

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

EFFETS D'UNE INTERVENTION PSYCHOMOTRICE AXÉE SUR  
LE SCHÉMA CORPOREL AUPRÈS D'ENFANTS ATTEINTS DU TROUBLE  
DÉVELOPPEMENTAL DE LA COORDINATION MOTRICE (TDC)

MÉMOIRE

PRÉSENTÉ

COMME EXIGENCE PARTIELLE

DE LA MAÎTRISE EN KINANTHROPOLOGIE

PAR

HUGO ARRAMON

DÉCEMBRE 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

Avant toute chose, je tiens à remercier les familles qui ont témoigné leur confiance en embarquant dans cette aventure et dont la participation a rendu possible ce projet qui me tenait tant. Merci pour la collaboration dont elles ont fait preuve, et surtout, pour l'engagement manifeste à vouloir le meilleur pour leurs enfants.

Je remercie également l'UQAM, pour l'excellence des services matériels, techniques et logistiques offerts à ses étudiants et à la concrétisation de leurs projets et travaux.

Un merci inusable à mon ancienne directrice de mémoire durant la formation en psychomotricité, Laure Flavignard, qui est de ces rencontres dont l'espace et le temps ne semblent pas avoir d'emprise sur les souvenirs et les aspirations.

Et je ne pouvais conclure ces remerciements sans nommer mon actuelle directrice de recherche, Geneviève Cadoret, qui au-delà de sa direction infallible, a été un repère et une ressource dès la sortie de l'aéroport. Merci pour sa confiance en mon projet et pour son soutien depuis le début de cette aventure imprévisible. Merci pour son exigence et sa bienveillance qui ont fait ce que mon mémoire est.

*Merci encore.*

*« Rien n'existe dans la conscience qui n'ait  
existé dans les sens. »*

Friedrich Nietzsche

## AVANT-PROPOS

Ce mémoire est le produit de doutes, de questionnements, et d'observations d'un jeune professionnel durant ses premières années de pratique en réadaptation motrice. Des doutes quant à la validité ou l'obsolescence de l'éducation par le mouvement et des exercices psychomoteurs traditionnels. Des questionnements quant aux recommandations actuelles de bonnes pratiques en réadaptation pédiatrique, en comparaison avec l'identité professionnelle qui lui avait été enseignée. Des observations quant à l'amélioration de l'organisation psychomotrice des enfants en effectuant soit des apprentissages explicites, soit des apprentissages implicites.

Ce retour aux études était donc un moyen d'affirmer ou d'infirmer des pressentiments cliniques à partir d'une démarche scientifique.

Ce mémoire souhaite ainsi rendre hommage à la théorie si juste de Jean Le Boulch, aux regards cliniques de Jean-Claude Carric et de Gisèle Soubiran, aux enseignements généreux de Pierre Vayer et de Huguette Bucher, qui ont su partager la nature sensible et relationnelle de la motricité humaine.

## TABLE DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS .....	iv
LISTE DES FIGURES.....	ix
LISTE DES TABLEAUX.....	xi
LISTE DES ABRÉVIATIONS, DES SIGLES ET DES ACRONYMES .....	xii
RÉSUMÉ .....	xiii
ABSTRACT .....	xv
INTRODUCTION .....	1
CHAPITRE I PROBLÉMATIQUE .....	3
1.1 Quotidien de l'enfant ayant un TDC .....	3
1.1.1 Scolarité et réadaptation.....	3
1.1.2 Occasions limitées de bouger.....	5
1.1.3 Problème du manque de pratique.....	6
1.2 Thérapeutique actuelle et envisagée .....	7
1.2.1 Modèle ascendant et modèle descendant .....	7
1.2.2 Proposition d'une intervention psychomotrice .....	8
1.2.3 Question de recherche et pertinences .....	10
CHAPITRE II REVUE DE LITTÉRATURE.....	13
2.1 Schéma corporel .....	13
2.1.1 Classification des représentations corporelles .....	14
2.1.2 Neurologie des représentations corporelles .....	16
2.1.3 Perspective psychomotrice du schéma corporel .....	18
2.1.4 Systèmes du schéma corporel .....	21

2.2	Schéma corporel et développement moteur.....	24
2.2.1	Corps subi et émergence des représentations sensorimotrices.....	25
2.2.2	Corps vécu et émergence du couplage perception-action.....	27
2.2.3	Corps perçu et émergence de la carte visuo-spatiale du corps.....	32
2.2.4	Corps représenté et émergence du contrôle moteur anticipé.....	34
2.2.5	« <i>Synthèse dynamique</i> » du schéma corporel.....	38
2.3	TDC : entre motricité et cognition.....	39
2.3.1	Définition du TDC.....	40
2.3.2	Sémiologie du TDC.....	46
2.3.3	Diagnostic du TDC.....	52
2.3.4	Réadaptation motrice.....	54
2.4	Dissociation motrice.....	59
2.4.1	Définition.....	59
2.4.2	Typologie.....	60
2.4.3	Fonctions sous-jacentes.....	60
2.4.4	Bienfondés de l'intervention.....	61
CHAPITRE III MÉTHODOLOGIE.....		63
3.1	Échantillon.....	63
3.1.1	Participants.....	63
3.1.2	Critères d'inclusion et d'exclusion.....	64
3.1.3	Procédure de recherche et consentement.....	65
3.2	Intervention psychomotrice axée sur le schéma corporel.....	66
3.2.1	Modèle d'une séance type.....	66
3.2.2	Durée, déroulement et fréquence.....	69
3.2.3	Formation auprès des parents.....	71
3.3	Évaluation psychomotrice.....	73
3.3.1	Dimension motrice.....	73
3.3.2	Dimension cognitive.....	76
3.3.3	Dimension affective.....	79
3.4	Analyse des données.....	80
CHAPITRE IV RÉSULTATS.....		82
4.1	Dimension motrice et habiletés motrices.....	82
4.1.1	Équilibre.....	82
4.1.2	Coordination.....	83

4.1.3	Saut.....	85
4.1.4	Rapidité visuo-manuelle.....	86
4.1.5	Précision visuo-manuelle .....	87
4.2	Dimension cognitive et organisation spatiale .....	89
4.2.1	Orientation spatiale .....	89
4.2.2	Rotation mentale .....	89
4.2.3	Structuration spatiale.....	90
4.3	Dimension affective et perception de soi.....	92
4.3.1	Estime de soi .....	92
4.3.2	Apparence physique .....	92
4.3.3	Compétence athlétique .....	93
4.3.4	Compétence psychomotrice .....	94
4.4	Scores d'évolution .....	95
4.5	Différence entre les conditions de passation .....	96
CHAPITRE V DISCUSSION.....		98
5.1	Effets positifs de l'intervention et leurs transferts.....	98
5.1.1	Dimension motrice et habiletés motrices .....	99
5.1.2	Dimension cognitive et organisation spatiale .....	102
5.1.3	Dimension affective et perception de soi.....	104
5.2	Forces et limites de l'étude.....	105
5.3	Retombées et futur de l'étude .....	108
5.3.1	Réadaptation motrice et modèle <i>bottom-up</i> .....	108
5.3.2	Schéma corporel, psychomotricité et TDC .....	109
5.3.3	Éducation psychomotrice et évaluation du schéma corporel .....	110
CONCLUSION.....		111
ANNEXE A DÉCRET DE COMPÉTENCE DU PSYCHOMOTRICIEN PAR LE JOURNAL OFFICIEL DE LA RÉPUBLIQUE FRANÇAISE .....		113
ANNEXE B TERMINOLOGIE DE L'ACTIVITÉ MOTRICE DANS L'ÉDUCATION PRÉSCOLAIRE ET L'ENSEIGNEMENT PRIMAIRE .....		115
ANNEXE C LE TDC SELON LES CLASSIFICATIONS DE L'OMS .....		118

ANNEXE D	DESCRIPTIF DES EXERCICES PSYCHOMOTEURS.....	120
ANNEXE E	QUESTIONNAIRE SUR LA PERCEPTION DE SOI .....	123
ANNEXE F	TESTS DE CORRÉLATION ENTRE LES SCORES D'ÉVOLUTION ET LES SCORES INITIAUX.....	125
ANNEXE G	QUESTIONS SUR LE RETOUR D'EXPÉRIENCE.....	132
RÉFÉRENCES.....		139

## LISTE DES FIGURES

Figure	Page
2.1 Taxonomie dyadique des représentations corporelles .....	15
2.2 Taxonomie triadique des représentations corporelles.....	16
2.3 Taxonomie psychomotrice des représentations corporelles .....	20
2.4 Développement conjoint du schéma corporel et de la motricité.....	25
2.5 Distinctions entre le TDC et la dyspraxie (INSERM, 2019).....	45
3.1 Aperçu de l'épreuve de coordination.....	75
3.2 Aperçu de l'épreuve de précision visuo-manuelle.....	76
3.3 Aperçu de l'épreuve d'orientation spatiale.....	77
3.4 Exemple de figure schématique.....	78
3.5 Modèle de la figure complexe de Rey .....	79
4.1 Durée moyenne d'équilibre avec les YO au pré-test et au post-test.....	83
4.2 Durée moyenne d'équilibre avec les YF au pré-test et au post-test .....	83
4.3 Durée moyenne de coordination avec les YO au pré-test et au post-test ....	84
4.4 Déviation standard moyenne de coordination avec les YO au pré-test et au post-test.....	84

4.5	Durée moyenne de coordination avec les YF au pré-test et au post-test.....	85
4.6	Nombre moyen de sauts avec les YO au pré-test et au post-test.....	86
4.7	Nombre moyen de sauts avec les YF au pré-test et au post-test.....	86
4.8	Nombre moyen de traits au pré-test et au post-test.....	87
4.9	Nombre moyen d'erreurs au pré-test et au post-test.....	87
4.10	Score moyen aux épreuves d'orientation spatiale au pré-test et au post-test.....	89
4.11	Score moyen aux épreuves de rotation mentale au pré-test et au post-test .	90
4.12	Résultat moyen à l'épreuve de structuration spatiale avec RC au pré-test et au post-test .....	90
4.13	Résultat moyen à l'épreuve de structuration spatiale avec RM au pré-test et au post-test .....	91
4.14	Score moyen aux questions sur l'estime de soi au pré-test et au post-test ..	92
4.15	Score moyen aux questions sur l'apparence physique au pré-test et au post-test.....	93
4.16	Score moyen aux questions sur la compétence athlétique au pré-test et au post-test.....	93
4.17	Score moyen aux questions sur la compétence athlétique au pré-test et au post-test.....	94
4.18	Différence moyenne entre les durées de coordination avec les YO et avec les YF au pré-test et au post-test.....	97

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau	Page
3.1 Profil des participants .....	65
3.2 Déroulement d'une séance-type .....	70
3.3 Planification des séances de l'intervention.....	71
4.1 Récapitulatif des statistiques descriptives et comparatives des données sur l'activité motrice (habiletés motrices) .....	88
4.2 Récapitulatif des statistiques descriptives et comparatives des données sur les fonctions mentales (organisation spatiale) .....	91
4.3 Récapitulatif des statistiques descriptives et comparatives des données sur la qualité de vie (perception de soi).....	95
4.4 Tests de corrélation entre les scores d'évolution et les scores initiaux .....	96
4.5 Récapitulatif des statistiques descriptives et comparatives des données sur la coordination selon les conditions.....	97

## LISTE DES ABRÉVIATIONS, DES SIGLES ET DES ACRONYMES

$d$  : Taille d'effet

DS : Déviation standard

É.-T. ou  $\sigma$  : Écart-type

Max. : Maximum

Méd. : Médiane

Min. : Minimum

Moy. ou  $\mu$  : Moyenne

N ou n : Nombre

$p$  : Valeur-p

$\rho$  : Corrélation de Spearman

## RÉSUMÉ

Selon le modèle sensorimoteur, le TDC serait un trouble du couplage perception-action antérieur au trouble de la motricité intentionnelle. Ce dysfonctionnement du couplage perception-action perturberait la construction des représentations internes, dont celles associées au schéma corporel (*i.e.*, l'ensemble des représentations sensorimotrices du corps permettant le guidage inconscient du geste). L'objectif principal de cette étude était de mettre en œuvre et de mesurer les effets d'une intervention psychomotrice axée sur le développement implicite du schéma corporel chez des enfants ayant un TDC. Dans cette recherche exploratoire, nous avons émis l'hypothèse qu'en entraînant le couplage perception-action par des exercices de dissociation motrice chez ces enfants, nous les aiderions à développer leur schéma corporel, ce qui devrait améliorer leurs habiletés motrices, leur organisation spatiale ou encore leur perception d'eux-mêmes.

Une intervention individuelle a été proposée à distance à 13 enfants ayant un TDC, âgés de 7 à 10 ans. Deux fois par semaine, durant 8 semaines, ils devaient visionner des séances vidéo préenregistrées. Chaque séance était composée de trois exercices de dissociation motrice axés sur le couplage perception-action : un exercice avec une contrainte temporelle (*e.g.*, l'adaptation d'un patron moteur à un rythme imposé); un exercice avec une contrainte spatiale (*e.g.*, la succession de positions intersegmentaires ou la combinaison des mouvements simultanés); un exercice avec une contrainte tonique (*e.g.*, la stabilisation d'un objet pendant un enchaînement de postures).

La comparaison des résultats au pré-test et au post-test a montré : (1) pour les habiletés motrices, une amélioration significative ( $p \leq .05$ ) aux tâches d'équilibre, avec les yeux ouverts ou fermés, et de rapidité visuo-manuelle, une amélioration très significative ( $p \leq .01$ ) à la tâche de précision visuo-manuelle, une amélioration hautement significative ( $p \leq .001$ ) aux tâches de sauts et de coordination; (2) pour l'organisation spatiale, une amélioration très significative ( $p \leq .01$ ) aux tâches de rotation mentale et de visuo-construction; (3) pour la perception de soi, une amélioration très significative ( $p \leq .01$ ) aux questions sur l'apparence physique.

L'ensemble de ces améliorations démontre que les exercices de dissociation motrice, qui visaient l'entraînement du couplage perception-action, ont eu un effet bénéfique

chez les enfants ayant un TDC. Une explication potentielle de ces effets, notamment au sujet des améliorations de la coordination, du saut et de la rotation mentale, est qu'ils seraient le résultat de la maturation des représentations sensorimotrices des enfants, soit de leur schéma corporel, consécutif à l'entraînement du couplage perception-action par les dissociations motrices. Des recherches ultérieures devront confirmer cette interprétation. Toutefois, cette étude révèle l'efficacité d'une intervention psychomotrice menée à distance pour les enfants ayant un TDC. Elle valide le modèle *bottom-up* qui est rarement étudié dans la littérature scientifique. Enfin, elle souligne l'importance d'aider les enfants ayant un TDC à développer leur schéma corporel et les processus de couplage perception-action.

Mots clés : couplage perception-action; dissociation motrice; intervention psychomotrice; modèle *bottom-up*; trouble développemental de la coordination; schéma corporel; réadaptation à distance.

## ABSTRACT

According to the sensorimotor model, DCD would be a disorder of perception-action coupling prior to a disorder of intentional motor skills. This dysfunction of the perception-action coupling would disrupt the building of internal representations, including those associated with the body schema (*i.e.*, the set of sensorimotor representations of the body allowing the unconscious guidance of the gesture). The main objective of this study was to implement and measure the effects of a psychomotor intervention focused on the implicit body schema development in children with DCD. In this exploratory research, we made the hypothesis that by training the perception-action coupling with motor dissociation exercises in these children, we would help them to develop their body schema which should improve their motor skills, their spatial organization or even their self-perception.

An individual intervention was offered remotely to 13 children with DCD between 7 and 10 years of age. Twice a week, for 8 weeks, they had to watch pre-recorded video sessions. Each session was composed of three motor dissociation exercises focusing on perception-action coupling: an exercise with time constraint (*e.g.*, the adaptation of a motor pattern with an imposed rhythm), an exercise with spatial constraint (*e.g.*, the succession of intersegmental positions or the combination of simultaneous movements); an exercise with muscle tone constraint (*e.g.*, the stabilization of an object during a series of postures).

Comparison of pre-test and post-test results showed: (1) for motor skills, a significant improvement ( $p \leq .05$ ) on the balance with open or closed eyes and visuo-manual speed tasks, a very significant improvement ( $p \leq .01$ ) on the visuo-manual precision task, a highly significant improvement ( $p \leq .001$ ) on the jumping and coordination tasks; (2) for spatial organization, a very significant improvement ( $p \leq .01$ ) on the mental rotation and visuo-construction tasks; (3) for self-perception, a very significant improvement ( $p \leq .01$ ) on the physical appearance questions.

All these improvements show that the motor dissociation exercises, which aimed at the training perception-action coupling, had a beneficial effect in children with DCD. A potential explanation for these effects, particularly concerning improvements in coordination, jump and mental rotation, is that they are the result of the maturation of the children's sensorimotor representations, that is their body schema, following the

training of perception-action coupling by motor dissociations. Further research should confirm this interpretation. However, this study reveals the effectiveness of a remote psychomotor intervention for children with DCD. It validates the bottom-up model which is rarely studied in the scientific literature. Finally, it emphasizes the importance to help children with DCD to develop their body schema and perception-action coupling processes.

**Keywords :** perception-action coupling; motor dissociation; psychomotor intervention; bottom-up model; developmental coordination disorder; body schema; remote rehabilitation.

## INTRODUCTION

Être interloqué par Matéo, 5 ans, qui est dans l'incapacité de tenir un tube d'une main pour y glisser une bille avec l'autre main, ou par Ayman, 4 ans, qui reste bloqué devant une barrière sans penser à se baisser pour continuer à avancer. Observer Naïm, 6 ans, ne parvenant pas à fléchir ses coudes pour manier des bâtons, ou Mickaël, 5 ans, manquant tous ses lancers face à lui jusqu'à ce que soient placés des bâtons au sol pour indiquer la direction. Regarder Ayoub, 4 ans, grimper à l'échelle sans considérer un de ses membres corporels. Constaté le manque de repères de Nina, 7 ans, qui confond son avant et son arrière, puis qui réussit à organiser et transposer ces mêmes repères sur une figurine mais uniquement si elle regarde dans la même orientation qu'elle, ou celui de Raphael, 11 ans, qui oriente la droite et la gauche seulement selon son point de vue et qui allongé au sol, utilise les mêmes groupes musculaires qu'en position verticale, pour répondre à la consigne de lever la tête, annihilant le cadre spatial de la salle. Assister Lahcen, 18 ans, qui tente de nager sur le dos mais qui désorganise sa coordination motrice en regardant ses jambes, et palier à cette perturbation causée par la vision en dirigeant son attention vers les lignes du plafond et vers l'immersion des oreilles dans l'eau. Avoir un sourire complice face à David, 12 ans, qui n'arrive pas à synchroniser la fermeture de ses bras avec l'ouverture de ses jambes en sautant; face à Jade, 11 ans, qui parvient à marcher en rythme mais qui est à contretemps lorsqu'elle doit marcher sur place; face à Élias, 13 ans, qui confond l'agencement spatial et temporel de ses membres en essayant de marcher à quatre pattes de côté.

Qu'il s'agisse d'autisme (*e.g.*, Matéo et Ayman), de retard de développement (*e.g.*, Naïm et Mickaël), de déficience motrice (*e.g.*, Nina, Raphael et Lahcen), ou de

maladresse (e.g., David, Jade et Élias), ces situations vécues avec des enfants et des jeunes lors de séances en réadaptation psychomotrice,<sup>1</sup> témoignent du manque de compréhension de leurs fonctions corporelles et du manque d'adaptation de leurs mouvements. Les causes de l'inefficience motrice des enfants ayant un autisme (*i.e.*, une perception atypique du monde), de retard de développement (*i.e.*, une immaturité des structures sensorimotrices), de déficience motrice (*i.e.*, un trouble de la commande motrice), et des enfants dits maladroits ou dyspraxiques et qui n'ont pas toujours pu recevoir le diagnostic du Trouble Développementale de la Coordination (TDC) (*i.e.*, une organisation du geste perturbée), semblent présenter une caractéristique commune, soit un manque de maîtrise du schéma corporel. Toutefois, très peu d'études auprès des enfants ayant un TDC ont directement traité de ce sujet.

Pour mieux appréhender ce fait, nous avons voulu dans cette étude explorer la maîtrise du schéma corporel chez des enfants ayant un TDC, expérimenter une intervention psychomotrice afin de réadapter des difficultés motrices, cognitives et affectives associées, par des activités de dissociation motrice exerçant la maîtrise du schéma corporel de ces enfants. Ce mémoire exposera d'abord la problématique liée au quotidien des enfants ayant un TDC, dans le milieu scolaire et de la réadaptation. Une revue de littérature sera ensuite présentée sur les thèmes du schéma corporel, de son développement lié à la motricité, et du TDC. Puis la méthodologie de la recherche sera détaillée, suivie de la présentation des résultats de l'intervention psychomotrice et de leurs interprétations en lien avec le schéma corporel, avant de conclure.

---

<sup>1</sup> Pour connaître la législation de l'exercice des psychomotriciens, se référer à l'annexe A.

## CHAPITRE I

### PROBLÉMATIQUE

Ce chapitre dédié à la problématique débute par la présentation de la scolarité et de la réadaptation de l'enfant ayant un TDC, du constat des occasions limitées pour bouger, du problème découlant du manque de pratique, puis des solutions actuelles pour y remédier. L'introduction d'une nouvelle solution proposée par ce mémoire, soit l'intervention psychomotrice, est également faite ainsi que sa justification afin de « s'apprendre » par le mouvement.

#### 1.1 Quotidien de l'enfant ayant un TDC

##### 1.1.1 Scolarité et réadaptation

Dans le quotidien d'un enfant scolarisé et ayant un TDC, prédominé par la maladresse, la lenteur et l'imprécision de ses habiletés motrices, un parallèle peut être fait entre l'enseignement régulier à l'école primaire et l'intervention en réadaptation. Ce parallèle est la place limitée laissée à l'éprouvé corporel et à l'expérience motrice dès le commencement des apprentissages académiques (*e.g.*, les domaines des langues, des mathématiques ou des sciences). Une analyse de la terminologie dans des documents officiels du Ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur du Québec (MEES) illustre ce constat.

Les termes suivants : psychomotricité/psychomoteur; corps/corporel/schéma corporel; motricité/moteur/mouvement; activité ou éducation physique, sont présents 72 fois dans les documents dédiés à l'éducation préscolaire et 3 fois dans ceux dédiés à l'enseignement primaire et spécifiquement à l'éducation physique et à la santé, soit comparativement 96% et 3% de l'ensemble des citations. À noter que le terme « physique » est largement minoritaire dans les textes de l'éducation préscolaire (*i.e.*, 4 sur 72 citations) alors que les autres termes (*e.g.*, psychomotricité, mouvement, corps) sont tout simplement absents des textes de l'enseignement primaire (Annexe B). Cette nette réduction de l'importance accordée à l'activité motrice et à l'éprouvé corporel dès l'enseignement primaire, ainsi que la pensée d'un corps non plus comme une entrée possible de perception mais comme un ensemble d'aptitudes physiques à développer une fois la période préscolaire terminée, est antinomique avec le développement moteur et l'ontogenèse du schéma corporel, dont les finalités respectives sont estimées à 12 ans environ (Le Boulch, 1982; Lauzon et Godin, 2019).

Cette place réduite laissée à l'éprouvé corporel peut aussi être remarquée dans la réadaptation de l'enfant ayant un TDC. Les approches qui sont actuellement recommandées sont celles orientées sur la tâche découlant du modèle *top-down* (Blank et *al.*, 2019, INSERM, 2019). Il s'agit de décomposer en plusieurs tâches spécifiques des situations quotidiennes et fonctionnelles pour les rendre efficaces et performantes (Magnat et *al.*, 2015). Ce modèle thérapeutique découle de la littérature scientifique de l'activité physique et de l'entraînement sportif (Polatajko et Cantin, dans Geuze, 2005). Bien que des résultats se soient avérés positifs à la suite d'interventions de ce type, la généralisation des acquis fonctionnels ne l'est pas pour autant. La recommandation thérapeutique relaie la dynamique développementale en arrière-plan pour une approche palliative et compensatoire du déficit moteur de ce trouble pourtant neurodéveloppemental.

### 1.1.2 Occasions limitées de bouger

Deux facettes d'un même constat se dessinent ici : le manque du mouvement et de son expérience comme outil pédagogique et thérapeutique chez l'enfant ayant un TDC. Des relations sont pourtant admises entre l'habileté motrice et le développement cognitif (Libertus et Hauf, 2017) et celles-ci sont encore plus fortes pour l'enfant ayant un trouble d'apprentissage (Westendorp et *al.*, 2011). Outre le fait d'avoir des calendriers de développement similaires, les activités motrices et cognitives empruntent des voies neuronales communes (*i.e.*, le cortex préfrontal et le cervelet) (Diamond, 2000) et partagent des processus sous-jacents communs (*e.g.*, le séquençage, la vigilance ou la planification). À titre d'exemple, une corrélation significative est observée entre les habiletés de locomotion et le niveau de lecture (*i.e.*, le processus d'automatisation) et une tendance vers une relation significative est observée entre les habiletés de contrôle de balle et le niveau de calcul (*i.e.*, le processus de résolution de problème, de mémoire de travail, planification) d'enfants présentant des troubles d'apprentissage (Westendorp et *al.*, 2011).

Pourtant, en termes d'outil pédagogique, l'exécution libre en classe de pauses actives (*e.g.*, la course, les sauts, les balancements) améliore les capacités physiques des élèves mais également leurs capacités mentales : attention (Janssen et *al.*, 2014) et comportement à la tâche (Ma et *al.*, 2014). Lorsqu'un enseignement est associé à une activité physique inspirée de la thématique, l'apprentissage actif facilite la pérennité de l'enseignement. À noter que les élèves bénéficiant le plus des pauses actives, sont ceux qui sont initialement les plus difficilement engagés à la tâche, tant à l'âge préscolaire (Webster et *al.*, 2015) qu'à l'âge scolaire (Mahar et *al.*, 2006).

Dans le cadre des approches thérapeutiques conformes aux recommandations actuelles (*i.e.*, le modèle *top-down*), le mouvement est considéré comme un objet de contrôle au service d'ordres exécutifs. L'approche cognitive, voire métacognitive, des interventions orientées sur la tâche, éduque l'enfant ayant un TDC à apprendre

explicitement un acte moteur par une description verbale (*i.e.*, séquencer l'acte), une avancée en résolution de problème (*i.e.*, analyser les pensées exécutives organisant l'acte) ou une image motrice (*i.e.*, anticiper le déroulement de l'acte par sa représentation intériorisée) (Albaret et Chaix, 2015). Ce type d'intervention nécessite un grand coût attentionnel et n'est de ce fait applicable que pour des activités bien précises de la vie quotidienne (Mazeau et Pouhet, 2014). Il s'agit d'une éducation « stricte » du mouvement fonctionnel et non d'une éducation par le mouvement.

### 1.1.3 Problème du manque de pratique

De cet état des lieux, force est de constater que l'opportunité d'apprendre par le mouvement pour l'enfant ayant un TDC paraît insuffisante. Et si le manque d'expériences motrices générerait des obstacles à l'apprentissage moteur (Schoemaker et Smits-Engelsman, 2015), soit des difficultés dans les changements relativement permanents d'une capacité de performance physique? C'est ce que laisse suggérer la baisse significative des scores aux épreuves de schéma corporel et de copie d'attitudes chez des enfants au développement typique entre 1975 et 2012 (Goepfert-Roux, 2013). Cette régression des performances des enfants de 6 à 7 ans peut s'expliquer par le quotidien sédentaire des sociétés contemporaines, qui explique déjà un niveau faible des habiletés motrices des enfants les plus inactifs (Reyes et *al.*, 2019).

