cette clientèle soutient la pertinence de valider le *Scrounch test*. Les résultats pourraient permettre d'obtenir des valeurs standards chez l'enfant au développement typique et chez les enfants ayant le TDC et pourrait ainsi, permettre d'adapter les modalités d'évaluations cliniques et scolaires pour les enfants éprouvant des difficultés motrices. Si des résultats favorables étaient démontrés, l'exécution des tests d'évaluations utilisés qui sont généralement très exigeants et démotivants, pourraient être réalisés auprès des élèves de manière sécuritaire et permettraient une évaluation plus précise des valeurs réelles des capacités cardiovasculaires, puisque les participants n'auraient pas envie d'abandonner plus rapidement en raison du niveau de difficulté trop élevée ou de la peur d'être jugés. En effet, le *Scrounch test* est un test rapide à réaliser, nécessite peu de matériel et peut s'effectuer de manière individuelle.

CONCLUSION

Le programme MOTIFORM™, destiné aux enfants ayant le TDC, a été le premier programme incluant la théorie de l'autodétermination qui regroupe les sentiments de compétences, d'appartenance et d'autonomie à ses activités. Cette étude préliminaire démontre que le programme a permis d'améliorer la motivation intrinsèque et de diminuer l'amotivation à participer à des activités physiques chez les enfants ayant le TDC. Le programme a aussi permis d'améliorer de manière significative la cadence et la vitesse de course, mais n'a pas engendré d'impact significatif sur les capacités cardiovasculaires et la perception de l'effort des enfants y participant. Un programme tel que le programme MOTIFORM™, en augmentant la durée des activités aérobies, pourrait peut-être favoriser l'amélioration des capacités cardiovasculaires des enfants ayant le TDC. Une étude à plus grande échelle pourrait permettre de vérifier cette hypothèse. En raison de son impact sur la motivation, ce type de programme d'activité physique adaptée pourrait permettre d'adopter un mode de vie physiquement actif, ce qui est impératif pour limiter le risque que les enfants ayant le TDC développent des maladies issues du syndrome métabolique ou voient leurs difficultés motrices s'exacerber et avoir un impact négatif plus grand dans leur vie quotidienne. Les résultats indiquent d'ailleurs que le groupe témoin, qui n'a pas participé au programme d'activités physiques adaptées, a vu son rendement mécanique se détériorer. Cette étude permet d'outiller et de soutenir les professionnels qui travaillent avec les enfants

ayant le TDC dans un contexte d'activités motrices. Les résultats préliminaires appuient cette démarche novatrice qui pourrait conduire à une étude de plus grande envergure.

ANNEXE A

EXEMPLE DE PROGRAMME D'ACTIVITÉ PHYSIQUE DU PROGRAMME MOTIFORM™

Canevas séances MOTIFORM™

Numéro de la séance : 6

Titre de la séance/Pays : Surfer sur la vague! / Hawaï

Date : 23 Février 2018

Lieu : Brébeuf Multi J1-17

Heure d'arrivée des intervenantes: 10h30

Ouverture des portes: 10h55

Début de la séance: 11h00

Fin de la séance: 12h30

Retour des intervenantes: 12h30 à 13h00

Rencontre Parents (oui/non) : Non

Objectifs généraux :

- **Autodétermination** : Toutes les activités doivent solliciter le sentiment d'appartenance, le sentiment de compétence et le sentiment d'autonomie (pouvoir, choix).
- **Physiques et moteurs**: Schéma corporel, l'équilibre, la dissociation segmentaire, coordination inter segmentaire, coordination oeil-pied, équilibre, capacités cardiorespiratoires
- **Occupationnels** : utilisation des ustensiles

Matériel requis	Personne responsable	Emprunt Bréboeuf (oui/non)	État
Passeport (12)	Emmanuella	non	
Collant/étampe de Hawaï	Camille	non	
Dessins imprimés	Emmanuella	non	
Crayons de couleur	Camille	non	
Balles et ballons de différentes grosseurs	Camille	oui + UQAM?	
Gros Matelas et matelas «fromage»	Camille	?	
Radio/système de son avec musique hawaïenne	Camille	oui	
12 matelas bleus (tapis de sol)	Camille	oui	

12 jupes de paille		non	
Fleurs en plastique	Tous/Camille dollo?	non	
Image de roche et papier collant	Emmanuella	non	
Images de Bob l'éponge (surf, hawaïen, etc.)	Emmanuella	non	
Planche proprioceptive	Camille UQAM	non	
BOSU (2)	Camille	oui + UQAM	
Putty de différentes résistances (très molle, très ferme)	Catherine/ Élizabeth	non	
Table et chaises			
Ustensiles pour chaque enfant (couteau, fourchette, cuillère)			
Pâte à modeler régulière			
Corde	Camille UQAM	non	
Cure-pipe à enrouler autour de la corde pour faire une «bille» au collier	Camille?	non	
Accessoires de collier	Tous/Camille dollo?	non	
Photos des techniques de surf agrandies à mettre au mur	Emmanuella		

DÉROULEMENT DE LA SÉANCE

Résumé des activités et du temps pour la séance 5	Temps (minutes) requis
Accueil et jeu libre <ul style="list-style-type: none"> • Discussion avec les parents attirés par les animatrices • Prise des présences • Retour sur le devoir moteur 	10
Échauffement – Jeu du Maître Singe	10
Activité 1) Parcours à Hawaï	30
Activité 2) Activité en lien avec le quotidien – Préparation de repas	15*
Jeu libre	15
Retour au calme – Yoga <ul style="list-style-type: none"> • Discussion avec les parents attirés par les animatrices 	10
Total	90 minutes

Accueil - Jeux libres (10 min) :

**simultanément les animatrices discutent avec les parents attirés*

- *Prise des présences*

- Retour sur le devoir moteur: Évaluation standardisée aux parents: Donner les passeports aux parents et leur demander : *Comment ont été les devoirs moteurs?* Écrire les commentaires dans le passeport.

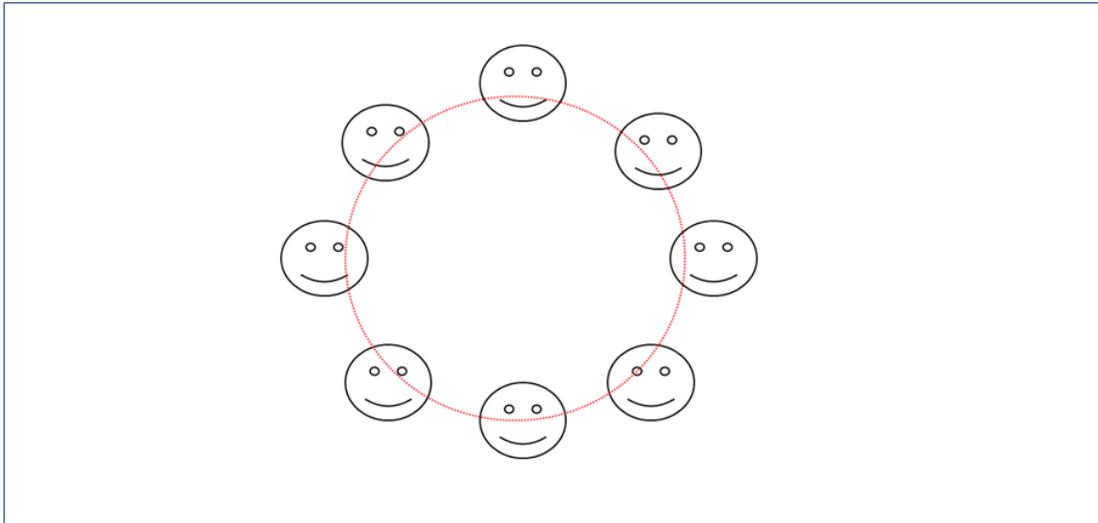
Les enfants vont prendre part à une séance de jeux libres où les intervenantes vont fournir du matériel. Les enfants auront le choix de prendre le matériel qu'ils désirent et les intervenantes vont superviser/accompagner les enfants pendant le temps alloué. Elles vont suggérer des activités au besoin (retrait de l'enfant par gêne, manque d'imagination, etc).

Période d'échauffement (10 minutes) : Jeu Maître singe

Objectifs spécifiques : Schéma corporel, l'équilibre et la dissociation segmentaire.