Aussi, les enfants qui connaissent leurs corps sont plus confiants dans les situations motrices quotidiennes et nouvelles (Reinersmann et Lücke, 2018). Or l'enfant ayant un TDC est conscient et gêné de ses mauvaises habiletés motrices, le poussant à réduire sa participation aux activités sportives (Green et *al.*, 2011). De plus, les possibilités à agir librement sont limitées (*e.g.*, au domicile, dans le milieu scolaire, voire dans le milieu de la réadaptation), contraignant ainsi l'amélioration de ses capacités motrices et renforçant, dans un cercle vicieux, ses difficultés d'apprentissage moteur (Biotteau et *al.*, 2016).

## 1.2 Thérapeutique actuelle et envisagée

### 1.2.1 Modèle ascendant et modèle descendant

Sur le plan thérapeutique, deux types d'interventions sont principalement utilisées pour répondre à la problématique du TDC. Celles découlant du modèle *top-down*, basées sur la tâche, cherchant l'acquisition d'habiletés spécifiques et se référant à l'entraînement moteur et au contrôle cognitif, et celles découlant du modèle *bottom-up*, basées sur les processus, cherchant à restaurer les sous-systèmes altérés et se référant aux approches mécanistes et neurophysiologiques (Polatajko et Cantin, dans Geuze, 2005). Même si ces deux modèles s'opposent dans leurs fondements théoriques, leurs pratiques restent complémentaires en veillant à considérer l'âge de l'enfant, son niveau mental et fonctionnel, la gravité du trouble, etc. En effet, selon la Classification Internationale du Fonctionnement, du handicap et de la santé, version Enfants et Adolescents (CIF-EA), un problème de santé, ici le TDC, peut influencer les composantes suivantes : les fonctions organiques et structures anatomiques d'une part, les activités et la participation d'autre part, sans oublier l'influence des facteurs environnementaux et personnels (OMS, 2012).

Les interventions orientées sur la tâche (*i.e.*, le modèle *top-down*) cherchent alors l'amélioration des activités et de la participation, tandis que les interventions orientées sur les processus (*i.e.*, le modèle *bottom-up*) cherchent la diminution du déficit des fonctions et structures organiques (Blank et *al.*, 2019). Pourtant, chaque intervention participe à un apprentissage moteur, soit par l'entraînement à la tâche, soit par l'exercice des processus sous-jacents. Ainsi l'apprentissage implicite des interventions orientées sur les fonctions, se chevauche à l'apprentissage explicite des interventions orientées sur la tâche. La première repose sur une approche dynamique tandis que la seconde repose sur une approche cognitive. Aussi, il est évident que

chacune tend à l'autonomie de l'enfant et à son épanouissement en tant qu'être social (critère de participation de la CIF-EA).

L'approche explicite ou implicite du mouvement contribue donc à son apprentissage. De ce postulat, les interventions orientées sur les processus ou fonctions peuvent améliorer l'apprentissage moteur des enfants ayant un TDC. Cependant les recherches sur ce type d'intervention sont peu nombreuses et leurs méthodologies sont jugées défailtantes pour pouvoir tirer de réelles conclusions (Polatajko et Cantin, dans Geuze, 2005). Pour cette raison, les interventions découlant du modèle *bottom-up* doivent faire l'objet de plus de recherches menées avec rigueur, ce qui est l'objectif de ce mémoire par l'étude d'une intervention psychomotrice.

### 1.2.2 Proposition d'une intervention psychomotrice

Découlant par sa tradition du modèle *bottom-up*, l'intervention psychomotrice peut s'illustrer de la manière suivante :

Il ne s'agit pas de gymnastique, ni d'apprentissage d'une tâche circonscrite mais d'une prise de possession progressive du corps dans son ensemble, par le biais d'exercices ou d'activités qui ne représentent pas une fin en eux-mêmes mais des moyens d'accéder à un meilleur confort physique pour l'enfant et à une meilleure interaction entre lui et l'entourage. (Carric, 2004)

Le concept psychomoteur s'établit sur l'unité corporelle, intellectuelle et affective de l'être humain, sans séparation totale des phénomènes moteurs et des phénomènes psychiques.

Dirigée vers les composantes sensorielles (*e.g.*, kinesthésique, proprioceptive, vestibulaire) et motrices des fonctions corporelles, l'intervention psychomotrice privilégiée dans la présente étude, visera la maîtrise du schéma corporel. Les perceptions corporelles pendant l'exécution du mouvement ou après son achèvement,

combinées à des situations de contrainte (*e.g.*, l'adaptation temporelle, spatiale ou tonique) seront sollicitées car elles favorisent un contrôle prédictif et sont susceptibles d'améliorer progressivement la vitesse, la précision et l'adaptabilité d'un mouvement « auto-enseigné ». Cette capacité d'adaptation est dépendante du niveau de maîtrise par l'enfant de son schéma corporel, c'est-à-dire la conscience qu'il détient de son corps et de sa place dans l'espace (*e.g.*, ses mensurations, sa posture corporelle), mais encore la connaissance et l'ajustement de ses possibilités motrices (*e.g.*, l'agilité, la souplesse, la réactivité) et expressives (*e.g.*, les mimiques, la gestuelle, les pantomimes).

Lié à l'action, le schéma corporel équivaut à l'ensemble des représentations sensorimotrices du corps basées sur les informations afférentes et efférentes permettant de guider inconsciemment le geste (Di Vita et *al.*, 2016). Ce guidage est plus perceptible et nécessaire lors d'un mouvement contraint et dissocié. Un exemple très concret est l'art de monter un escalier en bois, en veillant à rester silencieux (*i.e.*, la contrainte donnée). Dans ce cas, le patron moteur de base (*i.e.*, le schème d'enjambement) s'adapte par la dissociation de ses composantes spontanées, au niveau temporel (*e.g.*, une vitesse plus lente), spatial (*e.g.*, une cible du pied plus précise) et tonique (*e.g.*, un transfert d'appui plus prononcé et des pas plus légers). Un mouvement est dissocié lorsqu'il reste indépendant d'un autre et son exercice reflète l'intégration du schéma corporel de l'exécutant. Par l'attention proprioceptive nécessaire au guidage et le contraste kinesthésique perçu par l'indépendance des mouvements, la dissociation permet d'éviter le mouvement involontaire en favorisant le mouvement volontaire (Lauzon et Godin, 2019). Parmi les éléments de la motricité, la dissociation « enrichit » les afférences et les efférences du mouvement et précise les représentations sensorimotrices du corps, soit le schéma corporel. En retour, l'affinement de ce dernier améliore le guidage inconscient et l'opérativité des expériences motrices ultérieures.

### 1.2.3 Question de recherche et pertinences

Les enfants d'âge scolaire et ayant un TDC, qui rappelons-le continuent d'être en développement, méritent d'apprendre eux aussi par leurs propres moyens. Resitué à l'apprentissage moteur, ce potentiel se forme soit par l'opérativité explicite et séquencée de la tâche (*i.e.*, le modèle *top-down*), soit par l'opérativité implicite et perceptive du geste à accomplir (*i.e.*, le modèle *bottom-up*). La question de recherche qui sera adressée dans ce mémoire est la suivante : une intervention psychomotrice de type *bottom-up*, axée sur schéma corporel, peut-elle avoir des effets bénéfiques chez l'enfant ayant un TDC? Schéma corporel qui par ailleurs semble particulièrement déficitaire dans le cadre du TDC (Barhoun et al., 2019).

Puisque le couplage perception-action semble perturbé dans le TDC (Blank et al. 2019, INSERM, 2019), et qu'il contribue à la construction du schéma corporel (Assaiante et al., 2014), nous faisons l'hypothèse que son entraînement à partir de l'apprentissage implicite lors d'exercices de dissociation motrice, améliorera la maîtrise du schéma corporel dans les activités motrices et dans les fonctions spatiales, ainsi que la perception de soi des enfants d'âge scolaire ayant un TDC. Si cela est avéré, nous devrions assister à une amélioration des performances motrices qu'elles soient réalisées avec ou sans afférences visuelles (*i.e.*, avec les yeux ouverts ou fermés), voire une différence moins marquée entre les deux conditions de passation après l'intervention. Aussi, puisque le schéma corporel est un ensemble de fonctions pour de multiples dimensions du développement humain, nous nous attendons à ce que chaque participant bénéficie de l'intervention, quel que soit son niveau initial.

L'objectif de recherche est double : (1) répondre au manque d'études à ce sujet (*i.e.*, les interventions découlant du modèle *bottom-up* auprès de la clientèle du TDC); (2) mesurer les effets d'une intervention psychomotrice sur trois domaines de la sémiologie du TDC : les habiletés motrices (*i.e.*, la dimension motrice), l'organisation

spatiale (*i.e.*, la dimension cognitive) et la perception de soi (*i.e.*, la dimension affective).

Cette recherche est d'abord pertinente sur le plan scientifique car elle cible un modèle d'intervention qui manque de validation, parce que principalement peu d'études rigoureuses s'y sont intéressées. Cette recherche comblera donc un manque et apportera une preuve éventuelle de l'efficacité du modèle *bottom-up* en réadaptation auprès d'enfants ayant un TDC, pour lesquelles il y a un regain d'intérêt au niveau de la recherche depuis ces dernières années (Blank et *al.*, 2019; INSERM, 2019). Cette recherche est aussi pertinente car elle porte sur un aspect particulier et peu étudié des habiletés motrices que représente la dissociation, que ce soit dans le développement et l'apprentissage moteur, ou encore le fonctionnement neurologique et psychologique de l'enfant. Cette recherche contribuera aux connaissances actuelles sur le schéma corporel car, à la lumière de données récentes, elle révisé son concept non seulement comme la connaissance topographique ou la perception du corps, mais avant tout comme la mise en action et la maîtrise du corps, clé de voûte du développement psychomoteur et de l'apprentissage moteur.

La pertinence de cette recherche est aussi clinique car elle vise à démontrer l'efficacité d'une intervention qui pourra servir aux praticiens. Dans le domaine de la psychomotricité, cette recherche servira à défendre les interventions mixtes (*i.e.*, celles orientées sur les fonctions et l'activité) et adaptées selon le profil de l'enfant accompagné. Cette recherche aspire à confirmer le concept psychomoteur (*i.e.*, l'unité motrice, cognitive et affective de la personne) par l'intermédiaire d'une seule médiation thérapeutique : la dissociation motrice. Cette recherche permettra de replacer le schéma corporel au centre de la problématique psychomotrice. Par-là, un déficit du contrôle postural, de la précision visuo-manuelle, de la fonction d'inhibition ou de planification, pourrait être la partie visible de l'iceberg et le symptôme d'un défaut plus profond et pivot qu'est l'intégration du schéma corporel.

Enfin, l'intervention de cette recherche à partir de séances vidéo, due au contexte d'épidémie liée à la COVID-19, contribuera à la mesure de l'efficacité de la réadaptation à distance.

Pour terminer, cette recherche souhaite avoir une pertinence sociale. L'intervention psychomotrice souhaite renforcer chez l'enfant le sentiment d'être l'agent et le « chef d'orchestre » de sa propre efficacité motrice. En retour, cette nouvelle estime de soi pourrait solliciter l'implication de l'enfant dans sa vie quotidienne ou son désir de participer à des activités auparavant délaissées.

Ainsi, en considérant les impacts de l'intervention psychomotrice axée sur le schéma corporel dans les activités motrices de l'enfant (*i.e.*, la dimension motrice), ses fonctions mentales (*i.e.*, la dimension cognitive) et sa qualité de vie (*i.e.*, la dimension affective), l'intérêt final de cette recherche est de contribuer à redonner les lettres de noblesse au mouvement et redorer celui-ci dans le quotidien des enfants ayant un TDC, afin de leur permettre d'apprendre à s'apprendre.

## CHAPITRE II

### REVUE DE LITTÉRATURE

Ce chapitre dédié au cadre théorique débute par une analyse des définitions du schéma corporel. De cette analyse, une définition conceptuelle du schéma corporel dans une perspective psychomotrice sera proposée. Puis l'ontogénèse du schéma corporel sera présentée en synergie avec le développement moteur afin d'aboutir à la proposition d'une définition « dynamique » du schéma corporel. La dernière partie du chapitre sera consacrée au TDC, allant de sa terminologie aux recommandations actuelles pour l'évaluation et la réadaptation.

#### 2.1 Schéma corporel

Jusqu'à la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle, la conscience corporelle était conçue comme un ensemble de sensations corporelles internes sous le terme générique et ambigu de cénesthésie. Puis, au début du XX<sup>ème</sup> siècle, apparaît la notion de schéma dans un ouvrage sur le vertige pour signifier une organisation spatiale du corps. Un schéma est aussi une représentation simplifiée et fractionnée d'un objet, d'un mouvement ou d'un processus, tandis que le système vestibulaire est présenté comme permettant l'appréhension de la verticalité, de la marche rectiligne et de la rotation, qui combiné au sens articulaire, participe à la connaissance « *des leviers osseux dans leurs rapports mutuels, leurs inclinaisons l'un sur l'autre* » (Bonnier, 1905, dans Corraze, 1973).

Dès lors, une multitude d'expressions dédiées aux représentations mentales du corps foisonne, proportionnellement à la variété des fonctions corporelles : intégration sensorielle, comportement moteur, compréhension sémantique, vécu émotionnel, etc. (De Vignemont, 2010). Cependant, deux expressions ressortent couramment du lot : celle du schéma corporel, utilisée traditionnellement pour la clientèle en neurologie et la psychologie cognitive, et celle d'image du corps (ou « image corporelle » dans la traduction anglaise), préférée pour la clientèle en psychiatrie et la philosophie.

### 2.1.1 Classification des représentations corporelles

Dans le domaine des représentations corporelles, bien qu'aucune taxonomie ne soit universellement acceptée, deux apparaissent cependant régulièrement : l'une dyadique avec le schéma corporel et l'image corporelle (Gallagher, 2005), l'autre triadique avec le schéma corporel, l'image corporelle et la sémantique du corps (Schwoebel et Coslett, 2005).

La taxonomie dyadique (Figure 2.1), basée sur la distinction fonctionnelle, suppose les concepts de schéma corporel et d'image corporelle (Gallagher, 2005). Le schéma corporel se distingue de l'image corporelle comme « *un système de capacités sensorimotrices qui fonctionnent sans conscience ou nécessité d'un contrôle perceptif* » alors que l'image corporelle est comme « *un système de perceptions, d'attitudes et de croyances se rapportant à son propre corps* » (Gallagher, 2005). Ainsi, le schéma corporel guide inconsciemment et régule constamment la posture et le mouvement, tandis que l'image corporelle implique à un niveau conscient sa perception (*i.e.*, l'expérience perceptive du sujet par rapport à son propre corps), son concept (*i.e.*, la compréhension et la connaissance générale du corps) et son affect (*i.e.*, l'attitude émotionnelle et le comportementale du sujet envers son propre corps).

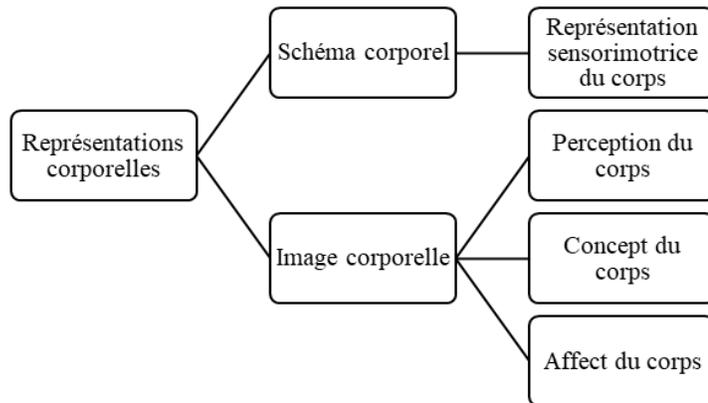


Figure 2.1 : Taxonomie dyadique des représentations corporelles.

La taxonomie triadique (Figure 2.2) conserve la notion précédente de schéma corporel comme la représentation inconsciente des parties du corps, par l'entrée sensorielle et motrice, à la fois afférente et efférente, et qui interagit avec les systèmes moteurs dans la genèse des actions (Schwoebel et Coslett, 2005). L'image corporelle est restreinte à la représentation structurale du corps, tandis que s'ajoute la sémantique du corps. Ainsi, l'image corporelle, aussi appelée carte visuo-spatiale du corps, est une représentation topologique de la configuration du corps (*i.e.*, les limites et les relations de proximité des parties corporelles), alors que la sémantique du corps est la représentation conceptuelle et linguistique de celui-ci (*i.e.*, les noms des éléments corporels ainsi que leurs fonctions et leurs associations avec les objets). Il n'y a pas de corrélation significative observée entre l'évaluation de ces trois représentations corporelles, ce qui soutiendrait l'idée de systèmes neurologiques distincts (Raimo et *al.*, 2019).

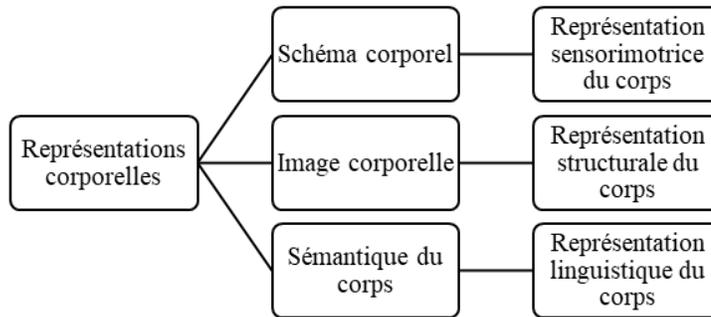


Figure 2.2 : Taxonomie triadique des représentations corporelles.

Si la taxonomie dyadique donne l'impression de l'image corporelle comme étant une notion vaste et hétérogène, la taxonomie triadique omet l'expérience des relations et de la confrontation avec les influences socioculturelles. Cependant, les deux se rejoignent sur l'existence spécifique de représentations corporelles inconscientes et liées à l'action (*i.e.*, le schéma corporel) et de représentations corporelles qui ne sont pas liées à l'action (*i.e.*, l'image corporelle, la carte visuo-spatiale, la sémantique du corps). C'est pourquoi pour « *percevoir et agir dans son environnement, les caractéristiques du corps ainsi que ses interactions avec le milieu sont représentées dans le cerveau* » (Assaiante, dans Bullinger, 2015).

### 2.1.2 Neurologie des représentations corporelles

Les contacts physiques et psychologiques avec l'environnement, ne peuvent se réaliser qu'au travers du corps. L'expression de ces expériences corporelles prend alors forme dans différentes régions du cerveau. C'est riche de ces informations sensorielles, motrices et relationnelles que vont s'élaborer les représentations corticales du corps afin d'agir sur l'environnement et de développer le sens du *Self* (Raimo et *al.*, 2019). Ces constructions peuvent sembler difficiles à saisir car elles sont révélatrices du constat aussi complexe qu'évident qu'est l'expérience physique de soi, c'est-à-dire le sentiment qu'il s'agit de notre propre corps et qu'il nous appartient (Reinersmann et Lücke, 2018).

Les épreuves évaluant les représentations sensorimotrices du corps (*i.e.*, celles liées à l'action) utilisent des paradigmes qui impliquent l'utilisation active de la représentation corporelle soutenant l'action ou qui sollicitent le schéma corporel de manière passive et inconsciente (*e.g.*, imitation; tâche de rotation des mains; observation de l'action; mouvements d'atteinte guidés par la mémoire; maintien des représentations posturales; mise à jour des représentations posturales; tâche de décision lexicale) alors que celles évaluant les représentations corporelles non liées à l'action incluent tous les paradigmes qui évoquent une représentation corporelle stable (*e.g.*, jugement spatial; tâche d'identification, reconnaissance haptique de segments corporels; imagerie visuelle; observation du corps; perception de la taille du corps; dénomination des parties du corps; tâche de distance ou de contact) (Di Vita et *al.*, 2016).

Ainsi le schéma corporel (*i.e.*, les représentations corporelles liées à l'action) active l'aire motrice primaire gauche (*i.e.*, le lobe frontal postérieur), le cervelet et l'aire corporelle extrastrée droite (EBA) (*i.e.*, le lobe occipital inférieur). Les deux premières zones confirment la place du mouvement dans ce type de représentations corporelles. La dernière est sensible à l'image des parties corporelles de soi et d'autrui (Myers et Sowden, 2008) et sert à détecter une anomalie dans les représentations de l'action (Astafiev et *al.*, 2004).

Quant à la carte visuo-spatiale du corps (*i.e.*, les représentations corporelles non liées à l'action), celle-ci implique le cortex primaire somatosensoriel bilatéral (*i.e.*, le lobe pariétal antérieur) et le gyrus supramarginal droit (*i.e.*, le lobe pariétal inférieur). La première région traite les informations des récepteurs cutanés et des rétroactions proprioceptives, qui organisées de manière somatotopique, confèrent une représentation structurale du corps. Le gyrus supramarginal participe à la perception visuo-spatiale des parties du corps (Corradi-Dell'Acqua et *al.*, 2008), alors que le

lobe pariétal droit conserve un modèle interne stable de ses propriétés anatomiques (Tsakiris et *al.*, 2008).

Ces deux types de représentations corporelles, liées ou non liées à l'action, partagent une base neuronale commune qui englobe l'aire motrice supplémentaire et le cortex cingulaire médian (*i.e.*, la surface médiane de l'hémisphère gauche), soit deux zones liées à la conscience de soi. Enfin, l'absence d'activation dans les aires temporales suggère que ces régions sont plutôt reliées à la sémantique du corps (Di Vita et *al.*, 2016). Les déficits sélectifs dans la clinique neurologique (*i.e.*, le schéma corporel, la carte visuo-spatiale ou la sémantique du corps) appuient cet ensemble de ségrégations neuronales, qui en retour assoit les modèles actuels des représentations corporelles.

### 2.1.3 Perspective psychomotrice du schéma corporel

Les taxonomies dyadique et triadique précédentes se complètent mais ne sont pas séparément satisfaisantes. D'une part, les données neurologiques présentées (*i.e.*, le cortex primaire somatosensoriel bilatéral et le gyrus supramarginal droit) remettent en question l'utilisation multiple de l'expression « image corporelle » dans la taxonomie dyadique pour des représentations différentes ce qui pourrait conduire à des quiproquos (*i.e.*, la perception visuelle et somatosensorielle, ou la connaissance, ou les affects liés au corps). D'autre part, l'exclusion des ressentis et des comportements, tel le dégoût d'une partie du corps ou le comportement à la santé, dans un modèle de représentations corporelles questionne à son tour (*i.e.*, la taxonomie triadique).

Aussi, la restriction du schéma corporel en représentations sensorimotrices du corps s'oppose aux mesures traditionnelles de son évaluation et aux pathologies neurologiques liées à son concept initial. Pensé comme :

[...] l'intuition d'ensemble ou la connaissance que nous avons de notre corps à l'état statique ou en mouvement, dans le rapport de ses différentes

parties entre-elles et surtout dans ses rapports avec l'espace et les objets qui nous environnent (Le Boulch, 1981),

le schéma corporel est classiquement évalué par des épreuves de dénomination des parties du corps (Bergès et Lézine, 1963; Talbot, 1993, cité par Martin, 2003), de représentations graphiques du corps (Goodenough, 1957; Royer, 1984) ou en pièces détachées (Meljac et *al.*, 2010), d'orientation spatiale (Zazzo et Galifret-Granjon, 1964), d'imitation de gestes (Bergès et Lézine, 1963; Vaivre-Douret, 1997), d'estimation des mensurations personnelles (Dillon, 1962). Cette connaissance de la « *géométrie du corps* » est mesurée en parallèle de la « *dynamique du corps* » avec des épreuves d'adresse et d'habiletés motrices (Rigal, 2003).

La pathologie la plus connue du schéma corporel est la douleur du membre fantôme. L'apraxie, l'héminégligence ou l'autotopoagnosie sont aussi fréquemment citées dans la littérature neurologique. L'apraxie implique autant un déficit sensorimoteur que conceptuel. L'héminégligence engage aussi bien la représentation structurale du corps que ses représentations sensorimotrices. Enfin des perturbations au niveau de la carte visuo-spatiale et de la sémantique du corps s'associent dans l'autotopoagnosie. Les déficits purs feraient alors figures d'exception (De Vignemont, 2010).

C'est la raison pour laquelle nous proposons, dans une perspective psychomotrice, une combinaison des modèles dyadique et triadique dans laquelle les représentations corporelles seraient scindées en deux catégories (Figure 2.3) : une catégorie liée à l'investissement corporel et aux comportements socio-affectifs de l'image du corps (*i.e.*, l'affect du corps) et une catégorie liée à la connaissance, la conscience et la maîtrise du schéma corporel. Cette dernière serait subdivisée en trois aspects : un aspect sémantique pour sa connaissance (*i.e.*, le concept et la sémantique du corps), un aspect figuratif pour sa conscience (*i.e.*, la perception et la structuration du corps) et enfin un aspect opératoire pour sa maîtrise (*i.e.*, les représentations sensorimotrices

du corps liée à l'action). Ainsi, le schéma corporel est à l'action ce que l'image du corps est à la présentation de soi (Albaret, dans Scialom et *al.*, 2013).

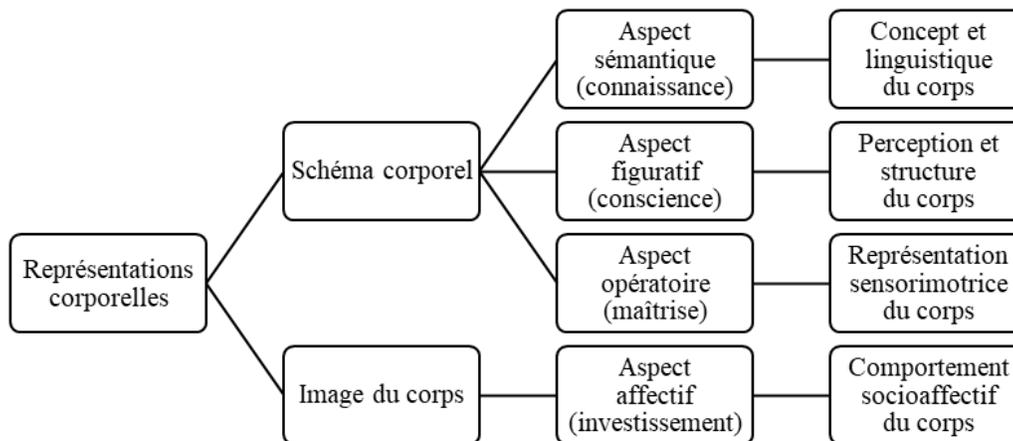


Figure 2.3 : Taxonomie psychomotrice des représentations corporelles.

Le corps est un instrument d'action sur le monde et dans cette perspective psychomotrice, il nous semble que le schéma corporel ne répond pas uniquement à la question « comment » s'effectue l'action, de l'utilisation maîtrisée de l'ensemble du corps pour exécuter le projet moteur recherché (*i.e.*, l'aspect opératoire). Il répond également à la question « où » se réalise l'action, les segments corporels engagés et orientés vers la cible de l'action (*i.e.*, l'aspect figuratif), et avec « quoi », les parties corporelles sollicitées agissant dépendamment de leurs fonctions et avec des objets prévus à leurs effets (*i.e.*, l'aspect sémantique). Un exemple concret est l'apprentissage de l'habillage chez le jeune enfant ou chez l'adulte apraxique. Pour enfiler un chandail, le sujet doit connaître la correspondance du col avec la tête, des manches avec les bras, de l'avant du chandail avec le ventre et l'arrière avec le dos (*i.e.*, l'aspect sémantique). Il doit aussi penser le mouvement du bas vers le haut du chandail, de ses parties centrales vers ses parties périphériques, et être conscient de la face du chandail pour ne pas l'enfiler à l'envers (*i.e.*, l'aspect figuratif). La saisie du chandail par le bon bord, le passage de la tête du bas jusqu'au col, l'insertion des bras

dans les manches et la fin de l'enfilage par le recouvrement du ventre se réalisent par un enchaînement successif en début d'apprentissage avant d'être un enchaînement simultané des actions (*i.e.*, l'aspect opératoire).