Description : La séance débutera par le jeu du Maître Singe. Pour ce faire, les enfants se positionnent avec les intervenants en cercle, puis chacun leur tour, les enfants se nomment. Le Maître Singe fait un mouvement et tous les amis doivent l'imiter. Après environ 10 secondes (signal de l'intervenante en kinésiologie), le Maître Singe change. Pour changer de Maître Singe, celui-ci doit se déplacer à côté du prochain Maître Singe et le nommer pour lui transmettre les pouvoirs. Le jeu se termine lorsque tous les enfants ont été le Maître Singe. Les intervenantes complètent l'échauffement par des mouvements qui échauffent tous les segments corporels et toutes les amplitudes articulaires. Si un enfant ne veut pas faire le Maître Singe, il n'est pas obligé.

Schéma:



Consignes : (À ce stade, les enfants maîtrisent le jeu)

1. Les enfants et les intervenants se placent en cercle.
2. Un enfant à la fois est le Maître Singe. Les autres personnes sont des singes alors ils vous imitent puisque tu es le maître singe (l'animatrice demande qui veut être le premier Maître Singe et lui demande de se nommer.). OK, *nom de l'enfant*, tu es le maître singe, invente un mouvement et tout le monde doit t'imiter! GO
3. Après 15 secondes environ, l'animateur dit : « Statue » (signal auditif toujours utilisé dans le programme pour signaler la fin d'une activité).
4. « Parfait, maintenant c'est au tour de quelqu'un d'autre d'être les maîtres singes. Alors *nom de l'enfant*, pour donner le pouvoir à une autre personne, tu dois lui donner un *High Five*» (démonstration simultanée de l'animatrice avec une intervenante). « *Nom de l'enfant qui est maintenant le Maître Singe*, invente un mouvement, GO ». « Statue, tu dois donner le pouvoir du maître singe à quelqu'un d'autre (High five). IDEM.

Faire le cri d'équipe

Pause aller boire de l'eau

Activités :

1. Parcours des activités à Hawaï (30 minutes) :

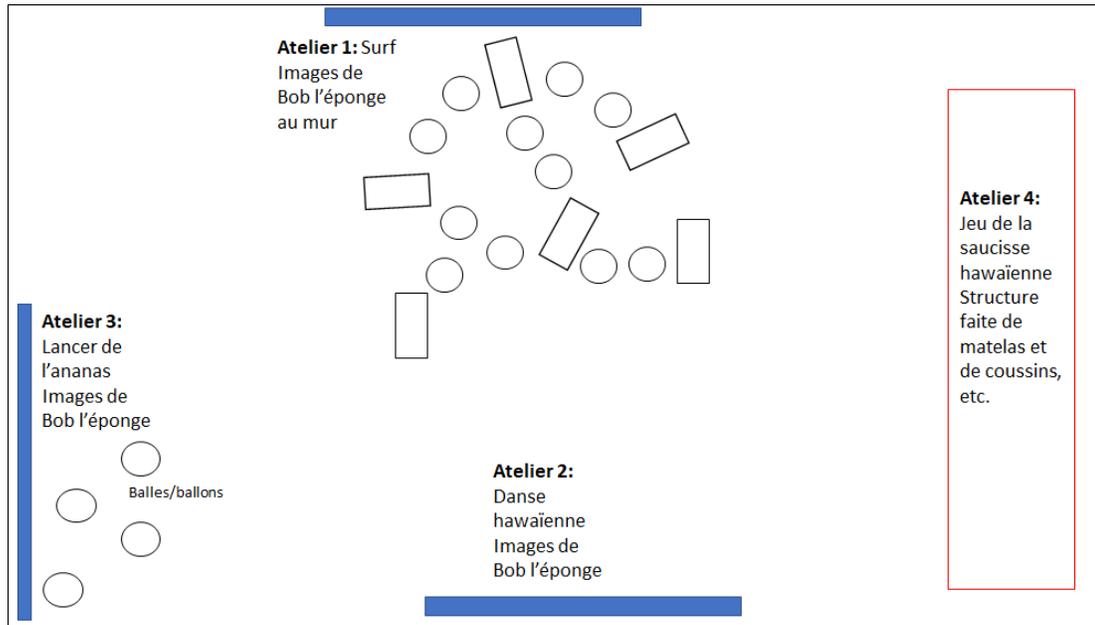
Objectifs d'intervention: Schéma corporel, coordination inter segmentaire, dissociation segmentaire, équilibre, coordination oeil-pied, capacités cardiorespiratoires

Matériel:

- Balles et ballons de différentes grosseurs
- Gros matelas et matelas "fromage"
- Images de Bob l'éponge (surf, hawaïen, ananas, etc.)
- Images de roches et papier collant
- Musique hawaïenne
- Bossus
- Planche proprioceptive
- Coussins (tapis de sol)
- Fleurs en plastique
- Jupe de paille
- Corde
- Fleurs
- Accessoires de collier

Description : Le gymnase sera séparé en 4 zones qui comporteront chacune une activité (atelier). Il y aura une intervenante responsable de chacune des zones afin d'animer et d'adapter l'activité à chaque enfant. Les enfants seront amenés à changer de zones aux 3 minutes lorsqu'une intervenante dira « statue, changement de zone hawaïenne ». Cependant, à la fin de chaque atelier, les enfants recevront une fleur ou des accessoires pour réaliser leur bouquet de fleurs hawaïen. Ils se déplaceront alors le plus rapidement possible au centre du gymnase pour mettre les accessoires nécessaires à la fabrication d'un collier Hawaïen dans un bac collectif pour confectionner le plus beau bouquet de fleurs hawaïen du monde. Ensuite, ils retourneront à l'atelier de leur choix. Comme une intervenante sera située à chaque activité, elles expliqueront et animeront pour que les enfants comprennent et s'amuse.

Schéma:



Consignes générales au début de l'activité:

1. Bienvenue à Hawaï! Aujourd'hui nous avons différentes activités qui sont situées dans le gymnase. À chaque activité, vous allez gagner des fleurs et des accessoires pour qu'on puisse se faire un collier géant hawaïen!
2. Vous choisissez une activité, vous vous amusez et à la fin on vous donne votre accessoire pour fabriquer le collier.
3. Tu prends l'accessoire dans ta main et tu vas le porter le plus vite possible dans le bac au centre du gymnase et tu vas te choisir une autre activité. (Démonstration de l'intervenante en même temps).

Atelier 1: Surf (atelier situé au bout du gymnase)

Description : Dans cette zone, il y aura des images de roches collées au sol afin de créer des chemins allant vers différentes îles (un coussin, tapis de sol, planches proprioceptives, bossus). Les enfants auront chacun leur petit matelas (tapis de sol) représentant un surf sur lequel ils choisiront leur manière de surfer (debout, sur une jambe, sur le ventre, de dos, etc.). Les techniques seront démontrées par l'intervenante lorsque l'enfant manque d'imagination. Au signal 'Statue, changement de surf', les enfants arrêtent de faire du surf et se déplacent d'une roche à l'autre jusqu'à la prochaine station.

Consignes: Ici, les amis on fait du surf, comme Bob l'éponge sur le mur. Choisissez un surf. Animation de l'activité. Statue, maintenant nous allons changer de surf mais attention, il y a de la lave. Vous devez vous déplacer en vous promenant sur les roches.

Atelier 2: Danse hawaïenne (atelier situé près du mur au centre du gymnase)

Description : Dans cette zone du gymnase, une intervenante sera là pour animer une séquence de danse hawaïenne. De plus, elle demandera la participation des enfants pour montrer leurs mouvements préférés et inventer des mouvements hawaïens. C'est un peu comme le Master Monkey, mais on fait danser les enfants sur une musique hawaïenne.

1. **Consignes:** Ici, les amis vous allez devoir nous montrer vos plus beaux mouvements de danse hawaïenne. Comment peut-on danser? (animatrice à une jupe de paille)

Atelier 3: Lancer les ananas sur Bob l'éponge (atelier situé au bout du gymnase)

Description : Dans cette zone du gymnase, nous allons coller au mur des images de Bob l'éponge (voir images en annexe). Les enfants auront à leur disposition plusieurs balles et ballons et devront les lancer au mur en essayant de viser les images.

Consignes: Vous voyez au mur, nous avons mis des images qui sont des cibles. Vous devez prendre les ananas au sol et les lancer au mur pour essayer de toucher les images. Après une minute, l'intervenante dit « comment pourrais-tu lancer ton ananas différemment? (par-dessus l'épaule, par-dessous l'épaule, main non dominante, sur un pied, etc.) »

Atelier 4: Jeu de la saucisse hawaïenne (atelier situé près du mur, au centre du gymnase)

Dans cette zone du gymnase, le long du mur, il y a une structure composée de matelas et de "fromage". Les enfants devront partir d'un côté de la structure pour ensuite rouler comme une saucisse hawaïenne jusqu'à l'autre extrémité. Après une minute, l'intervenante dit comment pourrais-tu rouler différemment? (culbute, bras collé au corps, bras au-dessus de la tête, roulade étoile, etc.)

- **Consignes:** Maintenant vous êtes une saucisse hawaïenne. Vous devez rouler à votre façon jusque de l'autre côté et revenir en courant. Go!

- Variantes
 - le niveau de difficulté est modifié dans chaque activité

Pause aller boire de l'eau

1. Activité de cuisine en lien avec la vie quotidienne : à tes ustensiles! (20 minutes)

Description: À la table, les enfants accompagnés de leurs parents vont pratiquer la manipulation des ustensiles (piquer, couper, prendre une cuillerée, ramasser) avec la pâte à modeler ou de la theraputty (avec différentes résistances). Les parents seront invités à rendre l'activité ludique et si nécessaire rappeler indirectement à leur enfant de regarder les pictogrammes démontrant les manipulations. Aucune démonstration ne sera faite aux enfants, ils auront seulement des consignes verbales.

Verbatim : « *Miam miam miam, maintenant qu'on s'est ouvert l'appétit grâce aux ananas, nous allons nous pratiquer à utiliser les ustensiles pour bien apprécier notre repas. Nous allons vous montrer 4 façons de prendre les aliments avec les ustensiles et ça sera ensuite à vous de choisir l'ordre des manipulations.* »

Manipulations :

Manipulation	Manipulation main dominante	Manipulation main non-dominante	Objectif visé	Gradation de l'activité/compensation
1. Rouler des pâtes dans une cuillère	Rotation Poignet-doigts main dominante avec fourchette dans theraputty	Stabilisation de la theraputty	Intégration graduelle du mouvement de «rouler des pâtes dans une cuillère».	L'utilisation de pâte à résistance élevée favorise l'afférence sensorielle et aide à l'intégration du mouvement. Avoir à disposition des lacets de chaussure à rouler dans une cuillère.

2. Couper un aliment avec un couteau et une fourchette	Prendre le couteau et faire mouvement de va-et-vient dans l'aliment	Prendre la fourchette, piquer l'aliment et le stabiliser	Intégration du mouvement de couper un aliment	L'utilisation de pâte de différentes résistances pour graduer la difficulté. Mettre un collant sur le couteau pour favoriser l'afférence visuelle lors de la préhension du couteau
3. Ramasser un aliment dans l'assiette pour le mettre dans la fourchette	Prendre la fourchette dans la main et racler le fond de l'assiette	Stabilisation de l'assiette possible	Intégration du mouvement de racler l'assiette avec la fourchette	Stabiliser l'assiette avec la main non dominante. L'utilisation de pâte de différentes résistances pour graduer la difficulté. Ceci permet d'inclure le mouvement de couper avec le côté latéral de la fourchette.
4. Ramasser un aliment dans l'assiette pour le mettre dans la fourchette avec l'aide du couteau	Prendre la fourchette dans la main et la déposer au fond de l'assiette	Prendre le couteau et pousser la nourriture dans la fourchette	Intégration du mouvement pour mettre des aliments dans la fourchette	Modifier le type d'aliment (morceau vs purée) qui devra être poussé par le couteau.

Variantes :

- Utilisation de thera putty de différentes résistances
- Varier la forme de la pâte à modeler (petites boules, galettes, serpents, grosses boules)

Compensation :

- Utilisation de pictogrammes si l'enfant éprouve des difficultés à faire ou à se rappeler des manipulations d'ustensile.

Matériels :

- Putty de différentes résistances (très molle, très ferme)
- Table et chaises
- Ustensiles pour chaque enfant (couteau, fourchette, cuillère)
- Pâte à modeler régulière

Jeux libres (15 minutes)

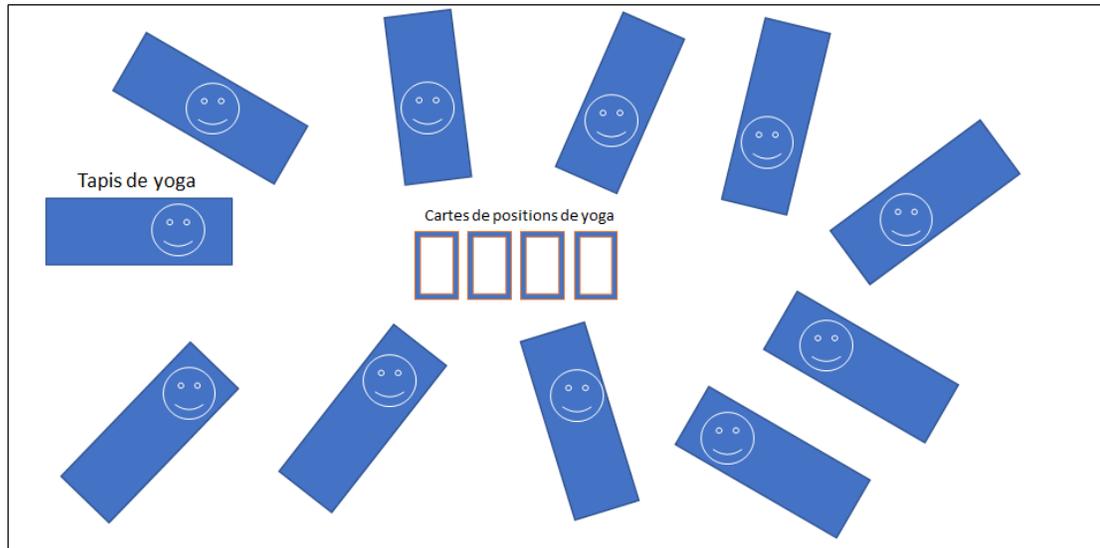
Durant le jeu libre, les intervenantes mettent en place les matelas au sol pour l'activité de retour au calme (yoga) et font la transition du matériel. Le rangement de matériel et transition à l'autre activité s'effectue par les intervenantes lorsque les enfants jouent librement.

Discussion avec les parents : Les étudiantes en ergothérapie pourront discuter avec les parents et leur mentionner l'objectif de la séance du jour tout en leur offrant des stratégies pour intégrer la pratique de l'autonomie à l'habillage au quotidien et la participation de leur enfant dans cette activité.

Retour au calme : Yoga animaux (10 minutes)*Description :*

La séance se termine avec des poses de yoga. Les enfants choisissent une position provenant de l'affiche de yoga et tentent de la reproduire et de la maintenir pour quelques secondes. Par la suite, l'enfant peut choisir une nouvelle position de l'affiche de yoga. De la musique de relaxation sera ajoutée.

Schéma:



Consignes: Nous allons faire du yoga pour pratiquer nos poses d'animaux. Il faut choisir une carte et produire le mouvement du mieux que vous pouvez. Veuillez choisir une carte et produire le mouvement.

Matériel :

- Fiches de yoga
- 1 tapis de sol par enfant

NOTE: Pour toutes les activités, le niveau d'encadrement va varier selon la progression des enfants.

Ouverture : Retour concernant l'intégration des objectifs de la journée dans le quotidien.

Cri d'équipe et ouverture sur la prochaine séance. Félicitations aux enfants.

Évaluation standardisée de la perception de la séance dans le passeport (3 émoticônes). Les intervenantes doivent dire à chaque enfant: *Comment as-tu aimé les activités de MOTIFORM aujourd'hui?*

Offrir à chaque enfant son collant de la séance (APRÈS L'ÉVALUATION de l'enfant).

Départ des familles.