Il reste la part de l'image du corps pour répondre à la question « qui » agit, avec quel vécu émotionnel et quelle nature d'attitude sous-tendant l'action (*i.e.*, l'aspect affectif).

#### 2.1.4 Systèmes du schéma corporel

« *Le schéma corporel n'est pas une fonction, mais il correspond à l'ensemble des structures neurologiques qui traitent l'information proprioceptive* » dans son ensemble (Le Boulch, 1995) et est révélé lors de dysfonctionnement proprioceptif (*e.g.*, neuropathie sensorielle; maladie de Duchenne) qui perturbe la réalisation d'activités motrices nécessitant la représentation des relations spatiales entre les segments (Blouin et *al.*, 1993; Jover et *al.*, 2006). La vision élargie du schéma corporel dans la perspective psychomotrice, permet de définir un ensemble de systèmes proposés par Reinersmann et Lücke (2018).

- (1) Le premier système est celui des capteurs somatiques, incluant les fonctions de localisation de stimuli à la surface du corps (*i.e.*, le schéma superficiel de Paillard), des positions du corps (*i.e.*, le schéma postural de Head) et de ses caractéristiques musculosquelettiques. Ces dernières peuvent s'étendre à un objet lors de son utilisation, comme un pinceau, des skis ou une voiture (Berthoz, 1997). Cet ensemble de fonctions est le référentiel d'action pour le sujet, soit l'expérience du « *corps situé* » sur des bases proprioceptives (Paillard, 1980).
- (2) Le deuxième système met en jeu l'activité sensorimotrice qui regroupe les fonctions de planification des mouvements et de rotation mentale des parties

du corps. Les premières sont testées par l'imagerie motrice alors que les deuxièmes sont évaluées par la détection et l'orientation droite-gauche. L'imagerie motrice est une configuration cinématique consciente simulée mentalement par rapport à la configuration cinématique réelle mais transformable de son corps. « *La représentation sous-jacente à la performance est probablement ce que l'on a appelé le schéma corporel.* » (Parsons, 1994) Tandis que la projection du schéma corporel s'exerce par rayonnement, par translation, par réflexion ou par rotation (Pêcheux, 1990). La plupart du temps, la rotation mentale reste principalement implicite, même si les sujets peuvent l'effectuer explicitement sans modification significative de la performance (De Vignemont et al., 2006). Ce système correspond au schème des actions possibles (Berthoz, 1997).

- (3) Le troisième système concerne la perception du corps propre. Il regroupe les fonctions de conscience des parties de notre propre corps comme nous appartenant, mises en évidence par l'illusion de la main en caoutchouc; de notre enveloppe corporelle et de la discrimination à l'égard de l'étranger, mises en évidence par l'illusion d'engourdissement; de la longueur de nos segments corporels, mises en évidence par l'illusion de Pinocchio. Il s'agit du « *corps identifié* » (Paillard, 1980) qui permet l'expérience consciente d'un objet singulier qu'est notre corps par l'intermédiaire d'informations extéroceptives, notamment visuelles. Cette activité perceptive est sujette à des distorsions et hallucinations. Sa pathologie cible alors la perception des volumes mais préserve les références à l'espace orienté.
- (4) Le quatrième et dernier système est celui d'un cadre de référence égocentrique. Les fonctions sont celles de la relation visuo-spatiale entre le corps et l'objet (*i.e.*, le mouvement intentionnel sans recours visuel sous-tendu par la capacité de localisation et d'orientation du corps), et de l'espace péri-personnel (*i.e.*, la

localisation en rayon des différents points d'atteinte sans mobilisation du tronc) (Corraze, 2003, dans Corraze, 2009). La mesure subjective de la ligne centrale du corps par l'utricule (*i.e.*, l'oreille interne) permet d'apprécier les relations visuo-spatiales tandis que les mouvements de préhension à courte distance évalue l'intégration de l'espace péri-personnel.

Ainsi les fonctions matures du schéma corporel agissent à deux niveaux : l'action et la perception. Elles permettent la planification et le contrôle du mouvement, puis les rapports entre la surface du corps et les objets dans l'espace (Reinersmann et Lücke, 2018). Ce n'est que lorsque le traitement des stimuli de l'intérieur ou de la périphérie du corps diverge, ou grâce à une attention locale, que les fonctions du schéma corporel apparaissent à la conscience. Grâce à cette attention nous pouvons fermer les yeux et toucher de la main droite l'espace entre le premier et le deuxième orteil du pied gauche, revenir à la position initiale puis prendre le verre sur la table posé devant nous en conservant les yeux fermés. Cette succession de mouvements permet de rendre conscient l'espace corporel et l'espace péricorporel, dépendant de la bonne intégration des fonctions du schéma corporel, bien qu'elles soient inconscientes. Hécaen et Ajuriaguerra (1952) utilise avec beaucoup de justesse la notion de schéma corporel en tant que :

[...] représentation plus ou moins consciente de notre corps, agissant ou immobile, de sa position dans l'espace, de la posture respective de ses différents segments, du revêtement cutané par lequel il est en contact avec le monde. C'est un processus psycho-physiologique qui, à partir des données sensorielles, nous fournit, dans une synthèse constamment défaite et constamment renouvelée, la connaissance et l'orientation de notre corps dans l'espace pour nous permettre d'y agir avec efficacité.

En résumé, le schéma corporel est un concept bien plus complexe que la faculté de se reconnaître dans le miroir, de nommer les parties de son corps, de dessiner ou d'assembler les pièces d'un bonhomme, ou de connaître la droite et la gauche comme

le résumait Mitchell (1998). Il est en premier lieu inconscient et révélé dans l'activité motrice de l'« agissant ». Le schéma corporel est « *une nécessité se construisant selon les besoins de l'activité* » (Wallon, 1959) qui apparaît au cours de l'ontogénèse et conserve sa capacité d'adaptation tout au long de la vie (Assaiante, dans Bullinger, 2015). Au commencement, il se situe en aval de l'activité et non en amont, soit dans les informations sensorimotrices renvoyées par le corps en action (*i.e.*, le couplage perception-action), afin que la planification motrice soit toujours associée au schéma corporel (Ayres, 1961). Ainsi, pour comprendre sa formation et son intégration durant l'enfance, sa correspondance avec le développement moteur est essentielle.

## 2.2 Schéma corporel et développement moteur

Le développement du schéma corporel vise à atteindre une « *disponibilité corporelle* » (Le Boulch, 1982) en dynamique où « *le potentiel de l'individu se met entièrement à la disposition d'une adaptation optimale au monde* » (Soubiran et Coste, 1975). Il consiste en l'émergence successive d'acquisitions sensorimotrices donnant des facultés perceptivo-motrices nouvelles et préparées par les phases antérieures en vue d'agir efficacement sur l'environnement. C'est pourquoi le schéma corporel et son processus ontogénétique s'appuient sur le développement psychomoteur, qui peut être défini comme l'évolution de la logique de l'action, au même titre que le développement intellectuel abouti à la logique formelle (Defontaine, 1977). L'intégration du schéma corporel s'édifie par étapes, parallèlement au développement moteur : (1) l'étape du corps subi, équivalent au premier trimestre de vie et durant laquelle prédomine l'expérience rétroactive; (2) l'étape du corps vécu durant laquelle prédomine l'expérience sensorimotrice jusqu'à 3 ans; (3) l'étape du corps perçu, de 3 à 6 ans, durant laquelle prédomine l'expérience perceptive; (4) l'étape du corps représenté, de 7 à 12 ans, durant laquelle prédomine l'expérience explicite et méthodique de l'activité motrice (Ajuriaguerra, 1971; Le Boulch, 1982; De Lièvre et Staes, 2012; D'Ignazio et Martin, 2018; Lauzon et Godin, 2019).

Les étapes de l'intégration du schéma corporel introduits par Ajuriaguerra, constituent un modèle évolutif de sa maîtrise qui n'a d'autres finalités que celle du développement psychomoteur : la logique de l'action (Figure 2.4). Si les trois aspects du schéma corporel (*i.e.*, le sémantique, le figuratif et l'opérateur) peuvent s'observer séparément, leurs développements sont réciproques comme l'entrevoit Ajuriaguerra (1971) :

Édifié sur la base des impressions tactiles, kinesthésiques, labyrinthiques et visuelles, le schéma corporel réalise dans une construction active constamment remaniée des données actuelles et du passé, la synthèse dynamique, qui fournit à nos actes, comme à nos perceptions, le cadre spatial de référence où ils prennent leur signification.

Les pages suivantes tenteront de montrer cette interaction tout en privilégiant la maîtrise du schéma corporel, soit l'aspect opératoire, chacune des étapes du développement contribuant à son édifice.

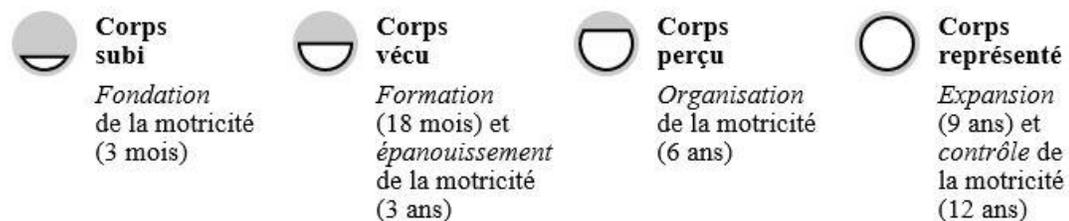


Figure 2.4 : Développement conjoint du schéma corporel et de la motricité.

### 2.2.1 Corps subi et émergence des représentations sensorimotrices (0-3 mois)

Durant cette étape, l'activité motrice du fœtus puis du nouveau-né sert essentiellement de base au développement moteur ultérieur. L'expérience motrice endogène fournit des informations sensorielles qui viennent structurer les réseaux neuronaux et accélérer la myélinisation afin que l'organisme dispose de rétroactions, propices à la phase de variabilité secondaire (*i.e.*, la sélection du pattern approprié et l'ajustement moteur) qui commence à la fin du premier trimestre avec les premiers

ajustements posturaux (Hadders-Algra, 2018). C'est la fondation de la motricité (Bolduc, 1975).

De ce fait, la naissance ne représente pas un nouveau point de départ pour les processus cérébraux en charge de la motricité, qui continue principalement d'être de type sous-corticale comme celle du fœtus. Le changement brutal concerne l'arrivée du nouveau-né dans le milieu aérien où la force gravitaire ne lui permet plus de jouir d'une libre activité motrice. C'est d'ailleurs cette lutte que devra appréhender et surmonter le bébé pendant sa première année de vie (Vasseur, dans Bullinger, 2015). Cette période est caractérisée par une activité motrice impulsive, ressemblant davantage à des décharges, qu'à des mouvements coordonnés, mais également par une activité réflexe, tel le réflexe d'agrippement, le réflexe asymétrique du cou, le réflexe de marche ou le réflexe de Moro pour ne citer qu'eux (Illingworth, 1990).

L'examen de l'activité réflexe permet d'appréhender l'évolution de la fonction inhibitrice des centres corticaux jusqu'à la disparition progressive de ces réflexes archaïques et l'amorce d'une activité volontaire. De plus, l'activité motrice globale et automatique du nouveau-né et l'expérience proprioceptive sous la contrainte gravitaire, sont sources de rétroactions correctrices en vue de pouvoir saisir de nouvelles informations externes. « *Motricité et sensibilité représentent deux aspects indissociables du comportement.* » (Le Boulch, 1982) Une étude d'intervention sur des nouveau-nés prématurés témoigne du rôle positif de l'expérience proprioceptive (e.g., des changements réguliers de positionnement) sur le développement neurologique et psychomoteur des nouveau-nés (Vaivre-Douret et al., 2004).

Cette première période correspond à la phase de variabilité primaire du développement moteur, durant laquelle l'activité spontanée, autoproduite du système nerveux, explore son répertoire moteur génétiquement prédéfini ou patterns, sans visée adaptative (Hadders-Algra, 2018). Ainsi, ces premières expériences endogènes

pourraient contribuer à l'émergence des bases corticales des représentations sensorimotrices du corps sous les effets de la gravité.

### 2.2.2 Corps vécu et émergence du couplage perception-action (4 mois-3 ans)

Durant cette étape, l'enfant de 3 ans dispose de l'armature du schéma corporel (*e.g.*, la reconnaissance de son image spéculaire, les premières imitations et la connaissance lexicale des parties corporelles, le début du dessin de la figure humaine), bâtie au travers des riches expériences motrices et praxiques globales que lui ont fourni les acquisitions motrices élémentaires.

#### 2.2.2.1 Formation de la motricité (dimension motrice)

À cette période, la dichotomie corps-esprit est illusoire, au point que les batteries de psychométrie pour ces âges passent essentiellement par l'activité motrice, tout comme la séparation du facteur cognitif et du facteur affectif dans le comportement de l'enfant. Si le premier structure l'activité motrice, le deuxième en fournit l'énergie (Piaget et Inhelder, 1979). C'est dans cette dynamique que l'équipement sensorimoteur de l'enfant s'exprime, c'est-à-dire la référence à son corps, afin de repérer rapidement les différentes possibilités d'action dans l'environnement (Gibson, 1979). Ce moteur qu'est l'affordance, est possible grâce à la perception visuelle de l'environnement qui aide l'enfant à interagir avec lui, en guidant des actions potentiellement réalisables. Le développement moteur de cette période n'a pas d'équivalent tellement les acquisitions sont nombreuses et variées. Ainsi l'enfant accède au stade initial des habiletés motrices fondamentales (Rigal, 2003). C'est la formation de la motricité (Bolduc, 1975).

Parmi les acquisitions motrices, le contrôle postural assure l'équilibre et le redressement antigravitaire. Il est le référentiel stable de l'organisation de la motricité en coordonnant les espaces tridimensionnels et permet d'anticiper les conséquences

d'un mouvement par des ajustements posturaux (Vasseur, dans Bullinger, 2015). Le contrôle postural est sous la dépendance de la maturation du tonus musculaire et du développement du contrôle pyramidal qui évoluent dans le sens céphalo-caudal. Ainsi il constitue « *un prérequis à l'expression d'une motricité harmonieuse et efficace* » (Assaiante, dans Bullinger, 2015). Quant aux coordinations motrices globales, il s'agit de mouvements impliquant le tronc et un ou plusieurs segments et engagent l'intention et la motivation de l'enfant. Les changements de position et les organisations locomotrices appartiennent à cette catégorie (Barnett et *al.*, 2016). Trois référentiels du sens de la verticalité et du contrôle postural soutiennent le reste du développement moteur (Assaiante, 2011; Vasseur, dans Bullinger, 2015) :

- (1) Le référentiel de la tête avec l'acquisition de son maintien à 3 mois qui permet les premiers ajustements posturaux à 3-4 mois (Hedberg et *al.*, 2005) et le passage du décubitus dorsal au décubitus latéral à 4 mois initié par l'extension du cou, suivi du retournement dos-ventre à 6 mois (Vaivre-Douret, 1999).
- (2) Le référentiel du bassin avec l'acquisition de la station assise à 7 mois qui permet, grâce aux nouvelles perceptions dans la station assise (*e.g.*, indépendance des ceintures, croisement de l'axe médian du corps, flexion et extension du torse), les premiers moyens de locomotion (*e.g.*, ramper à 9 mois, quatre pattes à 10 mois) (Vaivre-Douret, 1999). Le passage de la position allongée à la position assise, qui nécessite la coordination entre l'activité des bras, du tronc, des jambes et de la tête, est acquis à 9 mois. Aussi, la station assise facilite la manipulation de l'objet (*e.g.*, passage de l'objet d'une main à l'autre à 7 mois, relâcher volontaire à 8 mois) et l'exploration d'actions répétées sur celui-ci (*e.g.*, soulever, jeter, tourner, insérer, déchirer).
- (3) Le référentiel du tronc avec la conquête de la verticalité autour de 10 mois qui permet de tourner son axe, soulever sa tête en arrière sans crainte de perdre

l'équilibre en étant assis. Bien que pouvant se hisser en position debout à 11 mois, l'enfant adopte une stratégie en bloc lors des premiers pas (*i.e.*, la fixation des articulations du tronc pour garder la conservation du centre de gravité par l'élargissement du polygone de sustentation) et ce jusqu'à 2 ans ½ (Haddern-Algra, 2018). L'enfant parvient à se mettre debout sans appui autre que le sol à 14 mois puis à s'accroupir à 15 mois (Vaivre-Douret, 1999).

Les acquisitions posturales provoquent le gel temporaire des degrés de liberté segmentaire jusqu'à ce qu'il y ait une stabilité dans la nouvelle posture (Haddern-Algra, 2018). Les acquis posturaux sont antérieurs à leurs transitions (Adolph et Franchak, 2017). Par exemple, l'enfant tiendra « rigidement » assis avant de « se relâcher » et s'asseoir seul. De ce fait, l'aspect figuratif du schéma corporel (*i.e.*, le début de conscience de la configuration structurale du corps avec le cou, le bassin et les membres inférieurs) soutient son aspect opératoire (*i.e.*, les représentations sensorimotrices des premiers contrôles posturaux et déplacements) grâce à l'expérience visuelle et vestibulaire des mouvements de la tête associée à l'expérience proprioceptive de l'axe corporel.

#### 2.2.2.2 Épanouissement de la motricité (dimension motrice)

Puis l'enfant trotteur jusqu'à 3 ans, va mettre à l'épreuve ce qu'il aura acquis durant la formation motrice et ce, en étant continuellement en mouvement par une variété de jeux moteurs spontanés (*e.g.*, sauter, courir, jouer avec sa salive ou sa langue, faire des grimaces, ouvrir-fermer les portes, escalader, se suspendre, pousser-tirer avec ses mains ou ses pieds). C'est l'épanouissement de la motricité (Bolduc, 1975). Découvertes par « hasard » (*i.e.*, l'affordance), ces actions sont répétées par l'intérêt qu'elles suscitent. Les expériences sensorimotrices se réalisent par le contrôle rétroactif, soit la planification pas à pas à partir des réafférences sensorielles prélevées au cours de l'exécution du mouvement (Jover et Assaiante, 2016). De ce fait, le couplage perception-action contribuerait au développement de l'aspect

sémantique du schéma corporel (*i.e.*, le rôle fonctionnel des parties corporelles) et de l'aspect figuratif (*i.e.*, la configuration structurale du corps).

Selon Herold et Akhtar (2008), les réafférences sensorielles issues du mouvement aident à la prise de conscience des parties corporelles engagées dans l'action, conduisant à leur connaissance. Ainsi, l'enfant imitera les gestes en utilisant d'abord les parties du corps qu'il connaît. La prédominance des afférences visuelles sur celles somatosensorielles fait en sorte également que l'enfant reproduira les actions impliquant la manipulation d'objets, soit ce qu'il peut voir, avant les actions dirigées sur lui (Brownell et *al.*, 2010). Progressivement, et enrichi de nouvelles expériences sensorimotrices, le jeune enfant se sert des représentations préexistantes pour mener son action à bien grâce au contrôle moteur proactif lors d'une situation nouvelle, soit la planification anticipée du mouvement à partir de schémas moteurs engrammés (Jover et Assaiante, 2016). Cette planification anticipée du mouvement, plus élaborée, est propre à l'aspect opératoire du schéma corporel (*i.e.*, l'application des représentations sensorimotrices du corps). La bascule du contrôle rétroactif au contrôle proactif du mouvement, soit du guidage perceptif au guidage sensorimoteur, fait écho avec la phrase de Wallon (1959) pour qui le schéma corporel est en aval de l'activité.

La nouveauté des situations est donc capitale pour l'anticipation et l'adaptation du comportement moteur. En effet, le changement de position du jeune enfant modifie la réponse motrice pour une même tâche, qu'elle soit réalisée assis ou bien debout (Needham et Libertus, 2011). Il en découle une éclosion de jeux spontanés et répétés qui permet l'intériorisation de nouvelles capacités sensorimotrices et l'enrichissement du répertoire moteur et fonctionnel du schéma corporel (*i.e.*, l'aspect opératoire). Pour résumer, en percevant différemment des variations posturales (*i.e.*, l'aspect figuratif), le jeune enfant agit différemment. Et c'est parce qu'il agit de manière variée, qu'il connaîtra les fonctions des parties corporelles sollicitées (*i.e.*, l'aspect

sémantique). De ce fait, l'aspect figuratif du schéma corporel conditionne l'élaboration des représentations sensorimotrices, soit l'aspect opératoire.

### 2.2.2.3 Préparation au référentiel égocentrique (dimension cognitive)

L'acquisition de la station assise permet l'intégration des axes de référence à l'aspect figuratif du schéma corporel (*i.e.*, haut/bas, avant/arrière, côté/autre côté). En étant assis, le jeune enfant passe d'un « *espace oral* » à un « *espace de préhension* » (Bullinger, 1998), dans lequel s'exercera la manipulation : préparation de la main selon l'orientation des objets entre 5 et 9 mois (Lockman et *al.*, 1984); détermination de l'atteinte uni- ou bimanuelle selon la taille des objets entre 5 et 13 mois (Fagard et Jacquet, 1996); ouverture anticipée de la main autour de 13 mois (Butterworth et *al.*, 1997). Par ce type de représentations sensorimotrices, l'espace péri-personnel s'établit (Dutriaux et Gyselinck, 2017). Les activités de manipulation contribuent aussi à l'instauration progressive de la latéralité. Si la latéralité gestuelle découle de l'équipement neurologique, soit la répartition du tonus entre les hémicorps, la latéralité usuelle, dépend des expériences libres et de la perception d'un segment corporel plus habile que son homologue (Bergès, dans Lebovici et *al.*, 2004). De plus, l'acquisition de la marche permet l'exploration d'un espace continu avec la perception des volumes, des distances et des perspectives (Adolph et Hoch, 2019). Cette énumération non exhaustive, témoigne du couplage perception-action très précoce, c'est-à-dire la réciprocity l'aspect figuratif et de l'aspect opératoire du schéma corporel.

À la fin de l'étape du corps vécu, soit vers l'âge de 3 ans, le schéma corporel dispose d'une armature qui serait dépendante de la bonne intégration somatotopique des segments corporels (*i.e.*, l'aspect figuratif). La clinique du membre fantôme est intéressante au regard de cette maturation du schéma corporel. Elle démontre que si la douleur est présente dans 85 % des cas adultes (Sherman et *al.*, 1984), elle ne devient présente que dans 75 % des cas d'enfants de 8 ans, 50 % des cas d'enfants de 6 ans et

20 % des cas d'enfants de 2 ans et moins (Melzack et *al.*, 1997, Simmel, 1961). Cette différence entre les âges témoigne de l'évolution des représentations somatotopiques du corps.

### 2.2.3 Corps perçu et émergence de la carte visuo-spatiale du corps (3-6 ans)

Durant cette étape, le contrôle moteur proactif s'enrichit parallèlement à l'organisation perceptive et sémantique du corps et de l'espace.

#### 2.2.3.1 Perfectionnement de la motricité (dimension motrice)

L'enfant passe d'une activité instinctive et guidée par son émotivité, à une activité orientée vers un objectif précis. Cependant, le contrôle moteur est encore global et les habiletés motrices fondamentales continuent leurs perfectionnements. Lors du stade intermédiaire du développement moteur (Rigal, 2003), la coordination motrice dispose d'une meilleure fluidité entre les contractions musculaires du tronc, des bras et des jambes (*e.g.*, posture asymétrique lors du lancer, participation des bras aux sauts, propulsion plus efficace de la jambe d'appui dans la course). Toutefois, les progrès les plus significatifs portent sur le contrôle postural grâce à une régulation tonique mieux équilibrée. Le bassin se stabilise entraînant la sortie de la stratégie en bloc dans la marche à partir de 3 ans sur une surface lisse. Il faudra attendre l'âge de 6 ans pour la même maîtrise du schéma corporel (*i.e.*, la sortie d'une stratégie en bloc), sur une surface étroite (Assaiante, 2011). L'évolution des coordinations motrices et du contrôle postural décrit la maturation des représentations sensorimotrices (*i.e.*, l'aspect opératoire).

L'aspect figuratif du schéma corporel continue son développement et l'intérêt perceptif prédomine dans les activités manuelles de l'enfant lors desquelles il peut être décrit comme malhabile. En réalité « *il s'intéresse parfois moins à ce qu'il accomplit avec ses outils qu'à leur manipulation* » (Gesell, 1999) et les études sur la

préhension montrent que la variabilité de la force dans la saisie et le soulèvement reste très importante jusqu'à 4 ans (Jover et Assaiante, 2016). La perception est donc pour l'enfant un processus d'extraction d'informations par l'action (*i.e.*, le contrôle rétroactif) pour disposer de connaissances sur lui-même et sur l'environnement (*i.e.*, le contrôle proactif) (Jover et Assaiante, 2016). Parallèlement au développement de l'aspect opératoire, le niveau de maturité de l'aspect figuratif du schéma corporel permet également le développement de l'aspect sémantique. Ainsi la connaissance linguistique des éléments distaux (*e.g.*, main, pied, pouce) et faciaux (*e.g.*, oreilles, nez, yeux, lèvres, joues) est antérieure à la connaissance des éléments articulaires (*e.g.*, genou, épaule, cou, poignet) et plus larges (*e.g.*, mollet, ventre, talon) (Auclair et Jambaqué, 2015). L'association des parties corporelles à leurs noms est mature à 5 ans (Fontes et *al.*, 2017).

#### 2.2.3.2 Organisation de la motricité (dimension cognitive)

L'aspect figuratif soutient aussi l'organisation spatiale de l'enfant. « *L'espace corporel et l'espace environnant sont les deux pôles opposés de la même fonction primitive [...]. La gnose corporelle et la gnose spatiale s'engendrent constamment.* » (Ajuriaguerra, 1971) L'étude du schéma corporel ne pourrait alors se comprendre sans celle du sens spatial. La statique et la géométrie du corps sont donc essentielles pour permettre à l'enfant de se repérer dans l'espace et l'action. Le tronc et les jambes matérialisent la verticale et les bras tendus l'horizontal. La mise en place de la latéralité contribue à la structuration du schéma corporel afin qu'à 6 ans, les référentiels spatiaux soient tous établis une fois la désignation d'un hémicorps droit et d'un hémicorps gauche (Reinhardt, 1990). Pour accéder à un espace orienté, l'éducation de la terminologie spatiale doit être associée aux activités motrices et graphiques (*e.g.*, sur/sous, loin/près, dedans/dehors, plus haut/plus bas) (Galliano et *al.*, dans Scialom et *al.*, 2013). Ainsi la connaissance de l'avant et de l'arrière, du haut et du bas, de la droite et de la gauche par rapport à l'axe corporel et sa géométrie

permet la structuration et la projection du corps dans un espace orienté (*i.e.*, l'aspect figuratif), propice à l'action structurée et anticipée (*i.e.*, l'aspect opératoire). C'est l'organisation de la motricité (Bolduc, 1975). Le cadre de référence égocentrique est alors construit et se précisera jusqu'à la première moitié de l'étape suivante, vers 8 ans (Raimo et *al.*, 2019).

#### 2.2.4 Corps représenté et émergence du contrôle moteur anticipé (7-12 ans)

Durant cette étape, l'intériorisation du corps et de l'espace va permettre l'utilisation structurée et anticipée de l'action grâce à l'image motrice. Le jeune parviendra à modifier un automatisme en cours d'exécution, sans générer trop de syncinésie et en conservant le déroulé de l'action. Malheureusement, il ne semble pas exister d'outils standardisés pour évaluer cet aspect opératoire du schéma corporel et ce manque est ressenti par les spécialistes de la réadaptation psychomotrice (Paquet, 2019).