ANNEXE B

FORMULAIRE D'INFORMATION ET DE CONSENTEMENT



CHU Sainte-Justine
Le centre hospitalier
universitaire mère-enfant
Pour l'amour des enfants



Université
de Montréal



UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

FORMULAIRE D'INFORMATION ET DE CONSENTEMENT

Favoriser la participation sociale des enfants avec un trouble développemental de la coordination par la création d'un environnement social adapté: le programme MOTIFORM™

Chercheurs principaux

Marie-Noelle Simard, PhD, ergothérapeute, Centre de recherche, CHU Sainte-Justine
Marieve Blanchet, PhD, kinésiologue, Université du Québec à Montréal
Sabrina Cavallo, PhD, ergothérapeute, Université de Montréal

Co-chercheurs

Balthazar
Chantale Camden
Lionel Carmant
Mélanie Couture
Gratton
Sarah Lippé
Éliane Leduc
Karianne Nadeau

Source de financement

Ce projet est financé par une subvention de recherche attribuée en partenariat par le Réseau provincial de recherche en adaptation-réadaptation et l'Office de la personne handicapée du Québec.

1. Invitation à participer à un projet de recherche

La Clinique du trouble développemental de la coordination (TDC) du CHU Sainte-Justine réalise un projet de recherche afin de connaître l'impact d'un programme d'activité physique réalisé en groupe (MOTIFORM™) sur le fonctionnement dans la vie de tous les jours des enfants avec un TDC, sur leur motivation à participer à des activités physiques ainsi que sur leurs capacités motrices et cardiovasculaires. Nous sollicitons aujourd'hui votre participation et celle de votre enfant à cette étude. Avant d'accepter de participer à ce projet de recherche, veuillez prendre le temps de lire et de comprendre les renseignements qui suivent. Ce document vous explique le but de ce projet de recherche, ses procédures, avantages, risques et inconvénients. Nous vous invitons à poser toutes les questions que vous jugerez utiles à la personne qui vous présente ce document.

2. Quelle est la nature de cette recherche ?

Votre enfant a reçu un diagnostic de trouble développemental de la coordination. Le trouble développemental de la coordination est un des problèmes de développement les plus fréquents chez les enfants d'âge scolaire. Les enfants ayant un trouble développemental de la coordination manifestent un

retard dans le développement de leurs habiletés motrices (ex. marcher, courir, lancer et attraper un ballon, tenir un crayon). Ces difficultés motrices nuisent à la réalisation des activités de la vie quotidienne de l'enfant (ex. attacher leurs souliers, s'habiller, écrire) et affectent potentiellement sa réussite scolaire, ses interactions sociales et son estime de soi. De plus, le trouble développemental de la coordination est associé à une faible participation aux activités physiques ce qui diminue leur niveau de condition physique et ainsi, les prédispose à développer des conditions associées telles que le diabète de type 2, des maladies cardiovasculaires et l'obésité.

Pourtant, la participation régulière des enfants avec un trouble développemental de la coordination à des activités physiques aurait de nombreux bienfaits tels que le développement de leurs capacités motrices et de leur condition physique ainsi que l'amélioration de leur santé affective, de leurs habiletés sociales et de leur réussite scolaire. Dans cette perspective, nous avons mis sur pied le programme MOTIFORM™ qui, en plus de viser l'amélioration des capacités motrices et de la condition physique des enfants avec un trouble développemental de la coordination, a pour objectif d'améliorer la motivation à participer à des activités physiques ainsi que leur adhérence à ces dernières. Nous croyons également que MOTIFORM™ pourrait avoir une influence positive sur le fonctionnement au quotidien des familles dont un enfant a un trouble développemental de la coordination. L'efficacité d'un programme d'activité physique tel que MOTIFORM™ auprès de diverses clientèles adultes et pédiatriques a été démontrée par le passé. Toutefois, cette efficacité n'a jamais été démontrée auprès d'enfants avec un trouble développemental de la coordination.

Nous vous invitons, vous et votre enfant, à participer à ce projet de recherche qui consiste essentiellement à **évaluer l'effet de MOTIFORM™ sur les habiletés motrices, la condition physique, la motivation à participer à des activités physiques et au fonctionnement dans la vie de tous les jours des enfants avec un trouble développemental de la coordination.**

Ving-quatre enfants avec un trouble développemental de la coordination et âgés entre 7 et 11 ans seront recrutés pour participer à ce projet de recherche. Pour bien mesurer les effets attribuables à MOTIFORM™, les enfants recrutés seront distribués entre deux groupes : douze enfants participeront au programme MOTIFORM™ à l'hiver 2019 et douze enfants feront partie du groupe appelé *Contrôle* qui seront évalués selon les mêmes critères que les enfants du groupe MOTIFORM™ sans participer à ce dernier. Toutefois, ils auront priorité pour participer à la prochaine session de MOTIFORM™.

3. Comment se déroulera le projet ?

Pour le groupe MOTIFORM™ :

Ce projet de recherche se déroulera au gymnase du Collège Brébeuf ainsi qu'au CHU Sainte-Justine en 4 phases :

- 1) Évaluation 1 – dans le mois précédant le début du programme MOTIFORM™
- 2) Participation au programme MOTIFORM™ de janvier à avril 2019
- 3) Évaluation 2 – dans le mois suivant la fin du programme MOTIFORM™
- 4) Évaluation 3 – 4 mois après l'évaluation 2

Évaluations 1, 2 et 3 (durée de 75 minutes pour chacune des séances d'évaluation)

- Nous ferons une évaluation des habiletés motrices de votre enfant à l'aide d'activités (ex. jeux de balle, activités papier-crayon) qui permettront d'apprécier son équilibre, sa coordination et sa dextérité manuelle.
- Nous ferons une évaluation des capacités cardiovasculaires de votre enfant à l'aide de deux tests mesurant la distance parcourue en marchant ou en courant durant une période prédéterminée de quelques minutes. Durant ces deux tests, votre enfant portera un appareillage incluant une ceinture étroite et légère au niveau de la cage thoracique et une montre au poignet afin de mesurer son rythme cardiaque et sa fréquence respiratoire.
- Nous administrerons trois questionnaires auprès de votre enfant qui visent l'évaluation de son fonctionnement dans sa vie de tous les jours ainsi que sa motivation à réaliser des activités physiques.
- Vous aurez également à compléter deux questionnaires portant sur le fonctionnement de votre enfant dans sa vie de tous les jours ainsi que sur le niveau de stress vécu au quotidien.
- Nous vous poserons également des questions socio-démographiques (ex. votre niveau de scolarité, votre pays d'origine), sur les services reçus par votre enfant (ex. ergothérapie) et les activités physiques réalisées par votre enfant (ex. soccer).

Participation au Programme MOTIFORM™

Du 19 Janvier 2019 au 13 Avril 2019, votre enfant et vous participerez au programme d'activités physiques de groupe MOTIFORM™ à raison d'une séance de 1h30 par semaine les samedis matins, au Collège Brébeuf. Le programme MOTIFORM™ se divise en trois volets: 1) programme en groupe d'activités physiques adaptées au trouble développemental de la coordination, 2) services de conférences-ateliers destinés aux parents et leur entourage et 3) jeu de carte pour la maison.

- 1) **Programme en groupe d'activités physiques** : Les activités physiques prévues sollicitent principalement l'équilibre, la motricité globale (ex. course, sauts) et la coordination de l'enfant dans une intensité modérée qui progresse à travers les séances en fonction des particularités de l'enfant. Après chacune des activités réalisées au cours d'une séance, votre enfant sera invité à compléter un court questionnaire portant sur le sentiment de plaisir vécu durant l'activité.
- 2) **Conférences-ateliers** : À quatre reprises durant le déroulement du programme, un atelier-conférence sera réalisé avec les parents.
- 3) **Jeu de carte pour la maison** : Les séances en groupe seront bonifiées par le jeu de cartes MOTIFORM™, un jeu ludique et simple à faire à la maison qui stimule les capacités motrices et cardiovasculaires et favorise les interactions sociales en cours de réalisation.

Ultimement, il sera proposé aux enfants du groupe MOTIFORM™ de participer à la course officielle de 5 km (*Course de la Banque Scotia*).

Pour le groupe *Contrôle* :

Les évaluations 1, 2 et 3 seront réalisées selon les mêmes modalités par les participants au groupe *Contrôle*. Les trois séances d'évaluation se dérouleront au CHU Sainte-Justine.