##### 2.2.4.1 Expansion de la motricité (dimension motrice)

###### 2.2.4.1.1 Processus anticipatoires

Si dans l'étape du corps perçu, la capacité d'ajustement s'améliore grâce à la recherche d'un objectif à accomplir, elle ne s'exerce encore que de manière globale. Le contrôle moteur est limité dans la modification volontaire de la tonicité de tel ou tel groupe musculaire ou de tel ou tel détail d'attitude. Au cours de l'étape du corps représenté, les habiletés motrices fondamentales présentent les caractéristiques finales entre 6 et 9 ans. Les groupes musculaires des membres et du tronc fonctionnent enfin en synergie afin d'optimiser la force, la vitesse, l'amplitude de la coordination et de la rendre précise et économe (Rigal, 2003), signe de la maturité des représentations sensorimotrices du mouvement (*i.e.*, l'aspect opératoire). Le contrôle postural est aussi rendu optimal avec la stabilisation de la tête à 7 ans qui libère le cou et sert de période charnière dans l'évolution des stratégies d'équilibre. Le système proprioceptif prend alors l'avantage par rapport au système visuel et permet de garder la position

en équilibre lors de la fermeture des yeux ou d'une situation en double tâche grâce à des ajustements posturaux anticipés (Boisgontier et *al.*, 2011). Exécutés dans le sens inverse d'une perturbation posturale imminente, les ajustements posturaux anticipés permettent de « *préparer le mouvement au niveau postural, de l'assister en termes de force et de vitesse, et enfin de minimiser la perturbation liée au mouvement en termes d'équilibre et d'orientation* » (Jover et Assaiante, 2016). Les ajustements posturaux anticipés nécessitent que l'aspect figuratif (*i.e.*, la configuration structurale du corps) soit suffisamment précis pour se dispenser des informations visuelles et que l'aspect opératoire (*i.e.*, le contrôle moteur anticipé) soit suffisamment élaboré pour fonctionner en autonomie et diriger l'attention de l'enfant dans une activité autre que le contrôle postural.

Mais les activités de stabilisation ne correspondent pas uniquement au contrôle postural et comprennent aussi le maintien d'une position. Ainsi, les valeurs de référence changent : axe corporel pour le contrôle postural global (*i.e.*, le référentiel égocentré) et segment corporel pour le maintien sélectif d'une position (*i.e.*, le référentiel exocentré) (Massion, 1997; Assaiante, dans Bullinger, 2015). C'est le cas pour l'enfant de 7 ans et demi qui maintient son bras dans un plan défini en absorbant les inclinaisons vers l'avant ou vers l'arrière du reste de son corps (Assaiante et *al.*, 2014). L'articulation de l'épaule est rendue indépendante des oscillations du tronc en modifiant son angle de façon inconsciente (*i.e.*, l'aspect opératoire). L'aspect figuratif du schéma corporel sert de cadre aux activités avec un référentiel égocentré (*i.e.*, la conscience portée sur la posture) ou avec un référentiel exocentré (*i.e.*, la conscience dirigée sur un élément extérieur à la posture telle la position de la main ou la fixation d'un point visuel), ce qui laisse une autonomie de la supervision inconsciente des représentations sensorimotrices du corps et révèle ainsi la réelle maîtrise du schéma corporel.

#### 2.2.4.1.2 Processus inhibiteurs

Pour Barral et *al.* (2009), il existerait deux mécanismes d'inhibition motrice : (1) l'inhibition globale qui permet l'arrêt complet de l'action et est mature à 5 ans (*e.g.*, le jeu de la sentinelle); (2) l'inhibition sélective qui permet l'arrêt d'une composante de l'action. Ainsi à 5 ans, une action symétrique (*e.g.*, les mouvements miroirs) est exécutée plus rapidement que son mouvement en situation unilatérale, qui requiert une inhibition sélective du membre opposé grâce à la conscience de la structure géométrique du corps, soit le schéma postural (*i.e.*, l'aspect figuratif). À 8 ans, ce même mouvement unilatéral est exécuté plus rapidement que lors d'une action asymétrique (*e.g.*, les mouvements parallèles) qui exige la double commande d'états de tension contraires et simultanés de muscles analogues (*i.e.*, l'aspect opératoire). Enfin, les durées d'exécution d'une action symétrique ou asymétrique s'équivalent à 11 ans (Barral et *al.*, 2006). Entre 7 et 9 ans, la rupture d'automatisme moteur est alors possible par la modification volontaire d'un élément de la coordination grâce à une meilleure intégration de commandes musculaires hétérogènes (Fagard, 1987), sans la rupture du jeu global entre les représentations sensorimotrices sollicitées (*i.e.*, l'aspect opératoire). En résumé, grâce aux processus anticipatoires et inhibiteurs, l'apprentissage d'habiletés contextualisées et exigeant un contrôle plus précis de la motricité est optimisé (*e.g.*, les activités sportives et scolaires). C'est l'expansion de la motricité (Bolduc, 1975).

#### 2.2.4.2 Contrôle de la motricité (dimension cognitive)

Durant la deuxième moitié de l'étape du corps représenté, entre 9 et 12 ans, il n'y a plus d'acquisitions motrices majeures. La planification du geste et la projection des repères corporels arrivent à leurs maturités. Des différences et des caractéristiques individuelles apparaissent alors dépendamment des pratiques régulières. C'est le contrôle de la motricité (Bolduc, 1975).

#### 2.2.4.2.1 Planification du geste et imagerie motrice

La planification motrice est un ensemble d'opérations se réalisant à partir d'un référentiel interne : l'aspect opératoire du schéma corporel (Parsons, 1994). Une opération est classiquement définie comme étant une action à la fois (1) intériorisée, accomplie non pas en réel mais en pensée et pouvant guider l'action effective; (2) réversible, transformée d'un état A à un état B, conservant une propriété invariante et pouvant être annulée grâce au retour d'un état B à l'état A; (3) pouvant se coordonner à d'autres opérations, soit des actions, pour structurer et exécuter un ensemble (Piaget, 1960). De ce fait, la façon dont le sujet saisit un objet est implicitement dépendante de la finalité de l'action (Cohen et Rosenbaum, 2004). Son développement entre 6 et 12 ans est lié à la faculté d'imagerie motrice (Fuelscher et *al.*, 2016) qui correspond à la représentation mentale d'une action sans production de la séquence motrice (Guillot et *al.* 2012). Cette imitation intériorisée serait donc un rappel des perceptions visuelles et somatosensorielles du corps anciennement en action.

La réalisation de tâches nécessitant l'image du mouvement est alors possible. L'enfant devient capable de traverser implicitement un cerceau à quatre pattes sans le frôler et sans le contrôle visuel de ses parties corporelles (Bolduc, 1997). À partir de 7 ans, il peut aussi explicitement estimer la durée d'une marche mentalement simulée qui correspond à la durée réelle de l'action (*i.e.*, la chronométrie mentale), même si cette estimation doit encore se préciser (Guilbert et *al.*, 2013). Ceci serait la démonstration de la maturité suffisante des représentations sensorimotrices pour permettre la conscience de certaines composantes de leur planification et organisation temporelle, sans être « *équivalente au schéma corporel lui-même* » (Gallagher, 2005).

#### 2.2.4.2.2 Projection du corps et rotation mentale

L'organisation spatiale accède aussi à un niveau supérieur avec l'accès au processus de réversibilité. Bien que son origine soit dans l'imitation avec la conscience des

structures réciproques entre le corps propre et le corps d'autrui (*i.e.*, l'aspect figuratif) (Piaget, 1960), l'organisation projective avec réversibilité permet à l'enfant de 7-8 ans d'exécuter des imitations avec leurs orientations réelles, de transposer la notion de droite et de gauche sur autrui, de suivre un plan cartésien simple. À 10 ans, il parvient à décrire les relations droite-gauche entre les positions de trois objets (Zazzo et Galifret-Granjon, 1964). C'est à cette période, entre 10 et 12 ans, que l'aspect opératoire du schéma corporel avec ses fonctions d'imagerie motrice et de rotation mentale des repères corporels, soit les fonctions du système des activités sensorimotrices (Reinersmann et Lücke, 2018), seraient matures (Guilbert et *al.*, 2013; Raimo et *al.*, 2019). L'imitation serait donc une activité figurative acquise à la fin de l'étape du corps perçu, si la reproduction est en miroir (*i.e.*, la transposition statique ou la projection réflexive) et deviendrait une activité opératoire maîtrisée pendant l'étape du corps représenté, si l'image du modèle est « manipulée » et que la reproduction est en réversible (*i.e.*, la transposition dynamique ou la projection par rotation) (Bergès et Lézine, 1963; Pêcheux, 1990).

#### 2.2.5 « Synthèse dynamique » du schéma corporel

Cette présentation des étapes du développement psychomoteur montre que l'expérience des représentations sensorimotrices est présente à chaque étape du développement de l'enfant, dès la naissance et très probablement pendant la vie fœtale, et que l'intégration du schéma corporel nécessite le développement mutuel de ses aspects sémantique, figuratif et opératoire. Plus précisément, la maîtrise du schéma corporel et la structuration du mouvement peuvent être appréhendées comme la juxtaposition d'un schéma postural avec une image motrice; le passage d'un contrôle moteur global et égocentré à un contrôle moteur sélectif et exocentré; le continuum entre perception rétroactive des parties corporelles engagées dans l'action et maîtrise proactive et anticipée du mouvement.

En tant que cadre et représentation interne, le schéma corporel participe à la dynamique générale du développement moteur qui consiste « *au passage d'un contrôle rétroactif à un contrôle proactif dominant* », les stratégies par anticipation étant cruciales pour l'efficacité des mouvements, soit l'intégration des contraintes environnementales et des perturbations à venir aux séquences motrices afin de parvenir au but recherché (Jover et Assaiante, 2016). Cette dynamique permet à l'organisme de jouir d'une disponibilité fonctionnelle (*i.e.*, la rétention des acquis) et de possibilités d'adaptation des plus efficaces et des moins coûteuses (*i.e.*, le transfert des acquis).

Le développement moteur résulte plus de l'interaction entre maturation et expérience, que de l'expression de patterns. De ce fait, les actions sensorimotrices sont autant une performance fonctionnelle du schéma corporel qu'une caractéristique des habiletés motrices (Reinersmann et Lücke, 2018), et la capacité d'imagerie motrice est parallèle à l'intégration du schéma corporel (Raimo et *al.*, 2019). Or, les difficultés au niveau des habiletés motrices et de l'imagerie motrice représentent un complexe de symptômes présent chez les enfants ayant un TDC. C'est ce que développera la prochaine partie de la revue de littérature.

### 2.3 TDC : entre motricité et cognition

Cette section s'inspire très largement des travaux sur le TDC de l'Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale basé en France (INSERM, 2019), qui ont réuni une douzaine d'experts et auteurs, et mené à une analyse de près de 1400 documents, ainsi que les recommandations internationales de pratique clinique du TDC émanant de la *European Association of Communication Directors* à la suite de l'analyse de près de 300 références sur le TDC (Blank et *al.*, 2019).

Avant d'expliquer la problématique du TDC, son profil clinique et social, son évaluation et sa réadaptation, il est important de savoir que ces deux regroupements de spécialistes soulignent des biais méthodologiques récurrents dans la littérature du TDC : taille limitée des échantillons; emploi de l'expression « TDC » sans renseignement des critères du DSM; association courante avec d'autres troubles neurodéveloppementaux; aucune évaluation neurovisuelle systématique; thérapeutiques rarement décrites bien qu'elles puissent influencer les résultats; déséquilibre possible dans les critères de publication qui incitent les chercheurs à parler des résultats dits « positifs »; littérature pauvre sur le vécu et la prise en charge de la personne ayant un TDC.

### 2.3.1 Définition du TDC

La terminologie, la définition et la classification du TDC font l'objet de débats scientifiques entraînant des lectures confuses, voire contradictoires. Néanmoins, les recommandations internationales demandent l'appellation systématique de « TDC » et l'utilisation des critères du DSM-5 ou de la CIM-11. Cela répond à une volonté d'harmoniser les publications relatives à ce sujet et non à des preuves scientifiques. Avant d'aller plus loin, une clarification de différents termes relatifs à la motricité intentionnelle s'impose pour mieux comprendre les enjeux de définition du TDC.

#### 2.3.1.1 De la coordination aux praxies

Il semble y avoir un consensus parmi les auteurs sur l'expression clinique du TDC comme étant un trouble de la motricité intentionnelle ou du « comment faire » renvoyant directement à l'aspect opératoire du schéma corporel. Il s'agit maintenant d'appréhender les notions qui gravitent autour de ce champ de la motricité humaine afin de vérifier que ce que les scientifiques nomment « trouble de la coordination motrice », s'apparente à ce que les cliniciens observent comme étant un trouble praxique.

La motricité est l'organisation mécanique du mouvement et du geste. Il s'agit de la faculté des centres nerveux à provoquer la contraction musculaire. Le mouvement correspond au déplacement d'un ou plusieurs segments corporels, d'un espace à un autre. Il peut être volontaire (*i.e.*, le système pyramidal), automatique (*i.e.*, le système extrapyramidal) ou autorégulé (*i.e.*, le système cérébelleux).

La coordination est le contrôle par le sujet de son système musculaire (contractions harmonieuses des muscles agonistes et antagonistes) et de ses segments corporels (degrés de liberté articulaire entre les différentes parties du corps) selon un but recherché et un plan logique. Elle lie les systèmes sensoriels à la motricité. Le geste représente un comportement moteur signifiant, soit une série de mouvements avec une finalité consciente ou inconsciente. Il est interprétable par celui qui l'observe et possède une nature soit de communication (*i.e.*, le vocabulaire gestuel ou la « manière de dire »), soit d'utilisation (*i.e.*, le geste d'action en vue de modifier une situation ou la « manière de faire »), soit d'expression (*i.e.*, le véhicule d'une émotion et d'un sentiment ou la « manière d'être ») (Carric et Soufir, 2014).

Le terme de praxie, renvoie à une approche cognitive de la motricité. Rappelons que les praxies sont introduites par Piaget (1960) comme « *des actions qui ne sont pas des mouvements quelconques, mais des systèmes de mouvements coordonnés en fonction d'un résultat ou d'une intention* ». Il s'agit alors de l'aspect planifié et de l'adaptation du mouvement à un but recherché. Ayres et *al.* (1987) précisent que les praxies sont des habiletés motrices « *permettant au cerveau de concevoir, d'organiser, et de réaliser des interactions intentionnelles directes avec le monde physique* », mettant l'accent sur l'aspect exécutif de l'acte. Pour Leroy-Malherbe (2006), c'est l'aspect mnésique qui est à considérer en définissant une praxie comme une « *représentation stockée des mouvements appris* ».

Les praxies peuvent être présentées en trois catégories (Costini et *al.*, 2013). La première est pour des gestes relativement simples, avec ou sans signification, et exécutés sur imitation ou commande verbale (*e.g.*, faire un signe de la main, prendre une position donnée). Il s'agit des praxies idéomotrices. La deuxième regroupe les gestes complexes et l'utilisation d'objets. La planification et la séquence chronologique des mouvements sont nécessaires (*e.g.*, donner une feuille de papier avec une enveloppe puis demander de la plier et de la glisser à l'intérieur, ou une bougie avec une boîte d'allumette et demander de l'allumer). Il s'agit des praxies idéatoires. La dernière comprend les activités d'assemblage, de construction et de graphisme (*e.g.*, la copie de figures géométriques, la réalisation d'agencements spatiaux en deux ou en trois dimensions). Il s'agit des praxies visuo-constructives.

### 2.3.1.2 Terminologie et classification

Selon le DSM-5 (*American Psychiatric Association* (APA), 2013), le TDC apparaît dans la sous-section des troubles moteurs de la section des troubles neurodéveloppementaux. Les quatre critères suivants doivent être présents pour poser le diagnostic :

- A. L'acquisition et l'exécution de bonnes compétences de coordination motrice sont nettement inférieures au niveau escompté pour l'âge chronologique du sujet compte tenu des opportunités d'apprendre et d'utiliser ces compétences. Les difficultés se traduisent par de la maladresse (*e.g.*, laisser échapper ou heurter des objets), ainsi que de la lenteur et de l'imprécision dans la réalisation de tâches motrices (*e.g.*, attraper un objet, utiliser des ciseaux ou des couverts, écrire à la main, faire du vélo ou participer à des sports).
- B. Les déficiences des compétences motrices du critère A interfèrent de façon significative et persistante avec les activités de la vie quotidienne correspondant à l'âge chronologique (*e.g.*, les soins et l'hygiène personnels) et

ont un impact sur les performances scolaires, les activités professionnelles, les loisirs ou les jeux.

C. Le début des symptômes date de la période développementale précoce.

D. Les déficiences des compétences motrices ne sont pas mieux expliquées par un handicap intellectuel (*e.g.*, un trouble du développement intellectuel) ou une déficience visuelle et ne sont pas imputables à une affection neurologique motrice (*e.g.*, une infirmité motrice cérébrale, une dystrophie musculaire, une maladie dégénérative).

Bien que le TDC soit de nature idiopathique, dans la plupart des cas des signes d'une immaturité significative du développement neurologique sont observés tels que des mouvements choréiformes des membres ou des syncinésies d'imitation (CIM-10, OMS, 2016). Notons que dans la CIM-11 (OMS, 2020), les critères sont similaires au DSM-5 sous l'appellation du trouble développemental de la coordination motrice (Annexe C).

Comme dit précédemment, l'emploi systématique de « TDC » dans la littérature ne provient pas de preuves scientifiques. L'intitulé masque alors une diversité de tableaux cliniques et est sujet à de nombreux biais de recherche dans l'attente d'une harmonisation sémiologique. Si les scientifiques s'accordent à utiliser l'expression « TDC », au niveau sociétal (*e.g.*, les familles, les associations, les professionnels de la santé et de l'enfance) le terme « dyspraxie » est majoritairement présent. La dyspraxie, ou dyspraxie de développement, équivaut aux difficultés dans l'acquisition et la performance de gestes complexes nécessitant un apprentissage et une séquence de mouvements organisés dans l'espace (Mazeau, 2006). Ainsi, les habiletés motrices de base peuvent être préservées ou être non primordiales dans l'étiologie (Costini et *al.*, 2013). La dyspraxie est alors associée aux autres troubles d'apprentissage formant

la « constellation des DYS » (e.g., la dyslexie, la dysgraphie, la dysorthographe, la dyscalculie, la dysphasie) (Habib, 2018).

Plusieurs auteurs tentent alors d'expliquer et de faire coexister le TDC et la dyspraxie (Figure 2.5). Certains font la distinction entre les acquisitions spontanées de coordinations universelles et phylogénétiques (*i.e.*, les aptitudes sensorimotrices sélectionnées par l'évolution et propres à une espèce) et les acquisitions facultatives de coordination enseignées ou ontogénétiques (*i.e.*, spécifiques à un environnement culturel et éducatif donné) (Miyahara et Möbs, 1995; Mazeau, 2013; Costini et *al.*, 2014). Les premières renvoient au TDC et les secondes à la dyspraxie. Pour d'autres, le terme de coordination est suffisamment vaste pour témoigner de toutes les formes de la motricité intentionnelle et peut intégrer des sous-groupes (Albaret, 2007; Sinani et *al.*, 2011; Vaivre-Douret, 2014). Le TDC serait alors le groupe principal et la dyspraxie serait un des sous-groupes. D'autres encore proposent de regrouper le TDC et la dyspraxie sous le terme d'incapacité d'apprentissage moteur (Ahonen et *al.*, 2004). Ceci est expliqué par le principe de séparabilité neurale selon lequel le contrôle moteur est associé à des régions cérébrales différentes mais qui interviennent en parallèle lors d'une même tâche. Les fonctions de stratégie (*i.e.*, le cortex frontal dorsolatéral) et de séquençage (*i.e.*, l'aire motrice supplémentaire et les ganglions de la base) seraient affectées par la dyspraxie alors que les fonctions d'intégration perceptivo-motrice (*i.e.*, le cortex pariétal postérieur), de contrôle postural et de réglage temporel (*i.e.*, le cervelet) seraient affectées par le TDC. Enfin pour certains, les termes « TDC » et « dyspraxie » sont équivalents (OMS, 2016, 2020). Le TDC comme cadre général tend à s'imposer progressivement dans lequel des sous-catégories encore à déterminer seraient imbriquées.

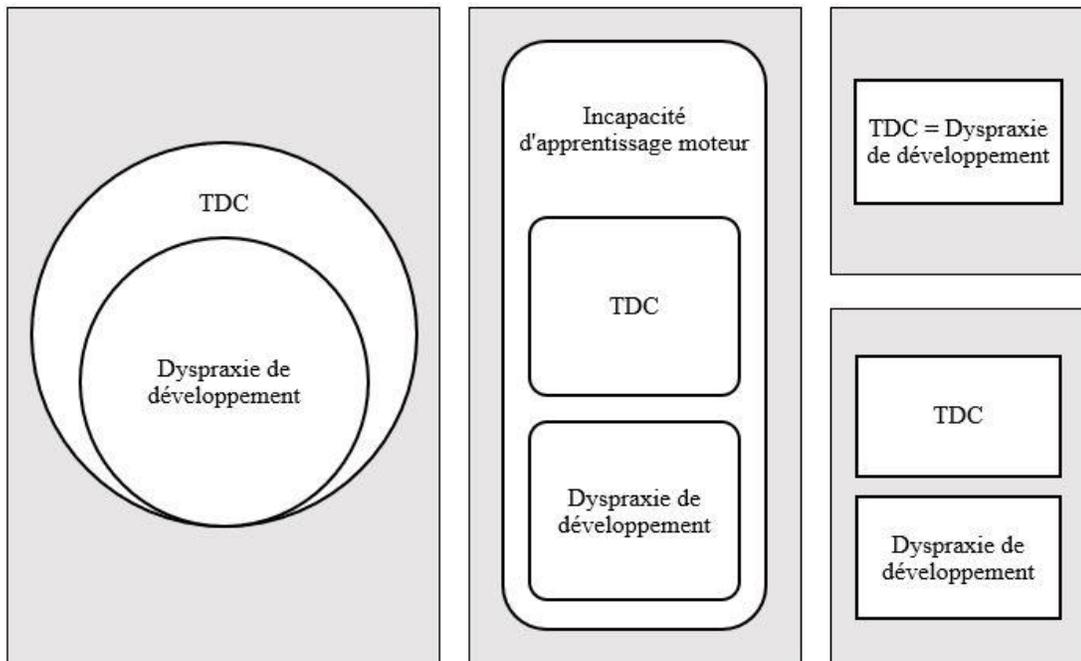


Figure 2.5 : Distinctions entre le TDC et la dyspraxie (INSERM, 2019).

En résumé, le TDC est vu comme un terme générique et la conclusion provisoire est qu'il n'existe pas de consensus sur une classification du TDC. Des sous-types peuvent être entrevus mais restent hypothétiques (*e.g.*, difficultés motrices et cognitives; difficultés d'équilibre; difficultés dans les praxies fines et séquentielles; difficultés dans les praxies visuo-constructives et graphiques). En effet, les critères d'inclusion et d'exclusion ainsi que les outils d'évaluations ne sont pas comparables d'une étude à l'autre, rendant laborieux la définition de sous-groupes pourtant nécessaires au regard de l'hétérogénéité du TDC.

### 2.3.2 Sémiologie du TDC<sup>2</sup>

La prévalence la plus fréquente du TDC dans la littérature est de 5-6% des enfants à l'âge scolaire, mais celle-ci peut varier entre 2% et plus de 20% selon les critères et évaluations sélectionnés dans les études. Le TDC est surreprésenté chez les garçons avec un ratio de genre variant de 2:1 à 7:1. Pour 50-70 % des enfants ayant un TDC, les difficultés motrices persistent à l'adolescence. À l'âge adulte, les difficultés réapparaissent à chaque nouvel apprentissage de compétence telle que la conduite automobile.

La population la plus à risques est celle des enfants nés prématurément dans laquelle les enfants ont 3 à 8 fois plus de probabilité de manifester un TDC à l'âge scolaire. Au sein de cette population, 32-49% peuvent rencontrer des difficultés motrices dont 14-24% dans des formes sévères. Les retards précoces de développement moteur à l'âge de 2-3 ans sont prédicteurs du TDC, de même qu'un milieu de vie socialement défavorisé. Enfin, la présence du TDC fait augmenter de 2 le risque associé à un autre trouble neurodéveloppemental (*e.g.*, TDA/H ou TSA), dont 3 pour la dyslexie.<sup>3</sup> Les enfants ayant un trouble associé sont les plus gravement impactés.

---

<sup>2</sup> Les synthèses riches et récentes apportées par Blanck et *al.* (2019) et par l'INSERM (2019) ont été résumées pour l'écriture de cette partie.

<sup>3</sup> La comorbidité avec la dyslexie fait fortement écho à la citation de Ayres (1961) pour illustrer la dépendance des apprentissages nouveaux aux apprentissages antérieurs : « *Apprendre à lire, par exemple, dépend en partie de la capacité précédemment développée à percevoir visuellement la forme. La perception de la forme et de l'espace est étroitement associée à l'apprentissage moteur antérieur, et l'apprentissage moteur précoce est intimement associé au développement du schéma corporel. Une grande partie de notre connaissance du monde commence par notre connaissance de notre propre corps.* » Les processus conjointement perturbés entre la dyslexie et le TDC ou la dyspraxie pourrait être analysés mais ceci n'est pas l'objet de ce présent travail.

### 2.3.2.1 Profil psychosocial

Les enfants ayant un TDC présentent couramment des problèmes parallèles au niveau du fonctionnement exécutif et attentionnel mais également des problèmes psychopathologiques. Des troubles anxieux, émotionnels ou comportementaux apparaissent plus fréquemment que (1) le quotient intellectuel est bas mais sans être déficitaire; (2) l'estime de soi est dégradée; (3) les enfants soient victimes d'harcèlement à l'école. Ces troubles ont aussi des répercussions sur la qualité du sommeil.

Le risque de surpoids et d'obésité est corrélé à la problématique du TDC, expliqué notamment par (1) une participation moindre aux activités physiques et principalement celles en groupe; (2) un manque d'autonomie; (3) un sentiment d'incompétence personnelle; (4) une insatisfaction de la qualité de vie. La fréquence d'obésité est deux fois supérieure à celle d'un enfant au développement typique et sa présence augmente la sévérité du TDC (*e.g.*, le manque d'endurance, de force et de souplesse). Rappelons que le TDC ne peut pas être expliqué par un manque de pratique physique.

De la même façon, la restriction dans les activités de la vie quotidienne est confirmée mais reste très hétérogène. Certains enfants sont limités dans une seule activité (*e.g.*, le graphisme principalement) et d'autres le sont dans de nombreuses activités scolaires et de loisirs. Pour ces enfants, les activités d'autonomie au domicile (*e.g.*, le repas, l'habillage, la toilette) sont souvent lentes et peu efficaces, impactant en retour la dynamique familiale. De plus, les activités sportives à l'école ou aux loisirs sont régulièrement la cause de retours négatifs quant à leur maladresse, leur manque d'organisation et leur lenteur. La notion d'isolement apparaît aussi lors des périodes récréatives à l'école.

Cependant, une résilience et des vécus positifs ont été observés chez certains enfants grâce notamment aux activités de loisirs non-physiques. Les activités physiques

inclusives peuvent également être proposées, facilitant l'accès au jeu et renforçant le sentiment de camaraderie. Ainsi, les retours positifs de l'environnement pallient le repli sur soi et la mise à l'écart avec leurs pairs, et mettent en lumière la préservation, cachée mais intacte, de l'envie de jouer des enfants ayant un TDC. La pratique physique ne peut donc être dissociée des rapports sociaux et des systèmes de valeur.

#### 2.3.2.2 Déficiences cognitives associées

L'activité la plus perturbée par le TDC est l'écriture manuscrite. Plus de la moitié des enfants ayant un TDC présentent une dysgraphie associée qui est souvent la première raison de consultation. L'écriture est omniprésente dans le quotidien des élèves, sous forme de situation en double-tâche. De ce fait, si l'écriture n'est pas lisible, automatisée et rapide, les conséquences sur les apprentissages scolaires sont inévitables. Ce geste spécifique et contextualisé est troublé par les difficultés de contrôle et de coordination intersegmentaire, le déficit visuo-moteur et le défaut d'automatisation des séquences de mouvements.

Plus généralement, un ensemble de déficits est reconnu dans la littérature du TDC autour (1) du contrôle moteur (*e.g.*, la planification et le contrôle anticipé) et de son apprentissage (*e.g.*, l'apprentissage procédural), (2) du contrôle cognitif ou des fonctions exécutives. De plus, le niveau de performance est variable selon la nature de la tâche ou le niveau de difficulté, et un enfant ayant un TDC peut répondre adéquatement à une tâche demandée grâce à des stratégies compensatoires, tout en ayant une efficacité globale moins performante.

Sur le plan neurologique, les preuves convergent vers (1) une épaisseur corticale réduite, (2) une hypo-activation des réseaux fonctionnels des régions préfrontales, pariétales et cérébelleuses, (3) un réseau neuronal mal intégré et une organisation de la structure blanche des structures sensorimotrices altérée (*e.g.*, la sous-région pariétale du corps calleux), soit des régions et structures neuroanatomiques déjà énumérées au

sujet de la neurologie du schéma corporel (*i.e.*, l'aspect opératoire) et de la carte visuo-spatiale du corps (*i.e.*, l'aspect figuratif). Ces différences s'expriment sur le plan comportemental par une planification anticipée et un apprentissage par observation difficiles, ainsi qu'une automatisation réduite et un recours à des stratégies de compensation plus lentes basées sur la rétroaction des informations sensorimotrices.

#### 2.3.2.2.1 Modèle cognitif et exécutif

Les fonctions cognitives (*e.g.*, la perception, l'attention, la mémoire, les fonctions exécutives, la métacognition) sont essentielles pour la réalisation d'une réponse motrice adaptée, rapide, précise et stable. Celles-ci sont perturbées différemment selon les individus, d'où l'importance d'une évaluation complète du TDC et d'une prise en charge adaptée au profil de l'enfant.

Parmi les problèmes perceptifs, les enfants ayant un TDC ont significativement des résultats plus faibles aux tâches de perception visuelle, dépendamment des sous-tests administrés et malgré la bonne réception des informations sensorielles. Ces difficultés sont tellement récurrentes qu'il existerait possiblement un sous-type du TDC avec un déficit visuo-spatial. L'idée d'un déficit de la perception kinesthésique et haptique n'est ni unanime, ni concluante. En revanche, la perception auditive dans le TDC connaît un intérêt grandissant notamment pour la discrimination perturbée des sons et des durées. Enfin, les champs de l'intégration multisensorielle et de la perception intermodale sont encore peu explorés.

La perturbation des fonctions exécutives dans le TDC est connue et particulièrement en ce qui concerne la mémoire de travail visuo-spatiale et l'inhibition d'un automatisme ou la modification d'une action en cours. Les résultats quant à la flexibilité mentale et la planification motrice sont controversés. Dans la mémoire procédurale (*i.e.*, la rétention à long terme d'un savoir-faire), l'apprentissage par

adaptation visuo-motrice (*e.g.*, l'observation ou l'imitation) est plus fastidieux qu'un apprentissage par mémorisation de séquences motrices. La mémoire visuelle à court terme serait donc impactée. Pour les processus de l'attention, son orientation est préservée dans le cadre de stimuli extérieurs contrairement à son contrôle volontaire (*i.e.*, la direction endogène). Quant à l'attention divisée, celle-ci devient déficitaire lors d'une tâche cognitive ou motrice complexe.

Les résultats portant sur l'imagerie motrice montrent de sévères difficultés dans les tâches de pointage visuo-spatial (*e.g.*, imaginer la durée d'exécution du geste de pointage vers une cible) et de rotation mentale (*e.g.*, déterminer l'orientation droite-gauche d'une main ou du corps entier). Notons que ces épreuves sont similaires à celles évaluant l'aspect opératoire du schéma corporel.

#### 2.3.2.2.2 Modèle sensorimoteur et représentations internes

En ce qui concerne le développement sensorimoteur, il est connu que les retards et les difficultés d'acquisition de l'enfant ayant un TDC touchent le contrôle postural et l'équilibre, les tâches de saisie manuelle ou de coordination intersegmentaire. Le niveau de performance est à la fois variable (*i.e.*, les différences inter- et intra-individuelles) et ralenti (*i.e.*, le déficit du réglage temporel des activations musculaires).

Les déficits sont d'autant plus manifestes que la tâche exige une adaptation rapide de priorisation des entrées sensorielles ou de gestion des composantes motrices complémentaires (*e.g.*, le contrôle postural et la précision du geste; la régulation de la force durant la préhension et le soulèvement d'un objet fragile). Le manque d'ajustement du geste dans les transitions ou la complexification des tâches, semble faire du TDC un trouble du couplage perception-action avant d'être un trouble spécifiquement moteur. Or ce couplage constitue le soubassement des représentations sensorimotrices dont celles liées au corps, c'est-à-dire le schéma corporel.

Selon sa conception actuelle, le TDC est un déficit des représentations et modèles internes. La conséquence s'exercerait pendant l'utilisation du contrôle moteur anticipé, surtout celui qui est déjà engagé dans l'action : le contrôle *on-line*. Ce contrôle anticipé serait soit à long terme, soit à court terme. Le contrôle *on-line* à long terme utilise les représentations sensorimotrices anciennes dans l'exécution des gestes volontaires et maîtrisés. Le contrôle *on-line* à court terme s'opère dans les situations marquées par un changement afin de réactualiser les représentations sensorimotrices préprogrammées. Ce dernier implique alors inhibition et mémoire de travail, faisant le lien entre représentations internes et fonctions exécutives.

Ce modèle explicatif suggère que le TDC repose sur un déficit fondamental, celui à utiliser efficacement les modèles internes sensorimoteurs, dont le schéma corporel et les schèmes moteurs. De ce fait, le défaut d'optimisation du couplage perception-action compromettrait la formation des représentations sensorimotrices, et par ricochet, les capacités d'anticipation et d'adaptation, principalement lors des tâches visuo-motrices.

#### 2.3.2.2.3 Modèle sensorimoteur et schéma corporel<sup>4</sup>

Ce dernier modèle explicatif du TDC permet le parallèle avec le développement du schéma corporel. Premièrement, le défaut du couplage perception-action pourrait compromettre l'intégration des premières représentations sensorimotrices lors de l'étape du corps subi, voire dès la vie fœtale. Cette perturbation originelle pourrait expliquer les difficultés et les retards dans l'acquisition des nombreux jalons moteurs durant l'étape du corps vécu (*i.e.*, le critère C du DSM-5). Le déficit du couplage perception-action, associé au retard moteur, brouillerait les expériences perceptives

---

<sup>4</sup> Il s'agit d'une analyse et d'interprétations personnelles du modèle synthétisé par Blank et *al.* (2019) et l'INSERM (2019) en lien avec le développement du schéma corporel.

de l'étape du corps perçu, essentielles aux premières tentatives d'organisation gestuelle et sur lesquelles se basent les représentations spatiales et la structuration du schéma postural. Enfin, l'élaboration maladroite du schéma postural ne permettrait pas son association adéquate avec l'image motrice, caractéristique de l'étape du corps représenté, nécessaire à l'expansion et au contrôle de la motricité.

Le bon fonctionnement du couplage perception-action serait donc essentiel au développement des habiletés motrices d'une part, et à l'établissement des représentations internes, dont celles liées au schéma corporel, d'autre part. Autrement dit, si le couplage perception-action est dysfonctionnel, comme dans le cadre du TDC, cela retarderait les acquisitions sensorimotrices avec un impact direct dans la construction du schéma corporel qui serait, de fait, ralenti. Les représentations sensorimotrices liées à l'action étant un soutien au contrôle moteur anticipé, les habiletés motrices seraient limitées à rester faibles ou irrégulières.

### 2.3.3 Diagnostic du TDC<sup>5</sup>

L'évaluation est établie selon chaque critère du DSM-5 (*i.e.*, le déficit de la coordination motrice; les répercussions dans la vie quotidienne; les signes précurseurs; difficultés non mieux expliquées par une autre anomalie). Les quatre critères doivent être présents pour poser le diagnostic du TDC.

- (1) Pour le critère A (*i.e.*, le déficit de la coordination motrice), l'administration d'un test standardisé de motricité globale et fine permet de mesurer les compétences fonctionnelles et le niveau des performances (*i.e.*, une mesure quantitative). Les indicateurs neuromoteurs et sensorimoteurs sous-jacents des

---

<sup>5</sup> Les synthèses riches et récentes apportées par Blanck et *al.* (2019) et par l'INSERM (2019) ont été résumées pour l'écriture de cette partie.

habiletés motrices peuvent aussi être explorés à l'aide d'une batterie neuropsychomotrice. Elle permet d'analyser certaines fonctions corporelles et d'apprécier leur maturation (*i.e.*, une mesure qualitative). Ce dernier outil de mesure sature vite du fait de la maturation acquise autour de 6-7 ans. L'écriture manuscrite est aussi examinée, tant par la qualité de la trace produite que par la vitesse de scription. L'évaluation de la motricité graphique doit nécessiter deux années d'apprentissage avant de pouvoir évoquer une dysgraphie à partir de 7 ans.

- (2) Pour le critère B (*i.e.*, les répercussions dans la vie quotidienne), des questionnaires validés permettent d'explorer l'impact du TDC sur les activités et la participation de l'enfant, et d'adapter la prise en charge aux besoins spécifiques.
- (3) Pour le critère C (*i.e.*, les signes précurseurs), l'entretien avec les proches de l'enfant est indispensable. Il permet de repérer les retards de développement avant 5 ans, âge à partir duquel le diagnostic du TDC peut être posé, et de vérifier les antécédents (*e.g.*, traumatisme crânien, strabisme, anomalie du tonus musculaire) ou la présence de signes pouvant orienter le diagnostic vers une autre pathologie. Avant 5 ans, les enfants peuvent présenter un retard du développement moteur qui pourra être spontanément rattrapé. La coopération et la motivation sont aussi variables lors d'un protocole standard et les compétences fonctionnelles sont dépendantes du contexte de vie. Après 5 ans, le système perceptivo-moteur est suffisamment établi et les différences développementales interindividuelles sont moins fréquentes. À noter qu'à partir de 3 ans, un suivi préventif peut être proposé si aucune évolution du développement moteur est observée entre deux évaluations réalisées à 3 mois d'intervalle.

(4) Pour le critère D (*i.e.*, difficultés non mieux expliquées par une autre anomalie), un examen neurologique est prescrit afin de vérifier la présence d'un déficit de la commande motrice. Un examen de perception visuelle est fortement conseillé pour mettre en place une réadaptation orthoptique si besoin, parallèlement à la réadaptation motrice. Il est aussi important de se rappeler qu'une coordination sollicite simultanément motricité et fonctions cognitives (*e.g.*, perception, attention, mémoire, fonctions exécutives), de telle sorte qu'un test du quotient intellectuel n'est recommandé qu'en cas de doute de déficience et n'est pas nécessaire si les résultats scolaires sont normaux.

#### 2.3.4 Réadaptation motrice

Si avant l'âge de 5 ans il s'agit essentiellement de prévention en mettant en place des stratégies de participation à l'échelle communautaire, à l'âge scolaire il est dorénavant question de réadaptation pour les enfants ayant un TDC. En effet, les problèmes de motricité fine peuvent impacter la réussite scolaire tandis que les problèmes de motricité globale ont des répercussions sur la participation aux sports et loisirs, entachant les interactions sociales (Blank et *al.*, 2019). Dès lors, une intervention peut être mise en place selon le ou les domaines de la CIF-EA à améliorer (OMS, 2012) : intervention sur les fonctions (*i.e.*, les processus) si l'activité cible les fonctions corporelles et mentales définies comme le déficit à l'origine du problème moteur fonctionnel; intervention sur l'activité (*i.e.*, la tâche) si l'activité cible le niveau de performance pour cette même activité; intervention sur la participation si l'activité développe une situation de la vie quotidienne (Blank et *al.*, 2019).

Comme le souligne l'expertise de l'INSERM (2019), les interventions doivent être pensées et adaptées par rapport (1) à l'âge de l'enfant et à son niveau langagier, (2) à la sévérité du TDC et des troubles associés, (3) aux besoins de l'enfant et de ses proches. Face à toute la diversité des profils des enfants et l'hétérogénéité des

manifestations du TDC, il est difficilement pensable qu'un seul modèle de réadaptation puisse s'appliquer pour son traitement. De plus, il n'existe pas de consensus dans la littérature scientifique pour classer les interventions. Nous distinguerons alors celles découlant du modèle *top-down* de celles provenant du modèle *bottom-up*.

#### 2.3.4.1 Modèle *top-down* et activités

Dans cette condition, l'apprentissage moteur se veut explicite avec l'exposition claire des objectifs et des conditions de réussite (Biotteau et *al.*, 2016). L'approche cognitive et neuropsychologique est prédominante. « *Une activité signifie l'exécution d'une tâche ou le fait pour une personne de faire quelque chose* » et peut être qualifiée de performance lorsqu'elle est évaluée dans le milieu écologique du sujet, ou de capacité pour estimer un niveau fonctionnel donné et ajusté à un environnement uniforme et normalisé (OMS, 2012). Dirigé vers le domaine des activités, le modèle *top-down* exige des fonctions mentales comme la mémoire de travail, la planification, la verbalisation, l'autoévaluation. Or, il a été précédemment évoqué que certaines d'entre-elles sont déficitaires dans le TDC : mémoire de travail visuo-spatiale, mémoire procédurale, imagerie motrice, contrôle volontaire de l'attention. L'appui sur la mémorisation des séquences de mouvements, qui semble moins endommagée, pallie la perturbation de l'attention divisée dans les tâches complexes.

Ainsi, les études de ces interventions à dominance cognitive sur l'amélioration des habiletés motrices, portent essentiellement sur la méthode *Cognitive Orientation to Occupational Performance* (CO-OP) (Polatajko et *al.*, 2001a, 2001b), la méthode *Neuromotor task training* (NTT) (Schoemaker et *al.*, 2003) et l'imagerie motrice bien qu'étant une fonction mentale. Pour ces trois types d'intervention, l'expertise de l'INSERM (2019) conclut que la méthode CO-OP dispose d'un niveau de preuve modéré en ce qui concerne la perception subjective des changements pour des enfants avec de bonnes compétences verbales mais pas sur le niveau moteur en tant que tel (Thornton et *al.*, 2016). Pour la méthode NTT, l'expertise souligne l'amélioration

significative aux épreuves standardisées des items enseignés mais pas pour les items non-enseignés, questionnant sur le transfert des acquis de cette méthode (Niemejer et al., 2007). Quant aux interventions sollicitant l'imagerie motrice, elles améliorent les habiletés motrices mais comparées à une intervention contrôle de type perceptivo-motrice (e.g., des activités de sauts, de lancer, de dessins ou d'origami), la significativité s'annule (Wilson et al., 2016).

#### 2.3.4.2 Modèle *bottom-up* et fonctions

Ici, l'apprentissage moteur se veut implicite, c'est-à-dire de manière fortuite et sans conscience active des composantes du mouvement (Biotteau et al., 2016). L'approche mécaniste et les lois neurophysiologiques en sont les soubassements. « *Les fonctions organiques sont les fonctions physiologiques des systèmes organiques (y compris les fonctions psychologiques)* » et sont qualifiées de déficiences lorsqu'elles sont troublées (OMS, 2012). Orienté sur les processus sous-jacents des habiletés motrices, le modèle *bottom-up* demande lui aussi des fonctions mentales opérantes comme la perception et son association avec le geste (i.e., le couplage perception-action), inscrivant au niveau cérébral les représentations sensorimotrices et permettant ainsi anticipation et contrôle du mouvement. Pour ce modèle, des fonctions nécessaires sont également perturbées dans le TDC : inhibition d'un automatisme, priorisation des entrées sensorielles et des composantes motrices lors de son exécution, réglage temporel des contractions musculaires.

La pratique des habiletés motrices fondamentales (i.e., les activités de locomotion et d'adresse), associées ou non à des exercices physiques, est efficace dans un groupe à difficultés modérées mais anxiogènes pour les enfants avec des difficultés sévères. Le transfert des acquis est significativement démontré dans les tâches de motricité fine et le graphisme (Farhat et al., 2016). L'intervention individuelle est alors préférée pour les enfants sévèrement atteints bien que l'efficacité de celle-ci pour les habiletés motrices fondamentales, n'est pas objectivée selon les données actuelles (INSERM,

2019). Malgré un niveau de preuve limité, les thérapies visuelles (*e.g.*, le visionnage de capsules vidéo de lancer et de réception de balle avec une attention particulière portée sur la cible et la trajectoire de la balle) permettent des améliorations significatives du contrôle de balle (Miles et *al.*, 2015) ainsi qu'une meilleure confiance en soi (Wood et *al.*, 2017). La thérapie basée sur l'intégration sensorielle, notamment par les activités vestibulaires, a aussi montré une efficacité auprès d'enfants atteints de troubles neurodéveloppementaux (Ehlinger, 2017, cité par INSERM, 2019) mais des études complémentaires et spécifiques au TDC manquent pour valider l'approche.

#### 2.3.4.3 En somme

Qu'elles soient axées sur les fonctions ou sur les activités, toutes les interventions ont démontré une efficacité dans l'amélioration des habiletés motrices (Blank et *al.*, 2019; INSERM, 2019). Celles-ci peuvent découler du modèle *top-down* ou du modèle *bottom-up*, dépendamment de leurs domaines. L'interprétation des études sur les interventions cherchant l'amélioration de la motricité reste cependant à nuancer au regard des méthodologies contrastées : (1) amélioration significative des groupes expérimentaux *versus* des groupes contrôles sans interventions particulières; (2) différences peu concluantes lorsque deux interventions sont étudiées; (3) meilleure efficacité des interventions de 12 à 16 semaines *versus* celles de 4 à 8 semaines; (4) recrutement soit dans le milieu scolaire (*i.e.*, des performances motrices égales ou inférieures au 15<sup>ème</sup> percentile) soit dans le milieu de réadaptation (*i.e.*, des performances motrices égales ou inférieures au 5<sup>ème</sup> percentile) avec une progression plus rapide des enfants légèrement atteints; (5) participation ou non des parents à l'intervention et formation des proches au TDC. Il est aussi regrettable que la description des interventions soit si peu détaillée et qu'elle ne permette pas une réplique pour d'autres recherches ou pour la pratique clinique (Blank et *al.*, 2019).

Les recommandations actuelles en matière d'intervention, appuient celles axées sur les activités (*i.e.*, le modèle *top-down*) qui en étant significatives pour l'enfant (*i.e.*, choisies et porteuses d'un sens) améliorent la participation au quotidien et l'interaction avec les pairs (Blank et *al.*, 2019; INSERM, 2019). Outre des méthodologies de recherche qui ne sont pas toujours rigoureuses, le manque de clarté actuel relatif aux mécanismes de transfert, ne permet pas non plus une recommandation fiable des approches basées sur les fonctions (*i.e.*, le modèle *bottom-up*) (Blank et *al.*, 2019). Le soutien des proches est nécessaire pour la réussite thérapeutique mais se fait mieux en formant les proches sur les difficultés de l'enfant et les processus d'apprentissage moteur, afin d'adapter l'environnement et de conseiller l'enfant dans la structuration de ses activités quotidiennes (Blank et *al.*, 2019).

Néanmoins le groupe d'experts recommande le soutien aux recherches sur la sensorimotricité afin de vérifier l'hypothèse actuelle du couplage perception-action déficitaire et des représentations internes « *en lien direct avec le développement du schéma corporel* » (INSERM, 2019).

Il importe d'aborder l'apprentissage sensorimoteur dans toute sa complexité en associant plus fréquemment le développement sensorimoteur et le développement des fonctions exécutives, notamment inhibition, mémoire de travail, représentation interne et anticipation. (INSERM, 2019)

Dans la section suivante, nous verrons en quoi la nature des exercices proposés durant l'intervention psychomotrice semble répondre à cette dernière préoccupation d'associer le mouvement aux représentations internes et au fonctionnement cognitif.

## 2.4 Dissociation motrice

Aux côtés de la coordination, de l'équilibre, de la régulation tonique, de la coordination visuo-manuelle et de la dextérité manuelle, la dissociation est un aspect de la motricité étudié et éduqué en psychomotricité (Lauzon et Godin, 2019). Dans un premier temps, cette section présentera les caractéristiques de cet aspect de la motricité peu documenté afin de justifier, dans un second temps, son originalité dans la réadaptation motrice des enfants ayant un TDC.

### 2.4.1 Définition

La définition de dissociation dépend du domaine qui l'emploie bien qu'il s'agisse d'une manière générale, de séparer des éléments associés, de les décomposer. La présente intervention s'intéressait à la dissociation motrice sous l'angle de la psychomotricité. Alors que la coordination va dans le sens du mouvement naturel, la dissociation va à son encontre (Le Roux, 2002). Elle nécessite un projet moteur afin de décomposer des mouvements dans leurs parties successives (*e.g.*, un robot qui s'anime) ou d'exécuter simultanément des mouvements entiers orientés vers des actions séparées (*e.g.*, les mains du pianiste ou les jambes d'un violoniste faisant également de la podorythmie) (Bolduc, 1997). Par répétition, une dissociation s'automatise et devient de plus en plus contrôlée par des centres sous-corticaux pour devenir à son tour une nouvelle coordination libérant ainsi l'attention qui lui était consacrée (Carric et Soufir, 2014). De ce fait, l'autonomie motrice d'une partie du corps par rapport au reste est acquise (Rigal et *al.* 2009).

Ainsi, la capacité de dissociation motrice reflète l'intégration et la maîtrise du schéma corporel. En effet, son exercice sollicite le couplage perception-action, développe le contrôle proactif grâce à l'exploitation indispensable du contrôle rétroactif, et précise les représentations sensorimotrices du geste et du corps. En retour, l'affinement du

schéma corporel améliore le guidage inconscient et l'opérativité des expériences motrices ultérieures.

#### 2.4.2 Typologie

Il existe deux types de dissociation : simple et double. La dissociation simple correspond à l'exécution d'un mouvement à la fois, avec une seule partie du corps pendant que le reste maintient l'immobilité (Lauzon et Godin, 2019). Il s'agit de « *la capacité à localiser des impulsions motrices de plus en plus fines et efficaces à un seul membre ou groupe musculaire* » (Rey, 1952) comme cligner d'un œil ou fléchir seulement la dernière phalange du pouce, exigeant l'absence de syncinésie. La dissociation double consiste à la mise en action simultanée de deux ou plusieurs parties du corps sans que son ensemble participe aux commandes motrices (Bolduc, 1997). Les mouvements exécutés sont ainsi sans relation, ni dans leur forme, ni dans leur synchronisation comme dribbler de la main droite en faisant tourner un cerceau autour du bras gauche simultanément. Le corps ne réalise pas naturellement ce type d'exécution sans un fort contrôle de l'enchaînement spatial et temporel du mouvement (*i.e.*, une attention kinesthésique et une inhibition motrice) afin de coordonner des commandes motrices distinctes.

#### 2.4.3 Fonctions sous-jacentes

Dissocier un mouvement implique l'adaptation d'au moins une des composantes entre plusieurs parties du corps et en simultané : l'espace (*e.g.*, l'endroit mobilisé, la forme décrite et le plan spatial, la direction et l'amplitude), le temps (*e.g.*, la vitesse, le rythme, la durée et la « ponctuation » du mouvement) ou le tonus (*e.g.*, la force employée, la répartition musculaire, la contraction statique ou dynamique) (D'Ignazio et Martin, 2018). Des difficultés de dissociation sont souvent « *liées à des troubles de la représentation du corps dans l'espace et du séquençage rythmique* », soit le brouillage du projet moteur et le passage inapproprié à l'automatisation (Saint-Cast et

Boscaini, 2012). Lorsque la dissociation motrice est perturbée, l'enchaînement d'un mouvement s'associe et se coordonne à un autre par manque d'attention, d'inhibition ou de mémorisation des composantes de chaque action.

#### 2.4.4 Bienfondés de l'intervention

Une intervention psychomotrice avec des exercices de dissociation est pleinement justifiée pour des enfants ayant un TDC car il est reconnu que ce trouble entraîne un mauvais contrôle moteur anticipé, une automatisation réduite et un contrôle plus lent basé sur la rétroaction externe expliqué par le développement retardé des réseaux sensorimoteurs nécessaires aux modélisations internes (Blank et *al.*, 2019). Par ailleurs, l'INSERM (2019) souligne la nécessité d'étudier le développement sensorimoteur en association avec les fonctions exécutives et les représentations internes. La réadaptation psychomotrice du schéma corporel par les exercices de dissociation motrice y répond. Selon Bucher (1972), les activités de dissociation sollicitent le schéma corporel et sa maîtrise, en même temps que la représentation et l'organisation mentale du mouvement. L'aspect moteur et fonctionnel de la réalisation est mis en arrière-plan au profit de l'activité mentale (*i.e.*, le couplage perception-action) qui prépare et accompagne le mouvement dissocié, et comme l'évoquaient déjà Hécaen et Ajuriaguerra en 1952, « *la désautomatisation livre à la conscience du sujet les divers éléments qui y participaient sans s'y révéler* ».

Avant de présenter la méthodologie, nous rappelons que cette intervention proposera des exercices de dissociation motrice qui solliciteront l'organisation endogène des rétroactions provenant de mouvements contraints (*i.e.*, le couplage perception-action) afin de développer la maîtrise du schéma corporel des enfants ayant un TDC. Notre objectif est de vérifier si une intervention découlant du modèle *bottom-up* (*i.e.*, axée sur le schéma corporel) est efficace dans la réadaptation du TDC. Nous espérons des améliorations dans différents domaines (*e.g.*, les habiletés motrices, les fonctions

spatiales ou la perception de soi), dans différentes conditions (*e.g.*, avec ou sans afférences visuelles) et quel que soit le niveau initial de chaque enfant.

## CHAPITRE III

### MÉTHODOLOGIE

Une méthodologie de recherche, établie afin de répondre à la question de recherche et d'atteindre les objectifs fixés, est détaillée dans ce chapitre. L'échantillon de l'étude, l'intervention ainsi que les outils et les méthodes de collecte et d'analyse des données y sont présentés. Avant cela, rappelons que l'intervention a été proposée durant l'épidémie causée par la COVID-19 et que la méthodologie a été adaptée au mieux aux exigences sanitaires. Initialement, l'intervention devait être animée par l'étudiant-chercheur en présence et avec des groupes d'enfants dans une école en adaptation scolaire de la région de Montréal. L'adaptation aux exigences sanitaires a fait que tout s'est déroulé à distance, évaluation et intervention. Pour l'évaluation, les épreuves standardisées ont dû être remplacées par les épreuves cliniques. Pour l'intervention, des capsules vidéo ont dû être enregistrées avec des rétroactions aux familles participantes par courriel.

#### 3.1 Échantillon

##### 3.1.1 Participants

Le recrutement a été réalisé à partir de la diffusion d'une affiche adressée à des centres pédiatriques (*e.g.*, des centres de pédiatrie sociale, des cliniques en ergothérapie ou en neuropsychologie) et à des associations ou réseaux de parents d'enfants ayant un TDC au Québec. Les enfants étaient âgés entre 7 et 10 ans (moyenne = 9,11 ans  $\pm$  1,01; min. = 7 ans et demi ; max. = 10 ans et demi) afin que

l'âge des participants corresponde le plus possible à l'étape du corps représenté, soit la phase mature du schéma corporel. De ce fait, 18 enfants ont manifesté leur intérêt à participer et ont été recrutés. De ce groupe, cinq enfants ont abandonné l'intervention dans les deux premières semaines et 13 enfants ont suivi la totalité de l'intervention et complété le pré-test et le post-test. Le nombre de participants ainsi que les différences inter- et intra-individuelles observées lors du pré-test, n'ont pas permis de répartir les enfants en deux groupes, témoin et expérimental. C'est pourquoi nous avons proposé l'intervention commune à tous les participants. Notons que seulement trois des enfants avaient une réadaptation motrice en cours de type ergothérapie et/ou physiothérapie. Ce point de réadaptation sera discuté à la page 100.