Votre enfant et vous serez invités à participer à la prochaine séance du programme MOTIFORM™.

4. Quels sont les avantages et bénéfices?

Pour le groupe MOTIFORM™:

En participant à cette étude, vous et votre enfant pourrez participer gratuitement au programme MOTIFORM™. Aucun autre avantage direct ne sera retiré de votre participation à ce projet de recherche. Nous espérons que les connaissances acquises grâce à ce projet seront utiles pour améliorer les services offerts aux enfants atteints de TDC.

Pour le groupe *Contrôle* :

Vous et votre enfant ne retirerez aucun avantage direct en participant à cette recherche. Vous et votre enfant serez toutefois priorisés pour participer à la prochaine session du programme MOTIFORM™. Nous espérons que les connaissances acquises grâce à ce projet seront utiles pour améliorer les services offerts aux enfants atteints de TDC.

5. Quels sont les inconvénients et les risques ?

Pour le groupe MOTIFORM™:

Il n'y a aucun risque à participer à ce projet de recherche outre les risques similaires à ceux de la vie quotidienne par exemple, chuter durant une activité proposée ou en marchant pendant le test de marche de six minutes. Pour éviter ce genre de situation, une attention particulière est apportée pour la prévention des blessures (coussins, adaptations des jeux, objets mous, etc.). Il se peut que votre enfant ressente de la fatigue durant la réalisation de certaines activités. Pendant l'ensemble des activités du programme, les enfants sont avisés qu'ils peuvent prendre une pause à tout moment.

Par ailleurs, le temps que vous devrez consacrer pour remplir les questionnaires et vous déplacer lors des rendez-vous pour les évaluations 1, 2 et 3 peuvent également constituer un autre inconvénient. Les examinateurs seront entraînés pour l'administration des évaluations réalisées auprès de votre enfant. Si celui-ci devient épuisé pendant une partie de l'évaluation, nous prendrons une pause et recommencerons l'évaluation avec son accord. En cas de refus de sa part d'exécuter les tâches demandées, nous mettrons fin à l'évaluation.

Pour le groupe *Contrôle* :

Il n'y a aucun risque à participer à ce projet de recherche outre les risques similaires à ceux de la vie quotidienne par exemple, chuter durant le test de marche de six minutes. Les examinateurs seront entraînés pour l'administration des évaluations réalisées auprès de votre enfant. Si celui-ci devient épuisé pendant une partie de l'évaluation, nous prendrons une pause et recommencerons l'évaluation avec son accord. En cas de refus de sa part d'exécuter les tâches demandées, nous mettrons fin à l'évaluation. Par ailleurs, le temps que vous devrez consacrer pour remplir les questionnaires et vous déplacer lors des rendez-vous pour les évaluations 1, 2 et 3 peuvent également constituer un autre inconvénient.

6. Y a-t-il d'autres options possibles ?

Si vous refusez que votre enfant participe à ce projet de recherche, vous aurez les soins usuels prévus à Clinique du trouble développemental de la coordination du CHU Sainte-Justine si votre enfant y est suivi.

7. Comment la confidentialité est-elle assurée ?

Toutes les informations collectées pendant cette étude seront gardées confidentielles, à moins d'une autorisation de votre part ou d'une exception de la loi. Ces informations ne seront utilisées d'aucune façon pouvant révéler votre identité et celle de votre enfant. Pour ce faire, ces renseignements seront codés et mis sous clé. Ainsi, un code d'identification sera attribué à chaque participant, et seuls les chercheurs principaux de l'étude (Blanchet, Cavallo, Simard) auront accès à la liste des noms et des codes des enfants. Cette liste de codes sera conservée sous-clé, dans un classeur situé au bureau de Dr Simard au CHU Sainte-Justine. Les dossiers de recherche codés seront conservés sous la responsabilité de Dr Simard et seront disposés dans un classeur différent de celui où sera conservée la liste de codes. Cependant, aux fins de vérifier la saine gestion de la recherche, il est possible qu'un délégué du comité d'éthique de la recherche consulte les données de recherche, votre dossier médical et le dossier médical de votre enfant. L'ensemble du dossier de recherche sera détruit sept années après la fin du projet de recherche.

Par ailleurs, les résultats de cette étude pourront être publiés ou communiqués dans un congrès scientifique mais aucune information pouvant vous identifier ainsi que votre enfant ne sera alors dévoilée.

8. Responsabilité

En signant ce formulaire, vous ne renoncez à aucun de vos droits ni à ceux de votre enfant. De plus, vous ne libérez pas les investigateurs de leur responsabilité légale et professionnelle.

9. Y a-t-il une compensation prévue pour vos dépenses et inconvénients ?

Un dédommagement de 25\$ aux visites prévues pour les trois moments d'évaluation sont prévues pour couvrir les frais de stationnement.

10. Liberté de participation

Votre participation et celle de votre enfant à l'étude est libre et volontaire. Toute nouvelle connaissance susceptible de remettre en question sa participation vous sera communiquée. Vous pouvez vous retirer de l'étude en tout temps et sans préjudice. Quelle que soit votre décision cela n'affectera pas la qualité des services de santé qui sont offerts à votre enfant. En cas de retrait, nous détruirons les données non encore analysées recueillies sur vous et votre enfant ainsi que les vidéos enregistrées.

11. En cas de questions ou de difficultés, avec qui peut-on communiquer ?

Si vous avez des questions sur la recherche ou sur les implications de votre participation, veuillez communiquer avec le chercheur responsable de cette étude au CHU Sainte-Justine, Marie-Noelle Simard au poste 5114.

Pour tout renseignement sur vos droits à titre de participants à ce projet de recherche, vous pouvez contacter le commissaire local aux plaintes et à la qualité des services du CHU Sainte-Justine au 514-345-4749.

12. Consentement

On m'a expliqué la nature et le déroulement du projet de recherche intitulé « Favoriser la participation sociale des enfants avec un trouble développemental de la coordination par la création d'un environnement social adapté: le programme MOTIFORM ». J'ai pris connaissance du formulaire de consentement et on m'en a remis un exemplaire. J'ai eu l'occasion de poser des questions auxquelles on a répondu à ma satisfaction. Après réflexion, j'accepte de participer avec mon enfant à ce projet de recherche. J'autorise l'équipe de recherche à consulter le dossier médical de mon enfant pour obtenir les informations pertinentes à ce projet.

Nom de l'enfant (Lettres moulées)

Nom du parent et tuteur (Lettres moulées)

Consentement (Signature)

Date

J'ai expliqué au parent/tuteur tous les aspects pertinents de la recherche et j'ai répondu aux questions qu'ils m'ont posées. Je leur ai indiqué que la participation au projet de recherche est libre et volontaire et que la participation peut être cessée en tout temps.

Nom de la personne qui a obtenu
le consentement (Lettres moulées)

Consentement (Signature)

Date

ANNEXE C

CRITÈRES D'ARRÊT D'UN TEST D'ÉVALUATION CARDIOVASCULAIRE MAXIMAL CHEZ L'ENFANT³

Critères	Mesures	Définitions
Atteinte d'un plateau de VO ₂ 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 ₂ expiré par minute et du volume d'O ₂ consommé dans le même temps.
F _c max	>195 bpm	Valeur la plus importante du rythme cardiaque lors d'un exercice épuisant.
Lactatémie	>6-7mmol*l ⁻¹	Concentration de lactate (sel formé à partir de l'acide lactique) dans le sang.

³ Ratel et Martin, 2014.