### 3.1.2 Critères d'inclusion et d'exclusion

L'unique critère d'inclusion était d'avoir un diagnostic complet et formel du TDC. Le TDC étant rarement isolé, l'existence d'une comorbidité (*e.g.*, un trouble déficitaire de l'attention avec ou sans hyperactivité (TDA/H), un trouble du spectre autistique (TSA), un trouble spécifique des apprentissages) n'a pas été un critère d'exclusion afin de garantir la réalité clinique de l'étude (Tableau 3.1).

Les critères d'exclusion étaient : (1) la sévérité des comorbidités; (2) l'absence de correction d'un trouble visuel ou sonore; (3) la présence d'une déficience intellectuelle ou motrice (*e.g.*, une hémiparésie, une infirmité motrice cérébrale, une anomalie posturale ou du tonus musculaire), qui annule de fait le diagnostic du TDC. La sévérité des comorbidités était tributaire de la faculté à répondre aux exigences d'une évaluation à distance (*e.g.*, une dysphasie importante ou une impossibilité à interagir par écrans interposés) et des exercices psychomoteurs préenregistrés (*e.g.*, des blessures ou des limitations fonctionnelles).

Tableau 3.1 : Profil de participants.

Sujets	Sexe et âge	TDC et comorbidités
Sujet 1	Fille, 7 ans 6 mois	TDC, TDA/H, trouble du langage, dyspraxie verbale
Sujet 2	Garçon, 7 ans 9 mois	TDC
Sujet 3	Garçon, 7 ans 12 mois	TDC, TDA/H, TSA
Sujet 4	Garçon, 8 ans 6 mois	TDC, TDA/H
Sujet 5	Garçon, 8 ans 6 mois	TDC, dyslexie, dysorthographe
Sujet 6	Garçon, 8 ans 10 mois	TDC, trouble du haut potentiel intellectuel
Sujet 7	Fille, 9 ans	TDC, TDA/H, trouble anxieux généralisé, dyscalculie
Sujet 8	Fille, 9 ans 6 mois	TDC
Sujet 9	Garçon, 9 ans 9 mois	TDC, TDA/H
Sujet 10	Garçon, 10 ans	TDC
Sujet 11	Garçon, 10 ans 1 mois	TDC, TDA/H, trouble du langage
Sujet 12	Garçon, 10 ans 2 mois	TDC, TDA/H
Sujet 13	Garçon, 10 ans 6 mois	TDC, TDA/H, trouble du langage

### 3.1.3 Procédure de recherche et consentement

La présente recherche a été effectuée par étapes : (1) la diffusion d'affiches de participation adressées à des centres pédiatriques et à des associations de parents d'enfants ayant un TDC; (2) les mesures du pré-test à distance; (3) la formation donnée à distance aux parents; (4) l'intervention psychomotrice à distance; (5) les mesures au post-test à distance. En parallèle des étapes, les séances vidéo de l'intervention psychomotrice étaient enregistrées et montées. La présentation des exercices avec la contrainte spatiale a dû être ajustée après le premier enregistrement. La démonstration était par conséquent réalisée en « face-à-face » et les séquences motrices étaient apprises avec l'étudiant-chercheur de dos pour assurer l'homogénéité de la droite et de la gauche de tout le monde.

Un consentement écrit de participation au projet de recherche a été obtenu pour chaque participant, c'est-à-dire que chaque enfant et chaque parent se sont engagés volontairement, de façon libre et éclairée, à participer à l'étude (*i.e.*, les évaluations, l'intervention sur 8 semaines et la formation dédiée aux parents en amont).

### 3.2 Intervention psychomotrice axée sur le schéma corporel

Dans le cadre de cette recherche, 13 enfants ont suivi une intervention psychomotrice axée sur le schéma corporel à l'aide des séances vidéo, durant 8 semaines et accompagnés de leurs parents. Les séances étaient comme des tutoriels d'exercices moteurs que l'enfant réalisait depuis son domicile. La spécificité de l'intervention résidait dans la nature des exercices proposés et dans leur enchaînement au cours d'une même séance. Ainsi, un entraînement du couplage perception-action à partir de dissociations motrices a été proposé dans le but d'améliorer le schéma corporel des enfants et sa maîtrise.

#### 3.2.1 Modèle d'une séance type

Chaque séance était subdivisée en trois exercices correspondant aux trois natures de contrainte motrice : contrainte temporelle, contrainte spatiale, contrainte tonique (Annexe D). L'enfant était accompagné de son parent et tous les deux regardaient une séance vidéo qui présentait une série d'activités motrices à reproduire. Cette série était réalisée et préenregistrée par l'étudiant-chercheur qui donnait verbalement les consignes, en faisait la démonstration, et orchestrait l'ordre et la durée de chaque exercice. Le tout était sous une forme adaptée à l'âge des enfants (*e.g.*, des situations ludiques, des consignes courtes, la modélisation des actions, la symbolisation des mouvements).

##### 3.2.1.1 Contrainte temporelle

La première partie de la séance était présentée comme une mise en train. Il s'agissait de travailler autour d'un patron moteur de locomotion ou de déplacement (*e.g.*, la marche, la course, le saut), et d'en modifier les composantes habituelles de vitesse et de rythme pour les adapter à une cadence précise dictée par un métronome : lente avec 60 battements par minute (BPM); normale avec 90 BPM.; rapide avec 120 BPM.

À chaque battement correspondait la pose d'un appui sur le sol. La régularité du mouvement favorisait l'ajustement postural et la coordination intersegmentaire par l'anticipation. Cet exercice demandait une attention auditive et une inhibition motrice afin de réfréner une vitesse automatique et la synchroniser à un rythme externe grâce au réglage temporel du mouvement.

### 3.2.1.2 Contrainte spatiale

La deuxième partie était au cœur de l'intervention. Un enchaînement de mouvements était montré, composé soit d'une succession de dissociations simples durant de la première moitié de l'intervention (*i.e.*, la succession de positions des segments), soit de dissociations doubles durant l'autre moitié (*i.e.*, la combinaison de mouvements distincts). À chaque fin d'exercice, un défi était lancé aux parents sous l'appellation de « la minute des parents » durant laquelle ils devaient, par exemple, reproduire avec l'étudiant-chercheur la dissociation apprise en l'adaptant à un rythme soutenu. Précisons que la nature des positions et des mouvements se voulait simple, sans équilibre prolongé ou manipulation précise d'objets, afin que le déficit réel des coordinations motrices des enfants ne bride pas l'exécution des dissociations motrices.

#### 3.2.1.2.1 Dissociation simple

Par exemple, pour une succession de quatre positions segmentaires, la suite était exécutée de manière répétée jusqu'à mémorisation, une première période en association (*e.g.*, les segments allant dans les mêmes directions), une deuxième période en dissociation (*e.g.*, les segments allant dans des directions différentes). Pour ajouter du défi, l'enchaînement était reproduit soit en accélérant la vitesse d'exécution, soit en alternant les côtés des segments corporels engagés, soit en ajoutant la position d'un segment en parallèle, etc., afin de lutter contre la confusion des directions (*e.g.*, haut/bas, droite/gauche, avant/arrière) et d'éviter la participation de la partie analogue. En effet, les mouvements en miroir sont plus stables et plus

rapides à exécuter que les mouvements asymétriques qui induisent une inhibition du mouvement spontané symétrique (Barral *et al.* 2009).

#### 3.2.1.2.2 Dissociation double

Pour les dissociations doubles, la façon de les présenter aux enfants était de : (1) décrire verbalement les différentes actions des parties du corps engagées dans l'enchaînement à l'aide de verbes d'action (*e.g.*, glisser, sauter, croiser, aller en avant); (2) exécuter chaque action segmentaire de manière indépendante; (3) combiner progressivement les actions segmentaires pour terminer avec une exécution de toutes les actions simultanément. Un défi pouvait être ajouté en proposant d'inhiber complètement l'action d'une partie du corps à un instant ou de l'exagérer (*e.g.*, frapper plus fort), puis de poursuivre l'enchaînement. Par exemple, pour un enchaînement cyclique de quatre temps où chaque pas de la marche serait associé à une frappe des mains, les jambes se figeraient au troisième temps (*i.e.*, rester dans la position du deuxième temps) se dissociant alors des mains qui continueraient leur rythme (1-2-**3**-4-1-2-**3**-4-1-2-**3**-4-...). On parle ici de dissociation haut/bas du corps. L'accent n'était pas mis sur l'aspect de la réalisation motrice dans son ensemble, mais sur celui de l'organisation et de l'enchaînement spatio-temporel des différentes actions et commandes motrices.

#### 3.2.1.3 Contrainte tonique

La dernière partie se voulait une forme de retour au calme, bien qu'elle exigeât un niveau attentionnel en continu. Au départ d'une position donnée (*e.g.*, allongé au sol sur le ventre), il était demandé de se rendre à une autre position (*e.g.*, assis sur les talons) et de revenir à la position initiale. L'enchaînement postural se réalisait avec un objet sur la tête (*e.g.*, un sachet de riz) qui ne devait évidemment pas glisser. L'objectif était de réussir à maintenir le référentiel postural (*i.e.*, la stabilité de la tête) pendant que le reste du corps transitait d'une posture à une autre. Cela nécessitait une

représentation mentale précise du corps dans l'espace tridimensionnel. De plus, cet exercice sollicitait les processus d'opération en passant d'une posture A à une posture B et inversement.

### 3.2.2 Durée, déroulement et fréquence

Chaque séance vidéo était présentée avec une durée de 30 minutes répartie de la manière suivante : 5 minutes de contrainte temporelle; 20 minutes de contrainte spatiale; 5 minutes de contrainte tonique. La présentation de l'exercice, sa démonstration et sa pratique faisaient partie intégrante du temps alloué à chaque contrainte. Tous les enfants ont donc réalisé cette durée minimale de pratique. Certains parents ont rapporté que leurs enfants ont eu besoin de plus de temps pour l'exécution des exercices. À titre d'exemple, le tableau 3.2 reprend les éléments de la première séance vidéo.

Tableau 3.2 : Déroulement d'une séance-type

Contrainte	Durée	Exercice
Contrainte temporelle	5 min.	a) Marcher en rythme autour d'une chaise pendant une minute à rythme normal (90 BPM). b) Marcher en rythme autour d'une chaise pendant une minute à rythme rapide (120 BPM). c) Marcher en rythme autour d'une chaise pendant une minute à rythme lent (60 BPM).
Contrainte spatiale	20 min.	a) <i>Période d'association</i> : Position de départ (debout, pieds joints, mains aux épaules). (1) Jambe droite et bras droit en avant. (2) Jambe droite et bras droit sur le côté. (3) Retour à la position de départ. Répéter en inversant les côtés. b) <i>Période de dissociation</i> : Position de départ. (1) Jambe droite tendue vers l'avant, bras droit levé vers le côté. (2) Jambe droite tendue vers le côté, bras droit levé vers l'avant. (3) Retour à la position de départ. Répéter en inversant les côtés. c) <i>Période de défi</i> : Lever le deuxième bras vers le haut au deuxième temps (e.g., jambe droite tendue vers le côté, bras droit levé vers l'avant et bras gauche levé sur le haut). d) <i>Minute des parents</i> : Reproduire l'enchaînement du défi en l'adaptant au rythme du métronome (100 BPM).
Contrainte tonique	5 min.	Départ debout avec un sachet sur la tête. (1) Poser un genou au sol puis le deuxième. (2) Poser les mains au sol (position à quatre pattes). (3) Position assis-plage. (4) Tendre les jambes devant. Retour inversé à la posture initiale. Répéter 2-3 fois.

La fréquence était de deux séances par semaine (J1 et J2) et ce durant 8 semaines consécutives (Sem.1-Sem.8). Finalement, ce sont deux séries de quatre séances (1-4 et 5-8), soit 8 séances différentes, qui ont été envoyées, regardées et reproduites deux fois chacune (A et B) (Tableau 3.3). Afin de conserver un degré de motivation suffisant, les enfants voyaient le niveau de difficultés alterner toutes les deux semaines. Ils disposaient donc d'une deuxième occasion pour tenter de réussir des dissociations proposées, mais avant tout, pour apprécier l'évolution possible de leur

organisation psychomotrice, soit la réactualisation de leurs représentations internes des actions afin d'améliorer leur anticipation.

Tableau 3.3 : Planification des séances de l'intervention.

Sem. 1		Sem. 2		Sem. 3		Sem. 4		Sem. 5		Sem. 6		Sem. 7		Sem. 8	
J1	J2														
1A	2A	3A	4A	1B	2B	3B	4B	5A	6A	7A	8A	5B	6B	7B	8B

Aussi, pour s'assurer du bon suivi du programme, il était demandé aux parents de bien vouloir filmer leurs enfants au cours des séances, soit une dizaine de secondes à la fin de chaque exercice, et le partager à l'étudiant-chercheur. En plus de valider le visionnage de l'ensemble du groupe, cela permettait à l'étudiant-chercheur d'ajuster les séances vidéo suivantes en cas de difficultés majeures de la part de plusieurs enfants et d'offrir des retours et conseils personnalisés aux parents grâce aux observations cliniques. L'ensemble des participants ont été capables de réaliser les tâches demandées de manière plus ou moins efficiente, l'important n'étant pas ici de réussir la tâche mais bien de réfléchir à son organisation.

### 3.2.3 Formation auprès des parents

Avant la mise en place de l'intervention, les parents ont reçu une formation préenregistrée par l'étudiant-chercheur sous forme d'une vidéo de 30 minutes. La synthèse de la revue littérature était expliquée (*i.e.*, le TDC et ses modèles explicatifs, la notion du schéma corporel et la définition des dissociations motrices), ainsi que la présentation d'une séance-type avec les conseils de bonnes pratiques et le rôle attendu des parents décrit ci-dessous (*e.g.*, ne pas avoir une attitude trop correctrice). Cela allait dans le sens des recommandations actuelles qui demandent de former les proches aux difficultés motrices de l'enfant, et quelle meilleure formation que celle de vivre soi-même des mises en difficulté et d'auto-expérimenter des stratégies compensatoires de mouvements allant à l'encontre de leurs natures, soit l'expérience des dissociations motrices.

Il était attendu que le parent découvre les séances vidéo avec son enfant afin de préserver sa spontanéité et de favoriser son rôle de partenaire. Il devait réaliser toutes les activités qui étaient montrées, agir tout au long de la séance en parallèle de son enfant et ne pas masquer les difficultés rencontrées dans l'exécution des dissociations pour rendre le moment complice et ludique. Tour à tour partenaire, tour à tour modèle, le parent s'abstenait d'apprendre à son enfant à corriger sa posture, à localiser, sélectionner ou combiner harmonieusement les mouvements demandés. Au contraire, le parent – et nous emprunterons volontiers la formule de Bucher (1972) – devait « *l'amener à utiliser, explorer, "manipuler", sous une forme personnelle de plus en plus riche, les acquisitions ainsi faites* ». Pour l'aider dans cet auto-enseignement, le parent pouvait diriger l'attention de l'enfant vers les composantes spatiales, temporelles et toniques du mouvement en posant des questions ouvertes et sans réponses lorsqu'il observait des omissions, des inversions ou des associations de mouvement : « Où est-ce qu'on pose le pied déjà? »; « Dans quel ordre bouge-t-on les bras? »; « Peux-tu me rappeler quand est-ce qu'on ne fait pas bouger la main droite? »; etc.<sup>6</sup>

Il s'agissait pour l'enfant de prendre conscience de la part qui lui revenait dans ses activités et d'agrandir son champ d'expérience, d'évaluation et de correction motrices. « *On oppose ainsi l'apprentissage "guidé" par des consignes et en sollicitant un traitement cognitif pour les traduire en procédures motrices, et l'apprentissage "par la découverte", souvent qualifié d'implicite, et qui préserve l'autonomie des processus sensorimoteurs.* » (Thon et al., 2016) L'autonomie laissée à l'« apprenant »

---

<sup>6</sup> Si ce style de questions rappelle des programmes de réadaptation du modèle *top-down*, précisons qu'il ne s'agit pas de développer le séquençage explicite et détaillé de l'exercice afin de le rendre performant. L'objectif de ces questions est de solliciter implicitement les fonctions de l'enfant et ses stratégies spontanées si la rétroaction sensorielle ne suffit pas.

facilite l'apprentissage par l'augmentation de sa motivation et de sa recherche active de stratégies.

### 3.3 Évaluation psychomotrice

Les effets de l'intervention ont été mesurés à l'aide d'un pré-test et d'un post-test. Ces tests étaient effectués à distance, depuis la plateforme Teams, et mesuraient trois domaines : le niveau des activités (*i.e.*, les habiletés motrices), le niveau des fonctions (*i.e.*, l'organisation spatiale) et le niveau de qualité de vie (*i.e.*, la perception de soi). Les outils de mesures se voulaient volontairement cliniques afin de permettre la passation à distance et la reproduction de l'étude dans la pratique de réadaptation.

Concrètement, l'étudiant-chercheur a créé un diaporama pour servir de fil conducteur et de support à la présentation des consignes et des tâches durant les évaluations (*e.g.*, les démonstrations filmées, la projection des images et modèles, la diffusion des items du questionnaire). Puis la liste du matériel et les feuilles à imprimer étaient envoyées par courriel aux familles une semaine avant l'évaluation. Le jour de l'évaluation, la rencontre était enregistrée et les parents filmaient leurs enfants de profil lors des épreuves aux habiletés motrices pour ajouter un angle de vue et prévenir une vision incomplète de l'enfant en raison de la caméra de l'ordinateur. Enfin, ils photographiaient les productions graphiques de leurs enfants pour les envoyer par courriel. L'ensemble des vidéos et des photos a été utilisé pour les cotations.

#### 3.3.1 Dimension motrice

Selon la CIF-EA (OMS, 2012), les capacités de changer et maintenir la position du corps, marcher et se déplacer, porter, déplacer et manipuler des objets font partie des activités de l'enfant. Ainsi, cinq activités ont été évaluées : l'équilibre, la coordination, le saut, la rapidité et la précision visuo-manuelle. Les épreuves

d'équilibre, de coordination et de saut ont été dupliquées avec les yeux fermés pour comparer l'utilisation de l'information proprioceptive en absence de perception visuelle et mieux appréhender la maîtrise du schéma corporel des enfants.

- (1) L'épreuve d'équilibre consistait à se positionner en appui unipodal, l'autre jambe pliée au niveau du genou et parallèle au sol avec le pied en arrière, les bras levés parallèlement en avant à la largeur des épaules, et à maintenir la position durant 30 secondes avec les yeux ouverts (YO). L'enfant devait ensuite répéter la position avec les yeux fermés (YF) durant 20 secondes. Ces durées correspondent à celles attendues pour un enfant de 10-12 ans. Pour les deux conditions (*i.e.*, YO ou YF), chaque jambe a été testée mais c'est seulement celle avec la durée la plus longue qui a été retenue. L'épreuve s'arrêtait lorsque le pied en appui se déplaçait, lorsque le pied levé touchait le sol ou lorsque les bras n'étaient plus parallèles. Les ajustements et les balancements du tronc étaient autorisés.
- (2) L'épreuve de coordination a été empruntée à la batterie de tests UQAC-UQAM (Guy, 2014). L'enfant devait toucher de sa main son pied opposé et alterner les mains et les pieds durant quatre cycles consécutifs. Un cycle est composé de quatre temps : (1) main droite et pied gauche en avant; (2) main gauche et pied droit en avant; (3) main droite et pied gauche en arrière; (4) main gauche et pied droit en arrière (Figure 3.1). Il s'agit d'une épreuve de rapidité où la durée pour exécuter l'ensemble des cycles était chronométrée en secondes, quatre cycles avec les YO, quatre cycles avec les YF. Les confusions et les corrections de l'enfant ont été comptabilisées dans le temps d'exécution. Le score brut en condition YO pouvait être converti en déviation standard (DS).

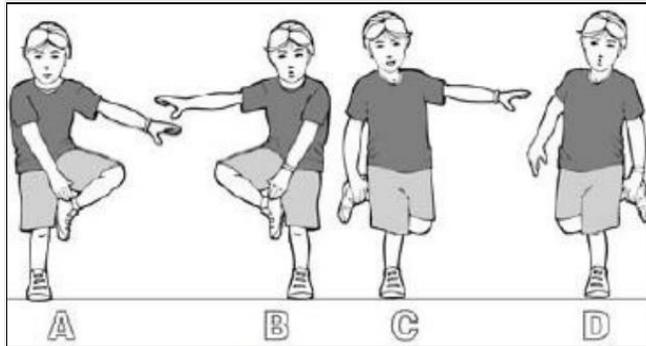


Figure 3.1 : Aperçu de l'épreuve de coordination.

- (3) L'épreuve de saut consistait à effectuer un maximum de sauts à cloche-pied en veillant à rebondir toujours sur le même point, avec les YO puis avec les YF. Chaque jambe a été testée et uniquement celle avec le plus de sauts a été retenue pour chacune des conditions. L'épreuve s'arrêtait lorsque l'enfant ne rebondissait plus sur le même point ou lorsque qu'il posait les deux pieds à terre. Des décalages n'excédant pas la largeur du pied pour les côtés du point de réception, ou la longueur du pied pour l'espace avant et arrière, étaient tolérés.
- (4) L'épreuve de rapidité visuo-manuelle a été empruntée à l'épreuve de pointillage de Stambak (1964). Une feuille comprenant un quadrillage de 25x12 carrés de 1x1 cm était présentée à l'enfant. Il devait alors tracer rapidement une barre dans chaque carré, durant une minute, en veillant à bien changer le sens de l'avancée à chaque changement de ligne : avancer de gauche à droite sur la première ligne, de droite à gauche pour la deuxième ligne, etc. Seul le nombre de traits pour la main préférée (*i.e.*, le membre scripteur) a été rapporté.
- (5) L'épreuve de précision visuo-manuelle reprenait le troisième item de dextérité manuelle de la deuxième version de la *Movement Assessment Battery for*

*Children* (MABC-2) (Henderson et al., 2007). L'enfant devait suivre un trajet en traçant un trait continu à l'intérieur de deux lignes (Figure 3.2). Pour augmenter la sensibilité de l'épreuve, nous avons utilisé le système de notation suivant : 0,5 point si le trait était en contact avec une ligne; 1 point si le trait se juxtaposait à une ligne; 2 points si le trait dépassait une ligne et sortait du trajet. Un score élevé équivalait donc à une mauvaise production.

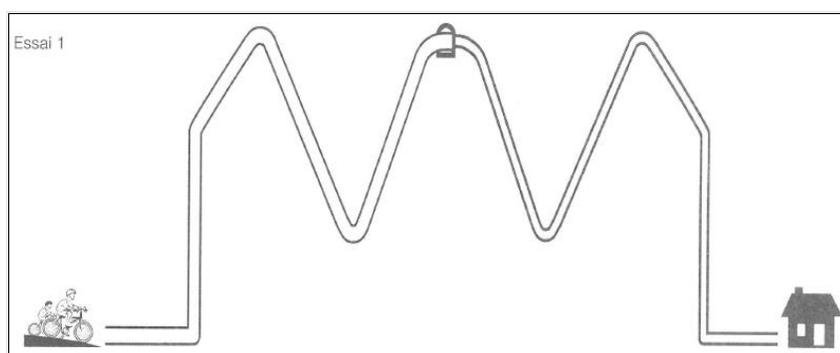


Figure 3.2 : Aperçu de l'épreuve de précision visuo-manuelle.

### 3.3.2 Dimension cognitive

Toujours selon la CIF-EA (OMS, 2012), l'orientation par rapport à l'espace, la perception visuo-spatiale, l'organisation et la planification, appartiennent à des fonctions de l'enfant. L'orientation spatiale participe à « *la conscience de son propre corps en relation à l'espace physique immédiat* ». La perception visuo-spatiale intervient dans « *la distinction par la vue des positions relatives des objets dans l'environnement ou par rapport à soi* ». Quant à la fonction d'organisation et de planification, elle permet de coordonner les parties en un tout, soit systématiser, et « *participe au développement d'une méthode pour procéder ou avant d'agir* » (OMS, 2012). Ces fonctions mentales contribuent à l'apprentissage des praxies visuo-constructives tel qu'assembler, construire ou dessiner en copie. Nous avons donc proposé trois épreuves : une épreuve d'orientation spatiale, une épreuve de rotation mentale et une épreuve de structuration spatiale. Rappelons que la rotation mentale

est une fonction du schéma corporel (Reinersmann et Lücke, 2018) et que selon Rey (1993), la capacité à percevoir, construire et se souvenir de l'espace serait liée à la projection des repères relatifs à la géométrie du corps dans l'espace.

- (1) L'épreuve d'orientation spatiale reprenait deux épreuves de la batterie Piaget-Head (Zazzo et Galifret-Granjon, 1964) : l'épreuve de Piaget et la deuxième épreuve de Head (Head-2). Lors de l'épreuve de Piaget, l'enfant devait répondre à 10 questions en désignant la droite ou la gauche sur soi, sur autrui et dans les positions relatives de trois objets (*e.g.*, « le crayon est-il à droite ou à gauche des clés? ») (Figure 3.3). Lors de l'épreuve de Head-2, l'enfant devait exécuter 15 mouvements orientés sur consigne verbale (*e.g.*, « pose ta main droite sur ton oreille droite »). La note maximale à l'épreuve d'orientation spatiale était de 35 points.

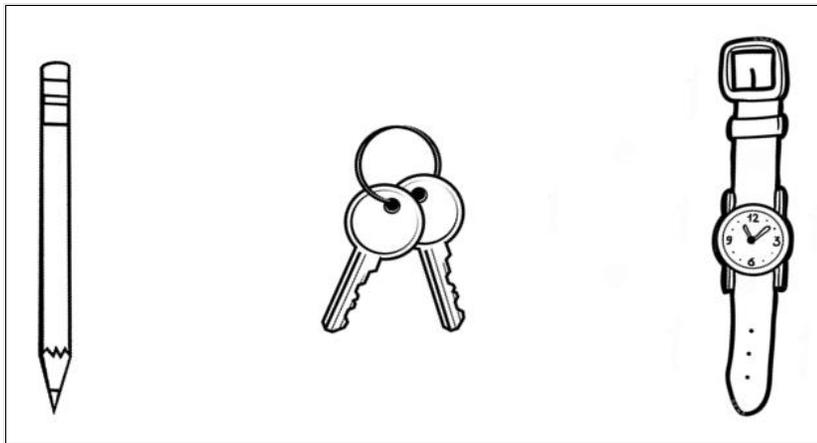


Figure 3.3 : Aperçu de l'épreuve d'orientation spatiale.

- (2) L'épreuve de rotation mentale reprenait aussi deux autres épreuves de la batterie Piaget-Head (Zazzo et Galifret-Granjon, 1964) : la première épreuve de Head (Head-1) et la troisième (Head-3). Lors de l'épreuve de Head-1, l'enfant devait imiter 15 mouvements orientés de l'étudiant-chercheur (*e.g.*, la

main gauche posée sur l'œil droit), en veillant à conserver les caractéristiques réelles de la droite et de la gauche pour chaque mouvement et ne pas les reproduire en miroir. Lors de l'épreuve de Head-3, l'enfant ne devait plus imiter réellement les mouvements de l'étudiant-chercheur, mais il devait imiter réellement le mouvement de 8 figures schématiques (Figure 3.4). La note maximale à l'épreuve de rotation mentale était de 46 points.