RÉFÉRENCES

- Aertssen, W. F. M., Ferguson, G. D., & Smits-Engelsman, B. C. M. (2016). Performance on Functional Strength Measurement and Muscle Power Sprint Test confirm poor anaerobic capacity in children with Developmental Coordination Disorder. *Res Dev Disabil*, 59, 115-126. doi:10.1016/j.ridd.2016.08.002
- American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders: DSM-5™, 5th ed.* Arlington, VA, US: American Psychiatric Publishing, Inc.
- Armstrong, N., & van Mechelen, W. (2008). *Paediatric Exercise Science and Medicine*: OUP Oxford.
- Baquet, G., Berthoin, S., Dupont, G., Blondel, N., Fabre, C., & van Praagh, E. (2002). Effects of high intensity intermittent training on peak VO(2) in prepubertal children. *Int J Sports Med*, 23(6), 439-444. doi:10.1055/s-2002-33742
- Baquet, G., van Praagh, E., & Berthoin, S. (2003). Endurance training and aerobic fitness in young people. *Sports Med*, 33(15), 1127-1143. doi:10.2165/00007256-200333150-00004
- Blank, R., Barnett, A. L., Cairney, J., Green, D., Kirby, A., Polatajko, H., . . . Vincon, S. (2019). 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
- Bouffard, M., Watkinson, E. J., Thompson, L. P., Dunn, J. L. C., & Romanow, S. K. E. (1996). A Test of the Activity Deficit Hypothesis with Children With Movement Difficulties. *IJ*(1), 61. doi:10.1123/apaq.13.1.61
- Braaksma, P., Stuive, I., van der Hoek, F. D., van der Sluis, C. K., Schoemaker, M. M., & 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. doi:10.3389/fped.2018.00396
- Cacola, P., Romero, M., Ibana, M., & Chuang, J. (2016). Effects of two distinct group motor skill interventions in psychological and motor skills of children with Developmental Coordination Disorder: A pilot study. *Disabil Health J*, 9(1), 172-178. doi:10.1016/j.dhjo.2015.07.007
- Cairney, Hay, J., Faught, B., Flouris, A., & Klentrou, P. (2007). Developmental Coordination Disorder and Cardiorespiratory Fitness in Children. *Pediatric exercise science*, 19, 20-28. doi:10.1123/pes.19.1.20

- Cairney, Hay, J., Faught, B., & Hawes, R. (2005a). Developmental coordination disorder and overweight and obesity in children aged 9-14 y. *International journal of obesity (2005)*, *29*, 369-372. doi:10.1038/sj.ijo.0802893
- Cairney, Hay, J., Veldhuizen, S., & Faught, B. (2010). Comparison of VO₂ maximum obtained from 20 m shuttle run and cycle ergometer in children with and without developmental coordination disorder. *Res Dev Disabil*, *31*(6), 1332-1339. doi:10.1016/j.ridd.2010.07.008
- Cairney, Hay, J. A., Faught, B. E., Wade, T. J., Corna, L., & Flouris, A. (2005b). 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, Hay, J. A., Wade, T. J., Faught, B. E., & Flouris, A. (2006). Developmental coordination disorder and aerobic fitness: is it all in their heads or is measurement still the problem? *Am J Hum Biol*, *18*(1), 66-70. doi:10.1002/ajhb.20470
- Cairney, Veldhuizen, S., King-Dowling, S., Faught, B. E., & Hay, J. (2017). 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., Missiuna, C., Timmons, B. W., Rodriguez, C., Veldhuizen, S., King-Dowling, S., . . . Le, T. (2015). The Coordination and Activity Tracking in CHildren (CATCH) study: rationale and design. *BMC Public Health*, *15*, 1266. doi:10.1186/s12889-015-2582-8
- Camden, C., Wilson, B., Kirby, A., Sugden, D., & Missiuna, C. (2015). Best practice principles for management of children with developmental coordination disorder (DCD): results of a scoping review. *Child Care Health Dev*, *41*(1), 147-159. doi:10.1111/cch.12128
- Castelli, D. M., & 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
- Cavalcante Neto, J. L., Zamunér, A. R., Silva, R. A. d. S., Menegat, D., Silva, E., & Tudella, E. (2017). Effects of motor skills training program on the cardiac autonomic control in children with developmental coordination disorder: a preliminary study. *European Journal of Physiotherapy*, *19*(sup1), 56-58. doi:10.1080/21679169.2017.1381314
- Chappell, A., Allison, G. T., Williams, G., Gibson, N., & Morris, S. (2020). The effect of a running training intervention on ankle power generation in children and adolescents with cerebral palsy: A randomized controlled trial. *Clinical Biomechanics*, *76*, 105024. doi:<https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2020.105024>
- Chen, F. C., Tsai, C. L., Biltz, G. R., Stoffregen, T. A., & Wade, M. G. (2015). Variations in cognitive demand affect heart rate in typically developing

- children and children at risk for developmental coordination disorder. *Res Dev Disabil*, 38, 362-371. doi:10.1016/j.ridd.2014.12.002
- Chia, Guelfi, K. J., & 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
- Chia, Licari, M. K., Guelfi, K. J., & Reid, S. L. (2013). A comparison of running kinematics and kinetics in children with and without developmental coordination disorder. *Gait & Posture*, 38(2), 264-269. doi:<https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2012.11.028>
- Cicone, Z. S., Holmes, C. J., Fedewa, M. V., MacDonald, H. V., & Esco, M. R. (2019). 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
- Cohen, J. (2013). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*: Taylor & Francis.
- Colley, R. C., Carson, V., Garriguet, D., Janssen, I., Roberts, K. C., & Tremblay, M. S. (2017). Physical activity of Canadian children and youth, 2007 to 2015. *Health reports*, 28(10), 8-16. Retrieved from <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29044441>
- Davids, J. R., Bagley, A. M., & Bryan, M. (1998). Kinematic and kinetic analysis of running in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*, 40(8), 528-535. doi:10.1111/j.1469-8749.1998.tb15411.x
- Day, J. R., Rossiter, H. B., Coats, E. M., Skasick, A., & Whipp, B. J. (2003). The maximally attainable $\dot{V}O_2$ during exercise in humans: the peak vs. maximum issue. *Journal of Applied Physiology*, 95(5), 1901-1907. doi:10.1152/jappphysiol.00024.2003
- de Groot, J. F., & Takken, T. (2011). The six-minute walk test in paediatric populations. *Journal of physiotherapy*, 57(2), 128-128. doi:10.1016/S1836-9553(11)70026-1
- Deconinck, F. J., De Clercq, D., Savelsbergh, G. J., Van Coster, R., Oostra, A., Dewitte, G., & Lenoir, M. (2006). Visual contribution to walking in children with Developmental Coordination Disorder. *Child Care Health Dev*, 32(6), 711-722. doi:10.1111/j.1365-2214.2006.00685.x
- Diamond, N., Downs, J., & Morris, S. (2014). "The problem with running"—Comparing the propulsion strategy of children with Developmental Coordination Disorder and typically developing children. *Gait & Posture*, 39(1), 547-552. doi:<https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2013.09.007>
- DSM-IV. Anxiety Disorders. In *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders*.
- Farhat, F., Hsairi, I., Baati, H., Smits-Engelsman, B. C., Masmoudi, K., McHirgui, R., . . . Moalla, W. (2016). The effect of a motor skills training program in the improvement of practiced and non-practiced tasks performance in children with

- developmental coordination disorder (DCD). *Hum Mov Sci*, 46, 10-22. doi:10.1016/j.humov.2015.12.001
- Farhat, F., Hsairi, I., & Hamza, B. (2015a). 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
- Farhat, F., Masmoudi, K., Hsairi, I., Smits-Engelsman, B. C., McHirgui, R., Triki, C., & Moalla, W. (2015b). 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
- Faught, B. E., Rivilis, I., Klentrou, P., Cairney, J., Hay, J., & Liu, J. (2013). 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., & Smits-Engelsman, B. C. (2014). 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
- Ferguson, G. D., Jelsma, D., Jelsma, J., & Smits-Engelsman, B. C. (2013). The efficacy of two task-orientated interventions for children with Developmental Coordination Disorder: Neuromotor Task Training and Nintendo Wii Fit Training. *Res Dev Disabil*, 34(9), 2449-2461. doi:10.1016/j.ridd.2013.05.007
- Fulton, J., Burgeson, C., Perry, G., Sherry, B., Galuska, D., Alexander, M., . . . Caspersen, C. (2001). Assessment of Physical Activity and Sedentary Behavior in Preschool-Age Children: Priorities for Research. *Pediatric exercise science*, 13, 113-126. doi:10.1123/pes.13.2.113
- Galle, P. (1926). The Oxygen Consumption per Litre of Blood in Children1. *Skandinavisches Archiv Für Physiologie*, 47(1), 174-187. doi:10.1111/j.1748-1716.1926.tb00156.x
- Girish, S., Raja, K., & Kamath, A. (2016). Prevalence of developmental coordination disorder among mainstream school children in India. *Journal of Pediatric Rehabilitation Medicine*, 9, 107-116. doi:10.3233/PRM-160371
- Gomez, A., & Sirigu, A. (2015). Developmental coordination disorder: core sensorimotor deficits, neurobiology and etiology. *Neuropsychologia*, 79(Pt B), 272-287. doi:10.1016/j.neuropsychologia.2015.09.032
- Green, Hopman, M. T., Padilla, J., Laughlin, M. H., & Thijssen, D. H. (2017). Vascular Adaptation to Exercise in Humans: Role of Hemodynamic Stimuli. *Physiol Rev*, 97(2), 495-528. doi:10.1152/physrev.00014.2016
- Green, D., Lingam, R., Mattocks, C., Riddoch, C., Ness, A., & Emond, A. (2011). The risk of reduced physical activity in children with probable Developmental Coordination Disorder: a prospective longitudinal study. *Res Dev Disabil*, 32(4), 1332-1342. doi:10.1016/j.ridd.2011.01.040