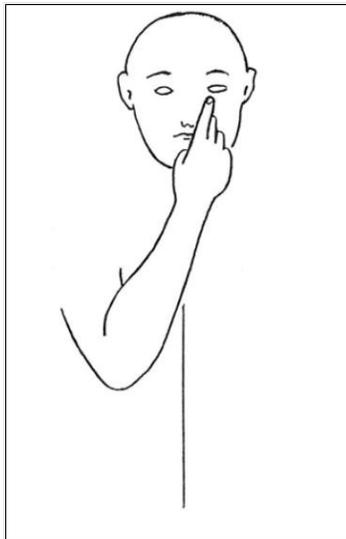


Figure 3.4 : Exemple de figure schématique.

(3) L'épreuve de structuration spatiale reprenait le test de la figure complexe de Rey (Wallon et Mesmin, 2009). L'enfant devait reproduire graphiquement une figure géométrique complexe composée de 18 éléments organisés en trois parties : une forme globale (*i.e.*, le grand rectangle), des éléments externes (*e.g.*, le carré, les croix, le triangle) et des éléments internes (*e.g.*, les diagonales, les traits, le rond) (Figure 3.5). La reproduction était d'abord en copie puis de mémoire. Chaque élément était noté en fonction de l'exactitude graphique (*e.g.*, parfaitement reproduit, déformé, incomplet) et de sa position par rapport aux autres éléments. La note maximale était de 72 points pour chaque reproduction et pouvait être convertie en déviation standard (DS).

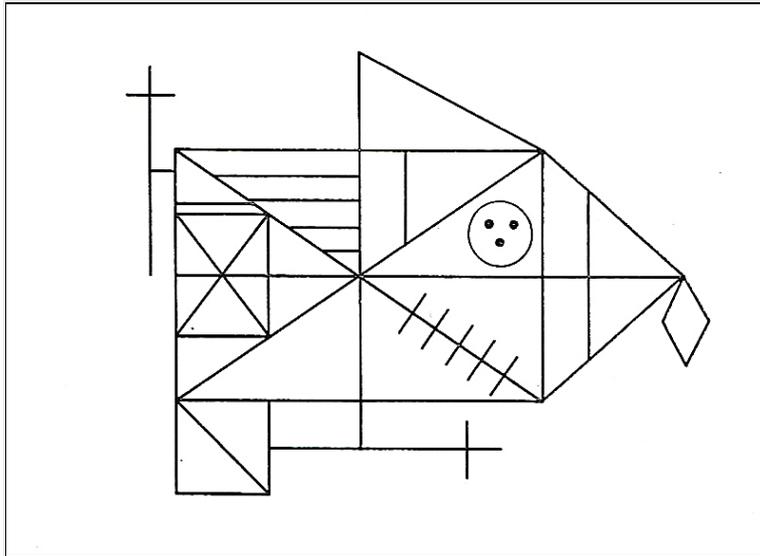


Figure 3.5 : Modèle de la figure complexe de Rey.

### 3.3.3 Dimension affective

La qualité de vie regroupe l'ensemble des bénéfices et des manques ressentis par la personne, de son vécu, de ses besoins ou de ses désirs. C'est un concept subjectif où seule la personne est habilitée à juger sa qualité de vie. En effet, « *des conditions de vie objectivement identiques peuvent déterminer des ressentis très différents* » et la concordance entre le jugement d'un enfant et celui de son parent est faible (INSERM, 2019).

Un questionnaire a été construit pour la recherche en tenant compte d'études citées par l'INSERM pour la qualité de vie. Parmi elles, deux avaient utilisé le *Self-Perception Profile for Children* (SPPC) (Harter, 2012). C'est ainsi que nous avons sélectionné certains items du SPPC et conçu d'autres items relatifs aux compétences psychomotrices développées durant l'intervention (Annexe E). Les items relatifs à la compétence athlétique (*e.g.*, le sport, les jeux de plein air, les prouesses athlétiques), à l'apparence physique (*e.g.*, se trouver beau, être satisfait de son apparence, son corps, son visage, de ses cheveux) et à l'estime de soi (*i.e.*, la perception générale de soi

sans référence à des aptitudes ou compétences spécifiques) provenaient du SPPC, tandis que les items relatifs à la compétence psychomotrice (*e.g.*, le sentiment de maîtrise ou d'échec, d'adresse ou de maladresse, de persévérance ou d'abandon) ont été créés en lien avec l'intervention et ajoutés au questionnaire. Chaque domaine comprenait six items et était noté sur 4 points.<sup>7</sup>

### 3.4 Analyse des données

Pour chacune des épreuves des trois dimensions, une analyse descriptive a été réalisée au pré-test et au post-test pour le groupe de participants. Pour chaque mesure, les moyennes et les écart-types ont été calculés. Pour évaluer les effets de l'intervention, des tests non-paramétriques ont été utilisés puisqu'il n'y avait pas de distribution normale des données. Pour chaque variable, nous avons utilisé un test non-paramétrique à échantillons liés (*i.e.*, le test de classement de Wilcoxon) à l'aide du logiciel SPSS 28.0. Le niveau de significativité a été fixé à  $p \leq 0,05$ .

Outre la taille des effets, nous avons souhaité vérifier s'il existait un lien de dépendance entre le score d'évolution (*i.e.*, les résultats au post-test moins les résultats au pré-test) et le score initial (*i.e.*, les résultats au pré-test) pour chacune des épreuves ayant eu un changement significatif. Nous avons donc utilisé un test de corrélation non-paramétrique (*i.e.*, le test de corrélation de Spearman) à l'aide du logiciel SPSS 28.0. Le niveau de significativité a été fixé à  $p \leq 0,05$ .

---

<sup>7</sup> Le SPPC n'est pas un outil qui cible la population du TDC. Néanmoins le SPPC a été utilisé comme outil de mesure de deux interventions découlant du modèle *top-down* et s'adressant à des enfants ayant un TDC et âgés de 7 à 11 ans (Miller et *al.*, 2001; Dunford, 2011). La première étude portait sur la méthode CO-OP et a administré seulement huit des 36 items totaux, tandis que la deuxième étude mesurait l'efficacité des instructions enseignées lors de tâches diversifiées du quotidien et a administré le SPPC dans sa totalité.

Enfin pour l'épreuve de coordination, nous avons calculé la différence des durées entre les deux conditions (*i.e.*, la durée des yeux ouverts moins la durée avec les yeux fermés), et nous avons testé les effets de l'intervention sur cette différence. Nous avons utilisé un test non-paramétrique à échantillons liés (*i.e.*, le test de classement de Wilcoxon) à l'aide du logiciel SPSS 28.0. Le niveau de significativité a été fixé à  $p \leq 0,05$ .

## CHAPITRE IV

### RÉSULTATS

Ce chapitre présente les résultats des 13 participants qui ont complété l'intervention, présentés selon les dimensions et les domaines étudiés. Comme les effets de l'intervention ont été analysés à partir de tests non-paramétriques, les médianes de chaque épreuve sont illustrées dans les figures par un trait horizontal, et conséquemment, la moyenne par une croix.

#### 4.1 Dimension motrice et habiletés motrices

##### 4.1.1 Équilibre

D'une part, la durée moyenne de l'équilibre avec les YO était plus grande au post-test ( $\mu = 21,77$  secondes;  $\sigma = 8,84$ ) qu'au pré-test ( $\mu = 15,92$  secondes;  $\sigma = 10,28$ ) (Tableau 4.1). D'autre part, la différence entre les deux médianes était statistiquement significative ( $d = 0,581$ ;  $p = 0,036$ ) (Figure 4.1).

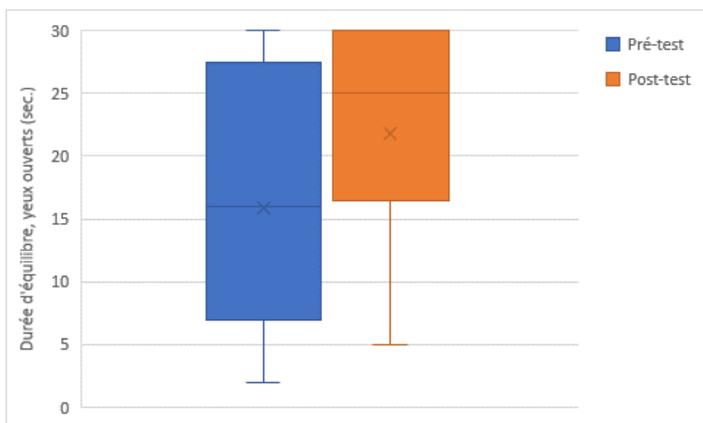


Figure 4.1 : Durée moyenne d'équilibre avec les YO au pré-test et au post-test.

D'une part, la durée moyenne de l'équilibre avec les YF était plus grande au post-test ( $\mu = 7,54$  secondes;  $\sigma = 6,3$ ) qu'au pré-test ( $\mu = 5,46$  secondes;  $\sigma = 5,08$ ) (Tableau 4.1). D'autre part, la différence entre les deux médianes était statistiquement significative ( $d = 0,548$ ;  $p = 0,048$ ) (Figure 4.2).

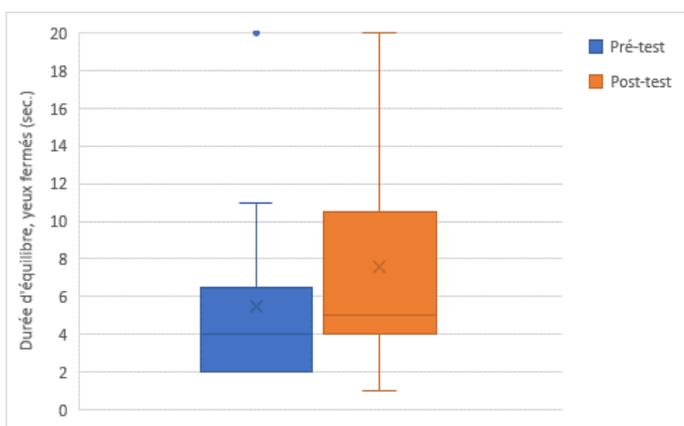


Figure 4.2 : Durée moyenne d'équilibre avec les YF au pré-test et au post-test.

#### 4.1.2 Coordination

D'une part, la durée moyenne pour exécuter quatre cycles de coordination avec les YO était plus petite au post-test ( $\mu = 20,23$  secondes;  $\sigma = 6,6$ ) qu'au pré-test ( $\mu = 39$

secondes;  $\sigma = 17,29$ ) (Tableau 4.1). D'autre part, la différence entre les deux médianes était statistiquement significative ( $d = -0,883$ ;  $p = 0,001$ ) (Figure 4.3).

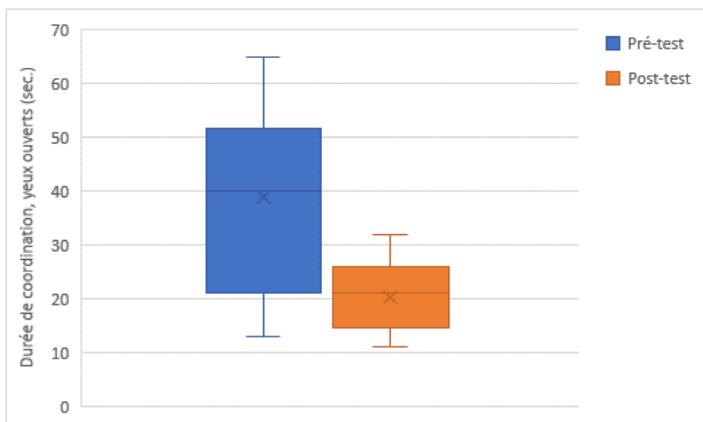


Figure 4.3 : Durée moyenne de coordination avec les YO au pré-test et au post-test.

Afin de comparer le score brut du groupe à la population générale, la déviation standard de chaque sujet a été calculée. De ce fait, la moyenne pour la coordination avec les YO était plus petite au post-test ( $\mu = 0,99$  DS;  $\sigma = 1,32$ ) qu'au pré-test ( $\mu = 4,11$  DS;  $\sigma = 3,2$ ) (Tableau 4.1). De plus, la différence entre les deux médianes était statistiquement significative ( $d = -0,882$ ;  $p = 0,001$ ) (Figure 4.4).

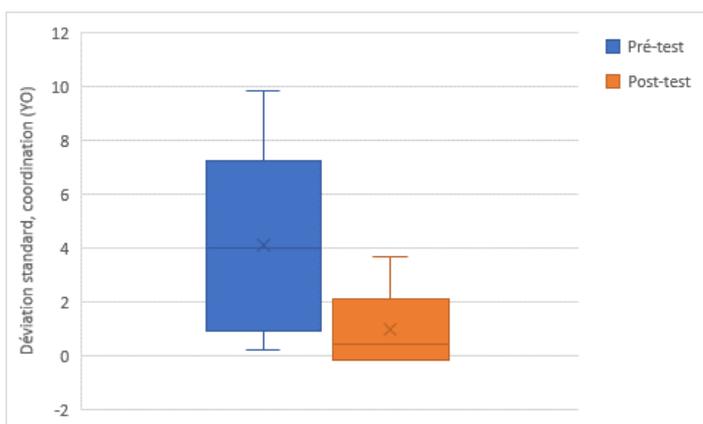


Figure 4.4 : Déviation standard moyenne de coordination avec les YO au pré-test et au post-test.

D'une part, la durée moyenne pour exécuter quatre cycles de coordination avec les YF était plus petite au post-test ( $\mu = 19$  secondes;  $\sigma = 6,07$ ) qu'au pré-test ( $\mu = 32,85$  secondes;  $\sigma = 14,11$ ) (Tableau 4.1). D'autre part, la différence entre les deux médianes était statistiquement significative ( $d = -0,845$ ;  $p = 0,002$ ) (Figure 4.5).

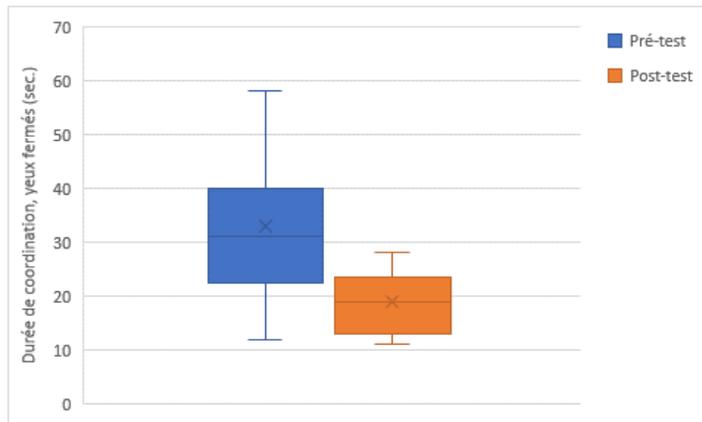


Figure 4.5 : Durée moyenne de coordination avec les YF au pré-test et au post-test.

#### 4.1.3 Saut

D'une part, le nombre moyen de sauts à cloche-pied avec les YO était plus grand au post-test ( $\mu = 18,15$  sauts;  $\sigma = 7,49$ ) qu'au pré-test ( $\mu = 10,08$  sauts;  $\sigma = 5,51$ ) (Tableau 4.1). D'autre part, la différence entre les deux médianes était statistiquement significative ( $d = 0,883$ ;  $p = 0,001$ ) (Figure 4.6).

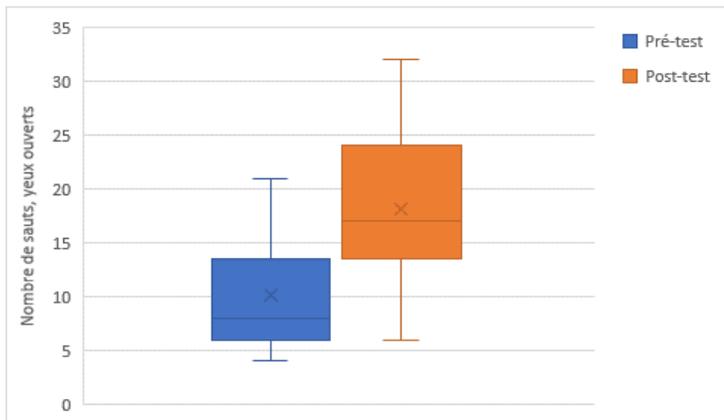


Figure 4.6 : Nombre moyen de sauts avec les YO au pré-test et au post-test.

D'une part, le nombre moyen de sauts à cloche-pied avec les YF était plus grand au post-test ( $\mu = 7,92$  sauts;  $\sigma = 5,44$ ) qu'au pré-test ( $\mu = 5,15$  sauts;  $\sigma = 2,44$ ) (Tableau 4.1). D'autre part, la différence entre les deux médianes était statistiquement significative ( $d = 0,571$ ;  $p = 0,04$ ) (Figure 4.7).

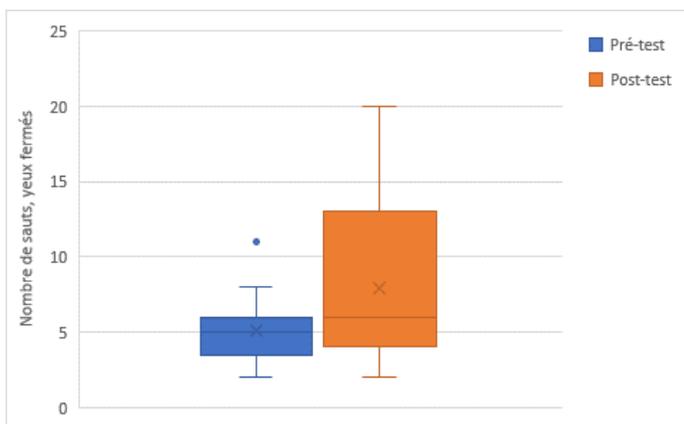


Figure 4.7 : Nombre moyen de sauts avec les YF au pré-test et au post-test.

#### 4.1.4 Rapidité visuo-manuelle

D'une part, le nombre moyen de traits réalisés par la main préférée était plus grand au post-test ( $\mu = 100,85$  traits;  $\sigma = 20,45$ ) qu'au pré-test ( $\mu = 90,85$  traits;  $\sigma = 25,67$ )

(Tableau 4.1). D'autre part, la différence entre les deux médianes était statistiquement significative ( $d = 0,686$ ;  $p = 0,013$ ) (Figure 4.8).

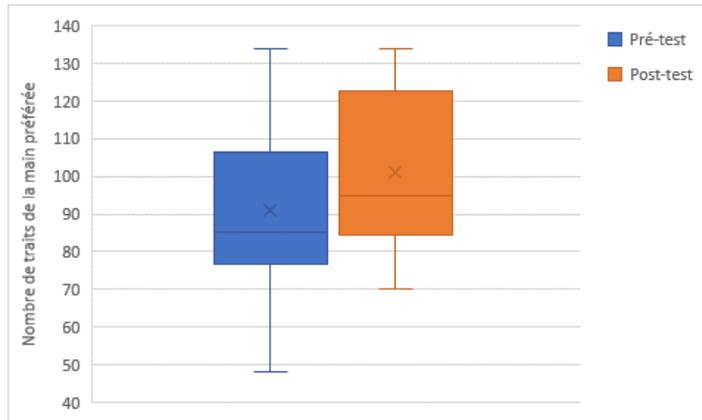


Figure 4.8 : Nombre moyen de traits au pré-test et au post-test.

#### 4.1.5 Précision visuo-manuelle

D'une part, le nombre moyen d'erreurs exécutées par la main préférée était plus petit au post-test ( $\mu = 9,65$  erreurs;  $\sigma = 5,34$ ) qu'au pré-test ( $\mu = 14,77$  erreurs;  $\sigma = 4,4$ ) (Tableau 4.1). D'autre part, la différence entre les deux médianes était statistiquement significative ( $d = -0,764$ ;  $p = 0,006$ ) (Figure 4.9).

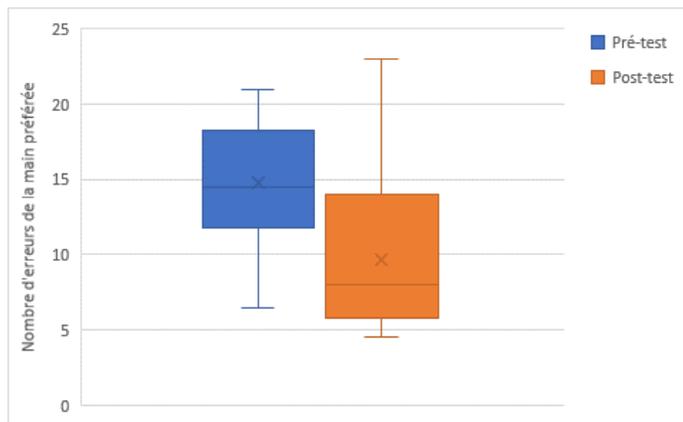


Figure 4.9 : Nombre moyen d'erreurs au pré-test et au post-test.

Tableau 4.1 : Récapitulatif des statistiques descriptives et comparatives des données sur l'activité motrice (habiletés motrices).

Épreuves		N	Moy. (É.-T.)	Méd.	Min. Max.	Taille d'effet	Valeur-p (Wilcoxon)
Équilibre YO	Pré-test	13	15,92 (10,28)	16	2 30	0,581* Modérée	0,036
	Post-test	13	21,77 (8,84)	25	5 30		
Équilibre YF	Pré-test	13	5,46 (5,08)	4	2 20	0,548* Modérée	0,048
	Post-test	13	7,54 (6,3)	5	1 20		
Coordination YO	Pré-test	13	39 (17,29)	40	13 65	-0,883*** Élevée	0,001
	Post-test	13	20,23 (6,6)	21	11 32		
Coordination YO (DS)	Pré-test	13	4,11 (3,2)	3,98	0,23 9,83	-0,882*** Élevée	0,001
	Post-test	13	0,99 (1,32)	0,42	-0,19 3,68		
Coordination YF	Pré-test	13	32,85 (14,11)	31	12 58	-0,845** Élevée	0,002
	Post-test	13	19 (6,07)	19	11 28		
Saut YO	Pré-test	13	10,08 (5,51)	8	4 21	0,883*** Élevée	0,001
	Post-test	13	18,15 (7,49)	17	6 32		
Saut YF	Pré-test	13	5,15 (2,44)	5	2 11	0,571* Modérée	0,04
	Post-test	13	7,92 (5,44)	6	2 20		
Rapidité visuo- manuelle	Pré-test	13	90,85 (25,67)	85	48 134	0,686* Modérée	0,013
	Post-test	13	100,85 (20,45)	95	70 134		
Précision visuo- manuelle	Pré-test	13	14,77 (4,4)	14,5	6,5 21	-0,764** Modérée	0,006
	Post-test	13	9,65 (5,34)	8	4,5 23		

\*  $p \leq 0,05$ ; \*\*  $p \leq 0,01$ ; \*\*\*  $p \leq 0,001$ .

## 4.2 Dimension cognitive et organisation spatiale

### 4.2.1 Orientation spatiale

D'une part, le score moyen aux épreuves d'orientation spatiale était plus grand au post-test ( $\mu = 29,88$  points;  $\sigma = 4,11$ ) qu'au pré-test ( $\mu = 27,58$  points;  $\sigma = 4,78$ ) (Tableau 4.6). D'autre part, la différence entre les deux médianes n'était pas statistiquement significative ( $d = 0,48$ ;  $p = 0,084$ ) (Figure 4.10).

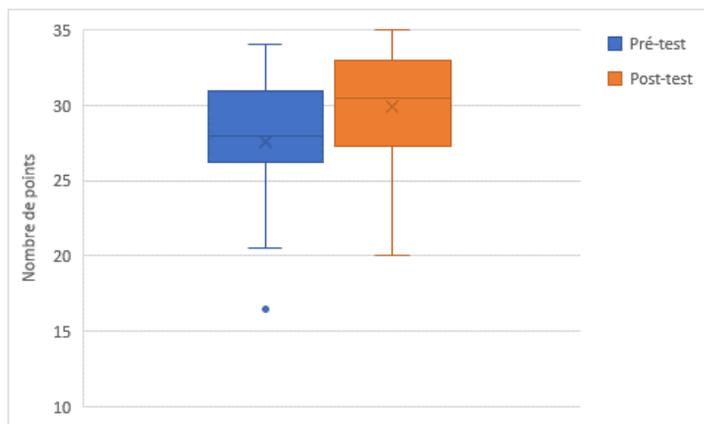


Figure 4.10 : Score moyen aux épreuves d'orientation spatiale au pré-test et au post-test.

### 4.2.2 Rotation mentale

D'une part, le score moyen aux épreuves de rotation mentale était plus grand au post-test ( $\mu = 35,88$  points;  $\sigma = 8,66$ ) qu'au pré-test ( $\mu = 28,19$  points;  $\sigma = 10,1$ ) (Tableau 4.2). D'autre part, la différence entre les deux médianes était statistiquement significative ( $d = 0,805$ ;  $p = 0,004$ ) (Figure 4.11).

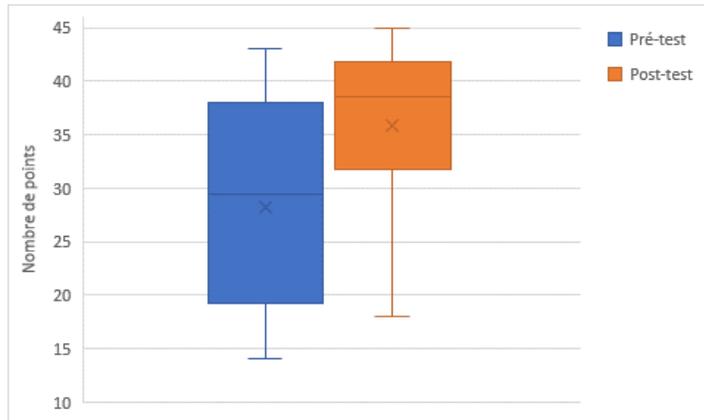


Figure 4.11 : Score moyen aux épreuves de rotation mentale au pré-test et au post-test.

#### 4.2.3 Structuration spatiale

D'une part, le résultat moyen pour la reproduction en copie (RC) était plus grand au post-test ( $\mu = -1,55$  DS;  $\sigma = 1,03$ ) qu'au pré-test ( $\mu = -2,49$  DS;  $\sigma = 1,3$ ) (Tableau 4.2). D'autre part, la différence entre les deux médianes était statistiquement significative ( $d = 0,746$ ;  $p = 0,007$ ) (Figure 4.12).

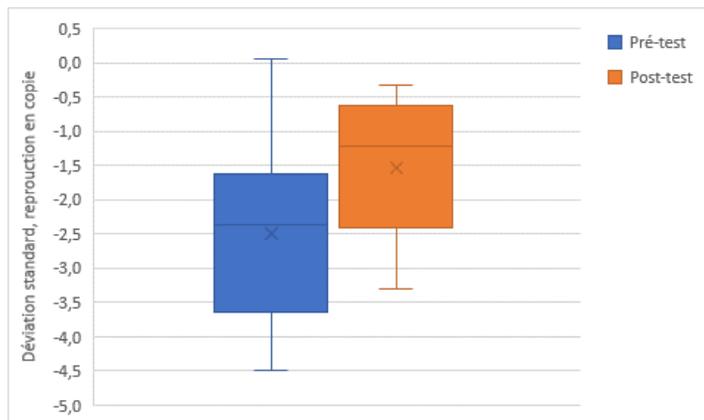


Figure 4.12 : Résultat moyen à l'épreuve de structuration spatiale avec RC au pré-test et au post-test.

D'une part, le résultat moyen pour la reproduction en mémoire (RM) était plus grand au post-test ( $\mu = -0,25$  DS;  $\sigma = 0,73$ ) qu'au pré-test ( $\mu = -0,9$  DS;  $\sigma = 0,78$ ) (Tableau

4.2). D'autre part, la différence entre les deux médianes était statistiquement significative ( $d = 0,805$ ;  $p = 0,004$ ) (Figure 4.13).