- 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). 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, & Larkin, D. (2006). Physical fitness of children with motor learning difficulties. *European Journal of Special Needs Education*, 21, 447-456. doi:10.1080/08856250600956410
- Harris, S. R., Mickelson, E. C. R., & 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
- Hay. (1992). Adequacy in and Predilection for Physical Activity in Children. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 2(3), 192-201. Retrieved from https://journals.lww.com/cjsportsmed/Fulltext/1992/07000/Adequacy_in_and_Predilection_for_Physical_Activity.7.aspx
- Hay, J. A., Hawes, R., & Faught, B. E. (2004). Evaluation of a screening instrument for developmental coordination disorder. *J Adolesc Health*, 34(4), 308-313. doi:10.1016/j.jadohealth.2003.07.004
- Hendrix, C. G., Prins, M. R., & Dekkers, H. (2014). Developmental coordination disorder and overweight and obesity in children: a systematic review. *Obes Rev*, 15(5), 408-423. doi:10.1111/obr.12137
- Henriksen, A., Grimsgaard, S., Horsch, A., Hartvigsen, G., & Hopstock, L. (2019). Validity of the Polar M430 Activity Monitor in Free-Living Conditions: Validation Study. *JMIR Form Res*, 3(3), e14438. doi:10.2196/14438
- Hui, S. S., & Chan, J. W. (2006). 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
- Jansen, P., Lehmann, J., & Tafelmeier, C. (2018). Motor and Visual-spatial Cognition Development in Primary School-Aged Children in Cameroon and Germany. *J Genet Psychol*, 179(1), 30-39. doi:10.1080/00221325.2017.1415201
- Joshi, D., Missiuna, C., Hanna, S., Hay, J., Faught, B. E., & Cairney, J. (2015). Relationship between BMI, waist circumference, physical activity and probable developmental coordination disorder over time. *Human Movement Science*, 40, 237-247. doi:<https://doi.org/10.1016/j.humov.2014.12.011>
- Kadesjo, B., & Gillberg, C. (1998). Attention deficits and clumsiness in Swedish 7-year-old children. *Dev Med Child Neurol*, 40(12), 796-804.
- Kane, K. J., & Staples, K. L. (2016). A Group Motor Skills Program for Children with Coordination Difficulties: Effect on Fundamental Movement Skills and Physical Activity Participation. *Physical & Occupational Therapy In Pediatrics*, 36(1), 28-45. doi:10.3109/01942638.2014.978934

- Kanioglou, A. (2006). Estimation of physical abilities of children with developmental coordination disorder. *Studies in Physical Culture and Tourism*, 13, 25-32.
- Katartzi, E. S., & Vlachopoulos, S. P. (2011). 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
- Kim, Y., & Lochbaum, M. (2018). 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
- King-Dowling, S., Rodriguez, C., Missiuna, C., Timmons, B. W., & Cairney, J. (2018). Health-related Fitness in Preschool Children with and without Motor Delays. *Med Sci Sports Exerc*, 50(7), 1442-1448. doi:10.1249/mss.0000000000001590
- Larkin, D., & Revie, G. E. (1994). *Stay in Step: A Gross Motor Screening Test for Children K-2*: University of New South Wales.
- Latorre Roman, P. A., Mora Lopez, D., Fernandez Sanchez, M., Salas Sanchez, J., Moriana Coronas, F., & Garcia-Pinillos, F. (2015). Test-retest reliability of a field-based physical fitness assessment for children aged 3-6 years. *Nutr Hosp*, 32(4), 1683-1688. doi:10.3305/nh.2015.32.4.9486
- Leger, L., & Boucher, R. (1980). An indirect continuous running multistage field test: the Universite de Montreal track test. *Can J Appl Sport Sci*, 5(2), 77-84.
- Li, Y. C., Wu, S. K., Cairney, J., & Hsieh, C. Y. (2011). Motor coordination and health-related physical fitness of children with developmental coordination disorder: a three-year follow-up study. *Res Dev Disabil*, 32(6), 2993-3002. doi:10.1016/j.ridd.2011.04.009
- Lingam, R., Hunt, L., Golding, J., Jongmans, M., & Emond, A. (2009). 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
- Long, T., & Morgan, R. (2012). The Effectiveness of Occupational Therapy for Children with Developmental Coordination Disorder: A Review of the Qualitative Literature. *British Journal of Occupational Therapy*, 75, 10-18. doi:10.4276/030802212X13261082051337
- Magalhaes, L. C., Cardoso, A. A., & Missiuna, C. (2011). Activities and participation in children with developmental coordination disorder: a systematic review. *Res Dev Disabil*, 32(4), 1309-1316. doi:10.1016/j.ridd.2011.01.029
- Mahon, A. D., Anderson, C. S., Hipp, M. J., & Hunt, K. A. (2003). Heart Rate Recovery from Submaximal Exercise in Boys and Girls. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35(12). Retrieved from https://journals.lww.com/acsm-mse/Fulltext/2003/12000/Heart_Rate_Recovery_from_Submaximal_Exercise_in.21.aspx

- Martin, N. C., Piek, J. P., & Hay, D. (2006). 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
- Miller, L., Ziviani, J., & Boyd, R. N. (2014). A systematic review of clinimetric properties of measurements of motivation for children aged 5-16 years with a physical disability or motor delay. *Phys Occup Ther Pediatr*, 34(1), 90-111. doi:10.3109/01942638.2013.771720
- Missiuna, C., Moll, S., King, S., King, G., & Law, M. (2007). A trajectory of troubles: parents' impressions of the impact of developmental coordination disorder. *Phys Occup Ther Pediatr*, 27(1), 81-101.
- Nascimento, R. O., Ferreira, L. F., Goulardins, J. B., Freudenheim, A. M., Marques, J. C., Casella, E. B., & Oliveira, J. A. (2013). Health-related physical fitness children with severe and moderate developmental coordination disorder. *Res Dev Disabil*, 34(11), 4222-4231. doi:10.1016/j.ridd.2013.08.025
- Ndinga, P., & Frenette, E. (2010). Élaboration et validation de l'Échelle de motivation à bien réussir un test (ÉMRT). *Mesure et évaluation en éducation*, 33(3), 99-123. doi:<https://doi.org/10.7202/1024893ar>
- Organisation mondiale de la Santé, & Inadaptations, C. T. N. d. E. e. d. R. s. l. H. e. l. (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.
- Ortega, F., Cadenas-Sanchez, C., Sánchez-Delgado, G., Mora-González, J., Martínez-Téllez, B., Artero, E., . . . Ruiz, J. (2014). Systematic Review and Proposal of a Field-Based Physical Fitness-Test Battery in Preschool Children: The PREFIT Battery. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 45. doi:10.1007/s40279-014-0281-8
- Owen, Smith, J., Lubans, D. R., Ng, J. Y., & Lonsdale, C. (2014). 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
- Paoletti, R. (1993). Classification fonctionnelle de la motricité manuelle. *Revue des sciences de l'éducation*, 19(4), 729-743. doi:<https://doi.org/10.7202/031675ar>
- Parrish, A.-M., Tremblay, M. S., Carson, S., Veldman, S. L. C., Cliff, D., Vella, S., . . . Okely, A. D. (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. doi:10.1186/s12966-020-0914-2
- ParticipACTION. (2018). Le Bulletin de l'activité physique chez les jeunes de ParticipACTION. 124.
- ParticipACTION. (2020). Le Bulletin de l'activité physique chez les jeunes de ParticipACTION. 124.

- Polatajko, H. J., & Cantin, N. (2005). Developmental coordination disorder (dyspraxia): an overview of the state of the art. *Semin Pediatr Neurol*, *12*(4), 250-258. doi:10.1016/j.spen.2005.12.007
- Ratel, S., Martin, V., & Rowland, T. W. (2014). *L'enfant et l'activité physique: de la théorie à la pratique*: Adverbum.
- Reddy, R. K., Pooni, R., Zaharieva, D. P., Senf, B., El Youssef, J., Dassau, E., . . . Jacobs, P. G. (2018). 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
- Rivilis, I., Hay, J., Cairney, J., Klentrou, P., Liu, J., & Faught, B. E. (2011). Physical activity and fitness in children with developmental coordination disorder: a systematic review. *Res Dev Disabil*, *32*(3), 894-910. doi:10.1016/j.ridd.2011.01.017
- Rivilis, I., Liu, J., Cairney, J., Hay, J. A., Klentrou, P., & Faught, B. E. (2012). A prospective cohort study comparing workload in children with and without developmental coordination disorder. *Res Dev Disabil*, *33*(2), 442-448. doi:10.1016/j.ridd.2011.09.027
- Schache, A. G., Dorn, T. W., Williams, G. P., Brown, N. A., & Pandey, M. G. (2014). Lower-limb muscular strategies for increasing running speed. *J Orthop Sports Phys Ther*, *44*(10), 813-824. doi:10.2519/jospt.2014.5433
- Schott, N., Aloff, V., Hultsch, D., & Meermann, D. (2007). Physical Fitness in Children With Developmental Coordination Disorder. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, *78*(5), 438-450. doi:10.1080/02701367.2007.10599444
- Silman, A., Cairney, J., Hay, J., Klentrou, P., & Faught, B. E. (2011). 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
- Sit, C. H., Yu, J. J., Wong, S. H., Capiro, C. M., & Masters, R. (2019). A school-based physical activity intervention for children with developmental coordination disorder: A randomized controlled trial. *Res Dev Disabil*, *89*, 1-9. doi:10.1016/j.ridd.2019.03.004
- Smits-Engelsman, Jelsma, L. D., & Ferguson, G. D. (2017). The effect of exergames on functional strength, anaerobic fitness, balance and agility in children with and without motor coordination difficulties living in low-income communities. *Hum Mov Sci*, *55*, 327-337. doi:10.1016/j.humov.2016.07.006
- Smits-Engelsman, Vincon, S., Blank, R., Quadrado, V. H., Polatajko, H., & Wilson, P. H. (2018). Evaluating the evidence for motor-based interventions in developmental coordination disorder: A systematic review and meta-analysis. *Res Dev Disabil*, *74*, 72-102. doi:10.1016/j.ridd.2018.01.002
- Smits-Engelsman, B., Schoemaker, M., Delabastita, T., Hoskens, J., & Geuze, R. (2015). Diagnostic criteria for DCD: Past and future. *Human Movement Science*, *42*, 293-306. doi:10.1016/j.humov.2015.03.010

- 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.
- Tremblay, M. S., LeBlanc, A. G., Kho, M. E., Saunders, T. J., Larouche, R., Colley, R. C., . . . Connor Gorber, S. (2011). Systematic review of sedentary behaviour and health indicators in school-aged children and youth. *The international journal of behavioral nutrition and physical activity*, 8, 98-98. doi:10.1186/1479-5868-8-98
- Tsai, Chang, Y. K., Chen, F. C., Hung, T. M., Pan, C. Y., & Wang, C. H. (2014). Effects of cardiorespiratory fitness enhancement on deficits in visuospatial working memory in children with developmental coordination disorder: a cognitive electrophysiological study. *Arch Clin Neuropsychol*, 29(2), 173-185. doi:10.1093/arclin/act081
- Tsai, Wang, C.-H., & Tseng, Y.-T. (2012). Effects of exercise intervention on event-related potential and task performance indices of attention networks in children with developmental coordination disorder. *Brain and Cognition*, 79(1), 12-22. doi:10.1016/j.bandc.2012.02.004
- Ulrich, B. D. (1987). Perceptions of Physical Competence, Motor Competence, and Participation in Organized Sport: Their Interrelationships in Young Children. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 58(1), 57-67. doi:10.1080/02701367.1987.10605421
- Van Praagh, E., Doré, E., Duché, P., & Hautier, C. (2001). La puissance maximale aérobie de l'enfant (de 1938 à nos jours). *Staps*, 54, 89-108. doi:10.3917/sta.054.0089
- Vanhelst, J., Fardy, P. S., Salleron, J., & Béghin, L. (2013). The six-minute walk test in obese youth: reproducibility, validity, and prediction equation to assess aerobic power. *Disability and rehabilitation*, 35(6), 479-482. doi:10.3109/09638288.2012.699581
- Verschuren, O., & Takken, T. (2014). The Muscle Power Sprint Test. *Journal of physiotherapy*, 60. doi:10.1016/j.jphys.2014.08.001
- Visser, J. (2003). Developmental coordination disorder: a review of research on subtypes and comorbidities. *Hum Mov Sci*, 22(4-5), 479-493.
- Wahl, Y., Düking, P., Droszez, A., Wahl, P., & 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
- Watemberg, N., Waiserberg, N., Zuk, L., & Lerman-Sagie, T. (2007). Developmental coordination disorder in children with attention-deficit-hyperactivity disorder and physical therapy intervention. *Dev Med Child Neurol*, 49(12), 920-925. doi:10.1111/j.1469-8749.2007.00920.x
- Weiner, O. M., & 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

- Williams. (2017). The Borg Rating of Perceived Exertion (RPE) scale. *Occupational Medicine*, 67(5), 404-405. doi:10.1093/occmed/kqx063
- Williams, Borghese, M. M., & Janssen, I. (2018). Objectively measured active transportation to school and other destinations among 10-13 year olds. *The international journal of behavioral nutrition and physical activity*, 15(1), 11-11. doi:10.1186/s12966-017-0634-4
- Williams, H. G., Pfeiffer, K. A., O'Neill, J. R., Dowda, M., McIver, K. L., Brown, W. H., & Pate, R. R. (2008). Motor skill performance and physical activity in preschool children. *Obesity (Silver Spring)*, 16(6), 1421-1426. doi:10.1038/oby.2008.214
- Wilmore, J. H., Costill, D. L., & Kenney, L. (2017). *Physiologie du sport et de l'exercice: Human Kinetics*.
- Wright, K. E., Furzer, B. J., Licari, M. K., Thornton, A. L., Dimmock, J. A., Naylor, L. H., . . . Jackson, B. (2019). Physiological characteristics, self-perceptions, and parental support of physical activity in children with, or at risk of, developmental coordination disorder. *Res Dev Disabil*, 84, 66-74. doi:10.1016/j.ridd.2018.05.013
- Wu, S. K., Cairney, J., Lin, H. H., Li, Y. C., & Song, T. F. (2011). Pulmonary function in children with development coordination disorder. *Res Dev Disabil*, 32(3), 1232-1239. doi:10.1016/j.ridd.2010.12.007
- Wu, S. K., Lin, H. H., Li, Y. C., Tsai, C. L., & Cairney, J. (2010). Cardiopulmonary fitness and endurance in children with developmental coordination disorder. *Res Dev Disabil*, 31(2), 345-349. doi:10.1016/j.ridd.2009.09.018
- Young, & 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
- Yu, J. J., Burnett, A. F., & Sit, C. H. (2018). Motor Skill Interventions in Children With Developmental Coordination Disorder: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Arch Phys Med Rehabil*, 99(10), 2076-2099. doi:10.1016/j.apmr.2017.12.009
- Zeuwts, L., Vansteenkiste, P., Cardon, G., & Lenoir, M. (2016). Development of cycling skills in 7- to 12-year-old children. *Traffic Inj Prev*, 17(7), 736-742. doi:10.1080/15389588.2016.1143553
- Zwicker, Missiuna, C., Harris, S. R., & Boyd, L. A. (2012a). 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., & Synnes, A. (2012b). Perinatal and neonatal predictors of developmental coordination disorder. *Archives of disease in childhood*, 98. doi:10.1136/archdischild-2012-302268