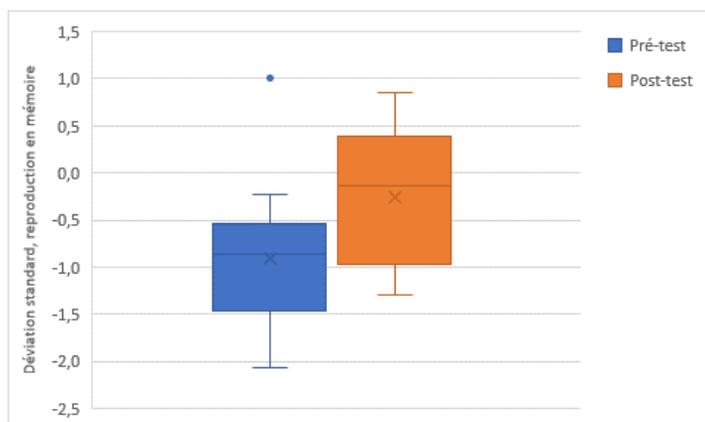


Figure 4.13 : Résultat moyen à l'épreuve de structuration spatiale avec RM au pré-test et au post-test.

Tableau 4.2 : Récapitulatif des statistiques descriptives et comparatives des données sur les fonctions mentales (organisation spatiale).

Épreuves		N	Moy. (É.-T.)	Méd.	Min. Max.	Taille d'effet	Valeur-p (Wilcoxon)
Orientation spatiale	Pré-test	13	27,58 (4,78)	28	16,5 34	0,48 Petite	0,084
	Post-test	13	29,88 (4,11)	30,5	20 35		
Rotation mentale	Pré-test	13	28,19 (10,1)	29,5	14 43	0,805** Élevée	0,004
	Post-test	13	35,88 (8,66)	38,5	18 45		
Structuration spatiale RC	Pré-test	13	-2,49 (1,3)	-2,36	-4,5 0,06	0,746** Modérée	0,007
	Post-test	13	-1,55 (1,03)	-1,21	-3,3 -0,33		
Structuration spatiale RM	Pré-test	13	-0,9 (0,78)	-0,86	-2,07 1	0,805** Élevée	0,004
	Post-test	13	-0,25 (0,73)	-0,14	-1,29 0,86		

\*\*  $p \leq 0,01$ .

### 4.3 Dimension affective et perception de soi

#### 4.3.1 Estime de soi

D'une part, le score moyen aux questions sur l'estime de soi était plus grand au post-test ( $\mu = 3,73$  points;  $\sigma = 0,32$ ) qu'au pré-test ( $\mu = 3,55$  points;  $\sigma = 0,49$ ) (Tableau 4.3). D'autre part, la différence entre les deux médianes n'était pas statistiquement significative ( $d = 0,259$ ;  $p = 0,351$ ) (Figure 4.14).



Figure 4.14 : Score moyen aux questions sur l'estime de soi au pré-test et au post-test.

#### 4.3.2 Apparence physique

D'une part, le score moyen aux questions sur l'apparence physique était plus grand au post-test ( $\mu = 3,63$  points;  $\sigma = 0,58$ ) qu'au pré-test ( $\mu = 3,42$  points;  $\sigma = 0,6$ ) (Tableau 4.3). La différence entre les deux médianes était statistiquement significative ( $d = 0,747$ ;  $p = 0,007$ ) (Figure 4.15).

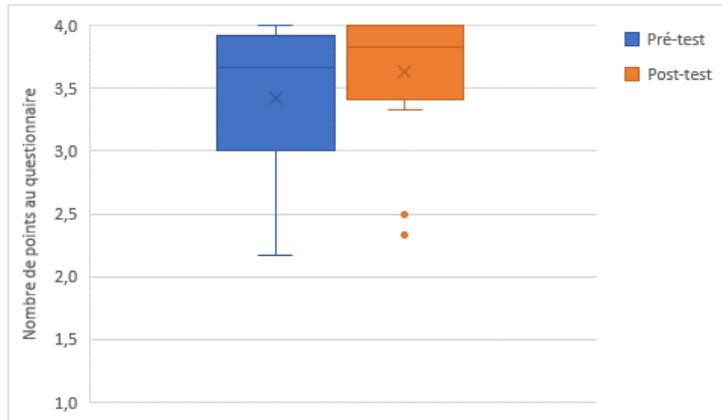


Figure 4.15 : Score moyen aux questions sur l'apparence physique au pré-test et au post-test.

#### 4.3.3 Compétence athlétique

D'une part, le score moyen aux questions sur la compétence athlétique était plus petit au post-test ( $\mu = 2,45$  points;  $\sigma = 0,5$ ) qu'au pré-test ( $\mu = 2,53$  points;  $\sigma = 0,67$ ) (Tableau 4.3). D'autre part, la différence entre les deux médianes n'était pas statistiquement significative ( $d = -0,148$ ;  $p = -0,593$ ) (Figure 4.16).

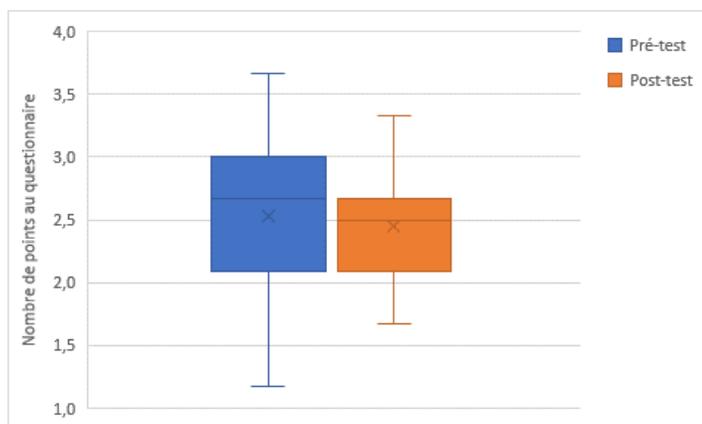


Figure 4.16 : Score moyen aux questions sur la compétence athlétique au pré-test et au post-test.

#### 4.3.4 Compétence psychomotrice

D'une part, le score moyen aux questions sur la compétence psychomotrice était plus grand au post-test ( $\mu = 2,9$  points;  $\sigma = 0,46$ ) qu'au pré-test ( $\mu = 2,82$  points;  $\sigma = 0,43$ ) (Tableau 4.3). D'autre part, la différence entre les deux médianes n'était pas statistiquement significative ( $d = 0,225$ ;  $p = 0,416$ ) (Figure 4.17).

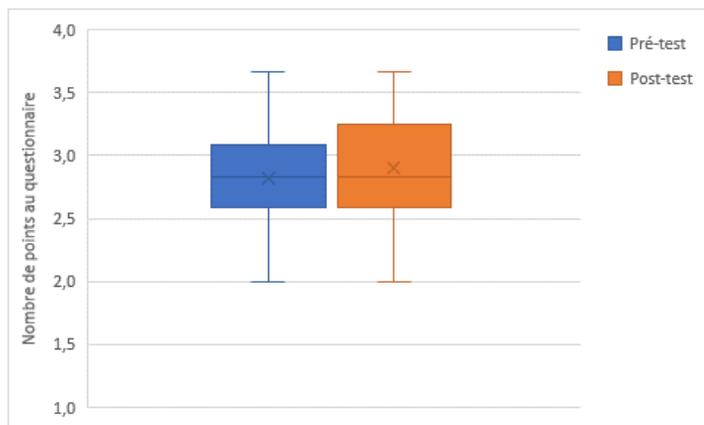


Figure 4.17 : Score moyen aux questions sur la compétence athlétique au pré-test et au post-test.

Tableau 4.3 : Récapitulatif des statistiques descriptives et comparatives des données sur la qualité de vie (perception de soi).

Épreuves		N	Moy. (É.-T.)	Méd.	Min. Max.	Taille d'effet	Valeur-p (Wilcoxon)
Estime de soi	Pré-test	13	3,55 (0,49)	3,67	2,67 4	0,259 Petite	0,351
	Post-test	13	3,73 (0,32)	3,83	3 4		
Apparence physique	Pré-test	13	3,42 (0,6)	3,67	2,17 4	0,747** Modérée	0,007
	Post-test	13	3,63 (0,58)	3,83	2,33 4		
Compétence athlétique	Pré-test	13	2,53 (0,67)	2,67	1,17 3,67	-0,148 Nulle	-0,593
	Post-test	13	2,45 (0,5)	2,5	1,67 3,33		
Compétence psychomotrice	Pré-test	13	2,82 (0,43)	2,83	2 3,67	0,225 Petite	0,416
	Post-test	13	2,9 (0,46)	2,83	2 3,67		

\*\*  $p \leq 0,01$ .

#### 4.4 Scores d'évolution

Un lien significatif entre le score d'évolution et le score initial a été observé pour les épreuves d'équilibre avec les YO ( $\rho = -0,608$ ;  $p = 0,027$ ), de coordination avec les YO ( $\rho = -0,928$ ;  $p < 0,001$ ) et avec les YF ( $\rho = -0,946$ ;  $p < 0,001$ ), de rapidité visuo-manuelle ( $\rho = -0,583$ ;  $p = 0,036$ ), et de structuration spatiale avec RC ( $\rho = -0,594$ ;  $p = 0,032$ ). En effet, plus le score d'évolution augmentait et moins le score initial était grand. En d'autres termes, plus le score initial reflétait une performance faible (e.g., une courte durée d'équilibre, une longue durée de coordination, un petit nombre de traits à la rapidité visuo-manuelle ou une petite déviation standard à la copie de figure) et plus le score d'évolution était grand, signifiant une grande amélioration de la performance (e.g., plus de secondes gagnées à l'équilibre, plus de secondes gagnées en terme de vitesse à la coordination, plus de

traits effectués à la rapidité visuo-manuelle ou une déviation standard plus grande à la copie de figure). Les graphiques illustrant les corrélations sont présentés en annexe (Annexe F). Pour les autres scores d'évolution, aucun lien de dépendance fût observé avec leurs scores initiaux (Tableau 4.4).

Tableau 4.4 : Tests de corrélation entre les scores d'évolution et les scores initiaux.

Domaines	Épreuves	Rho de Spearman	Valeur-p
Habilités motrices	Équilibre YO	-0,608* Élevée	0,027
	Équilibre YF	-0,147 Petite	0,633
	Coordination YO	-0,928*** Très élevée	< 0,001
	Coordination YF	-0,946*** Très élevée	< 0,001
	Saut YO	-0,01 Nulle	0,975
	Saut YF	0,073 Nulle	0,813
	Rapidité visuo-manuelle	-0,583* Élevée	0,036
	Précision visuo-manuelle	-0,211 Petite	0,49
Organisation spatiale	Rotation mentale	-0,376 Modérée	0,206
	Structuration spatiale RC	-0,594* Élevée	0,032
	Structuration spatiale RM	-0,197 Petite	0,518
Perception de soi	Apparence physique	-0,377 Modérée	0,204

\*  $p \leq 0,05$ ; \*\*\*  $p \leq 0,001$ .

#### 4.5 Différence entre les conditions de passation

La différence des durées de coordination entre les conditions YO et YF était en moyenne plus grande au pré-test ( $\mu = 6,15$  secondes;  $\sigma = 10,26$ ) qu'au post-test

( $\mu = 1,23$  secondes;  $\sigma = 2,09$ ) (Tableau 4.5). La différence entre le pré-test et le post-test était statistiquement significative ( $d = -0,544$ ;  $p = 0,05$ ) (Figure 4.18). Ce résultat est concordant avec les analyses comparant les durées de coordination avec les YO ou avec les YF lors du pré-test d'une part, et lors du post-test d'autre part, à l'aide d'un test non-paramétrique à échantillons liés (*i.e.*, le test de classement de Wilcoxon). Il y avait une différence significative entre les deux conditions au pré-test ( $d = -0,660$ ;  $p = 0,017$ ), mais non significative au post-test ( $d = -0,502$ ;  $p = 0,071$ ).

Tableau 4.5 : Récapitulatif des statistiques descriptives et comparatives des données sur la coordination selon les conditions.

Épreuve		N	Moy. (É.T.)	Méd.	Min. Max.	Taille d'effet	Valeur-p (Wilcoxon)
Coordination YO-YF	Pré-test	13	6,15 (10,26)	6	-6 35	-0,544 Modérée	0,05
	Post-test	13	1,23 (2,09)	1	-2 5		

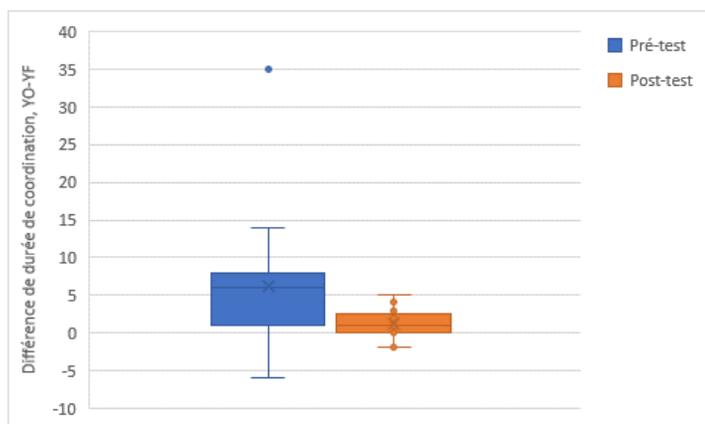


Figure 4.18 : Différence moyenne entre les durées de coordination avec les YO et avec les YF au pré-test et au post-test.

## CHAPITRE V

### DISCUSSION

Les résultats étant dévoilés, il apparaît essentiel de les mettre en perspective avec l'hypothèse de recherche et la revue de littérature. Ce chapitre permet aussi d'aborder des points de discussion, notamment les effets de l'intervention sous l'angle de la maîtrise du schéma corporel, les forces et limites de cette étude et les recherches à considérer dans le futur. L'objectif principal de la recherche était de vérifier l'efficacité d'une intervention psychomotrice axée sur le schéma corporel, découlant du modèle *bottom-up*, auprès de la clientèle du TDC afin de : (1) valider un type d'intervention peu présent dans les études, soit les interventions axées sur les processus; (2) vérifier les effets à de multiples niveaux, soit le domaine des habiletés motrices (*i.e.*, la dimension motrice), le domaine de l'organisation spatiale (*i.e.*, la dimension cognitive) et le domaine de la perception de soi (*i.e.*, la dimension affective).

#### 5.1 Effets positifs de l'intervention et leurs transferts

L'intervention psychomotrice proposée voulait rééduquer la maîtrise du schéma corporel d'enfants ayant un TDC en sollicitant le couplage perception-action à partir d'exercices de dissociation motrice. Aussi, rappelons que la présente intervention psychomotrice découlait du modèle *bottom-up* et qu'elle ciblait l'amélioration de

fonctions sous-jacentes. De fait, les mesures utilisées lors des tests étaient différentes des activités proposées durant l'intervention.

### 5.1.1 Dimension motrice et habiletés motrices

L'ensemble des variables mesurant les habiletés motrices ont bénéficié de l'intervention, à des seuils de significativité différents. Les enfants ont amélioré leur équilibre (yeux ouvert et yeux fermés) et leur rapidité visuo-manuelle de manière significative ( $p \leq 0,05$ ), leur précision visuo-manuelle de manière très significative ( $p \leq 0,01$ ), ainsi que leur coordination et leur saut de manière hautement significative ( $p \leq 0,001$ ). L'intervention a notamment bénéficié aux enfants ayant une plus faible rapidité visuo-manuelle, un équilibre plus précaire avec yeux ouvert ( $p \leq 0,05$ ) et surtout ceux avec une vitesse de coordination plus lente ( $p \leq 0,001$ ) avant l'intervention. Pour l'épreuve de coordination, dont l'amélioration est hautement significative, la performance avec les yeux ouverts était significativement plus lente comparativement à celle avec les yeux fermés avant l'intervention ( $p \leq 0,05$ ). Après l'intervention, la vitesse de coordination avec les yeux ouverts était similaire à celle avec les yeux fermés ( $p > 0,05$ ). La déviation standard pour la coordination était dans la norme au post-test alors qu'elle était déficitaire de 4,11 écarts-types au pré-test.

Compte tenu de la nature de l'intervention psychomotrice et de la visée de la recherche, nous suggérons que les améliorations observées pour chaque variable pourraient être la conséquence de l'amélioration d'une fonction générale, soit le schéma corporel, servant de sous-bassement à d'autres fonctions plus spécialisées qui interviendraient dans la réalisation d'activités distinctes comme le saut ou la précision visuo-manuelle (*e.g.*, le contrôle moteur anticipé, l'imagerie motrice, l'inhibition interhémisphérique).

Les habiletés aux épreuves motrices lors des tests n'ont pas été spécifiquement entraînées durant l'intervention psychomotrice. C'est-à-dire que nous n'avons jamais

demandé formellement aux enfants de tenir en équilibre sur une jambe, d'associer les mouvements des mains et des pieds, de mouvoir rapidement leurs mains, etc. L'amélioration observée et significative des habiletés motrices pourrait donc être la conséquence positive d'un transfert d'acquis. Rappelons que seulement trois enfants sur les 13 participants suivaient une autre réadaptation motrice durant l'intervention. Il se pourrait donc que ces acquis aient été globalement obtenus grâce au travail actif des enfants lors de l'intervention psychomotrice, porté sur leur contrôle rétroactif. En effet, les exercices de dissociation motrice nécessitaient à la fois la représentation du corps dans l'espace ainsi que l'organisation mentale des mouvements afin de s'adapter aux contraintes temporelles, spatiales et toniques imposées.

La reproduction des exercices nous a permis d'observer des changements nets dans l'exécution motrice lors des deuxièmes visionnages. Dans leur ensemble, les activités de dissociations motrices lors des deuxièmes visionnages étaient (1) plus précises (*e.g.*, plus de synchronisation entre les segments, plus de respect des amplitudes des mouvements ou de la stabilisation d'une articulation, moins de confusion des segments à recruter et de leurs directions, moins de déplacement du corps), (2) plus fluides (*e.g.*, plus de rapidité d'exécution, plus d'adaptation au rythme, moins de ruptures entre les temps, moins d'anticipation excessive, moins de mouvements parasites), et (3) plus souples (*e.g.*, plus de détente posturale, plus d'aisance dans les changements de position, plus d'harmonie entre les actions simultanées, moins de mouvements saccadés).

Le gain dans les qualités d'exécution entre les premiers et les deuxièmes visionnages pourrait être le signe d'un niveau de maturation plus avancé du contrôle proactif grâce aux réajustements du couplage perception-action entre les premières prédictions de la commande motrice et les premières rétroactions de la dissociation motrice. Ces différents gains entre les contrôles proactifs sollicités pourraient être ensuite inscrits

en représentations sensorimotrices et modèles internes afin d'être retranscrits et transférés à d'autres activités, telle que la coordination.

Ainsi, pour l'épreuve de coordination, la différence significative au pré-test entre la condition yeux ouverts et la condition yeux fermés – au profit de cette dernière – pourrait être le reflet des stratégies compensatoires plus lentes mises en place (Blank, 2019) à surinvestir l'information visuelle lors du contrôle rétroactif par rapport au contrôle proactif. L'absence de différence significative au post-test pourrait être interprétée comme une amélioration du contrôle moteur anticipé dépendant moins du contrôle rétroactif. Le contrôle proactif de cette épreuve serait alors enrichi des modèles internes et des représentations sensorimotrices développés au cours de l'intervention. Cet enrichissement du schéma corporel serait d'autant plus important que le contrôle proactif était initialement faible.

L'épreuve de sauts pourrait aussi être révélatrice de l'amélioration de la maîtrise du schéma corporel. Nous faisons l'hypothèse que l'amélioration hautement significative ne s'expliquerait pas par de meilleures capacités physiques (*e.g.*, la force musculaire, le rythme cardio-vasculaire ou l'endurance), mais plutôt par une conscience du corps dans l'espace et des ajustements posturaux plus précis pour parvenir à se réceptionner sur le même point au sol. L'amélioration très significative en condition yeux fermés appuie l'hypothèse d'un enrichissement du contrôle moteur anticipé qui dépendrait plus de l'information proprioceptive après l'intervention qu'avant. De la même manière pour l'épreuve d'équilibre dont les ajustements posturaux anticipés seraient plus précis en raison de représentations sensorimotrices du corps mieux inscrites et matures après l'intervention.

Quant aux habiletés manuelles, l'épreuve de rapidité visuo-manuelle au post-test, pourrait être moins dépendante d'un contrôle rétroactif plus lent au profit d'un contrôle proactif plus rapide. L'épreuve de précision visuo-manuelle aurait bénéficié

de l'entraînement du couplage perception-action lors des exercices de dissociation motrice afin de réduire le décalage entre les afférences et les efférences du geste graphique et rendre le contrôle moteur anticipé, et ses composantes de l'action, plus juste et adapté aux contraintes spatiales des lignes.

### 5.1.2 Dimension cognitive et organisation spatiale

Trois variables sur les quatre mesurant l'organisation spatiale ont bénéficié de l'intervention. Les enfants ont amélioré leur niveau de rotation mentale et de structuration spatiale, en copie et de mémoire, de manière très significative ( $p \leq 0,01$ ). L'intervention a notamment bénéficié aux enfants ayant une plus faible structuration spatiale en copie avant l'intervention ( $p \leq 0,05$ ).

L'épreuve de rotation mentale est par nature une épreuve mesurant la maîtrise du schéma corporel (Di Vita et *al.*, 2016). Ainsi, l'amélioration très significative à cette épreuve pourrait signifier que l'intervention a eu premièrement un effet positif et significatif pour cette fonction mentale, puis deuxièmement qu'elle est bien une intervention qui cible la maîtrise du schéma corporel. Une épreuve de rotation des mains pourrait confirmer cette interprétation. En effet, projeter des repères corporels lors d'une épreuve de réversibilité en faisant le contraire de ce que l'on voit est probablement plus simple que lors d'une épreuve de rotation où l'on doit se représenter le mouvement d'un objet que l'on n'a pas vu.

Quant aux épreuves de structuration spatiale avec reproduction de figure en copie ou de mémoire, l'amélioration très significative des performances des enfants à la suite de l'intervention, vient illustrer la citation d'Ajuriaguerra (1971), « *l'espace corporel et l'espace environnant sont les deux pôles opposés de la même fonction primitive* », et la pensée de Rey (1993) pour qui la capacité à percevoir, construire et se souvenir de l'espace est liée à la projection des repères relatifs à la géométrie du corps dans l'espace. Par l'entraînement du couplage perception-action et l'organisation du

contrôle proactif, les enfants auraient appris à structurer leurs mouvements, et comme le schéma corporel se situe en aval de l'activité (Wallon, 1959), l'exercice des dissociations motrices aurait consolidé son intégration. Ainsi, en ayant un schéma corporel plus élaboré, la structuration de l'espace serait facilitée. Cette interprétation mériterait d'être réévaluée avec une autre épreuve de visuo-construction où l'effet test-retest est calculé. En effet, il est regrettable qu'un outil clinique aussi répandu qu'est la figure complexe de Rey, n'a pas de mesure de la fidélité test-retest. Néanmoins, une épreuve similaire à celle de la figure complexe de Rey, testée sur une population adulte, présente un effet test-retest avec une grande fidélité égale à .80 (Woodrome et Fastenau, 2005).

Enfin, l'absence d'amélioration pour l'épreuve d'orientation spatiale pourrait nous surprendre au regard des exercices proposés durant l'intervention et notamment lors des dissociations simples. Les enfants devaient positionner tel segment ou tel côté du corps vers telle direction en même temps qu'un autre segment vers une autre direction. L'épreuve choisie est probablement plus une épreuve de discrimination et de connaissance droite-gauche qu'une épreuve spécifiquement d'orientation spatiale. Puisque l'intervention ciblait la maîtrise du schéma corporel, soit l'aspect opératoire, et puisque nous savons que les performances des différents aspects du schéma corporel ne sont pas forcément corrélées (Raimo et *al.*, 2019), il se pourrait que le fait de situer la droite et la gauche appartienne davantage à l'aspect sémantique (*i.e.*, la connaissance conceptuelle du corps) ou à l'aspect figuratif (*i.e.*, la conscience de la géométrie du corps), plutôt qu'à l'aspect opératoire du schéma corporel (*i.e.*, le guidage inconscient du geste et adaptation du mouvement). Cette différence pourrait expliquer l'absence d'amélioration significative pour l'épreuve d'orientation spatiale, mais il se pourrait aussi que la nature de l'épreuve ne soit pas suffisamment valide pour juger les capacités d'orientation spatiale. Des épreuves de labyrinthes ou d'itinéraires auraient peut-être été plus appropriées malgré leurs composantes visuo-spatiales et les difficultés reconnues du TDC dans ce domaine perceptif.

### 5.1.3 Dimension affective et perception de soi

Une seule variable sur les quatre mesurant la perception de soi a bénéficié de l'intervention. Les enfants ont amélioré leur niveau de perception de leur apparence physique de manière très significative ( $p \leq 0,01$ ). Cet effet de l'intervention ne dépendait pas du niveau initial de perception de soi.

Pour la perception de l'apparence physique, les items questionnaient les enfants sur leur image du corps, soit les croyances et les attitudes envers leurs corps. Or, l'image du corps joue un rôle actif dans la formation de nos perceptions et nos consciences corporelles qui contribuent, elles, à l'activité intentionnelle (Gallagher, 2005). Nous pouvons alors nous demander si cette relation n'est pas à double sens. Dans ce cas, en entraînant le couplage perception-action, les enfants auraient enrichi leurs perceptions et leurs consciences corporelles, soit l'aspect figuratif du schéma corporel. L'aspect figuratif pourrait donc jouer un rôle dans la maîtrise du schéma corporel, soit l'aspect opératoire, mais également jouer un rôle dans l'image du corps, tel que l'annonçait la taxonomie dyadique des représentations corporelles (Gallagher, 2005). Pour appuyer cette interprétation, il faudrait expérimenter l'intervention en présence. En effet, nous ne pouvons pas ignorer le biais potentiel que pourraient être les extraits vidéo des enfants envoyés par les parents durant les exercices. Il se pourrait que le fait d'être filmé quelques dizaines de secondes par semaines puisse, à lui seul, améliorer l'image du corps des participants.

L'estime de soi ne s'est pas améliorée de façon significative alors même que les parents ont régulièrement rapporté des changements quant à la confiance en soi et la fierté des enfants lors des deuxièmes visionnages. L'absence de différence à la suite de l'intervention peut signifier que les enfants eux-mêmes sont les seuls aptes à juger leurs propres ressentis, ou que l'outil de mesure n'était pas adapté à l'étude. Pour la perception de la compétence athlétique, l'absence d'amélioration d'une part, et l'absence de motivation partagée par plus de 75% des enfants à participer à des

activités sportives après l'intervention d'autre part (Annexe G), suggèrent que l'intervention, telle qu'elle a été conçue, avait peu de chance d'avoir un effet positif sur le sentiment de compétence athlétique des participants. Quant à l'absence d'amélioration de la perception de la compétence psychomotrice, soit des items créés pour mesurer l'efficacité de l'intervention, nous nous questionnons sur la consistance de ces items et pensons finalement qu'ils traitaient de domaines multiples. Une analyse par items aurait certainement été plus judicieuse. De même, il semblerait que les changements moteurs, révélés par les résultats au post-test, aient été perçus par les enfants puisque 80 % d'entre eux déclarent penser avoir amélioré leurs habiletés motrices (Annexe G). Un outil plus spécialisé aurait peut-être pu valider ce ressenti. Si la version française du *Physical Self-Perception Profile* (Ninot et al., 2000) en est un, il n'est malheureusement pas adapté à une population d'enfants d'âge scolaire.

## 5.2 Forces et limites de l'étude

Les résultats de la recherche révèlent un effet positif de l'intervention psychomotrice chez les enfants ayant un TDC. Toutefois, certaines nuances méritent d'être apportées car l'étude ne comptait qu'un seul groupe expérimental sans groupe contrôle. De ce fait, il n'est pas exclu que les effets mesurés aient pu être influencés par des facteurs connexes à l'intervention psychomotrice, telles que l'attention reçue de l'étudiant-chercheur, la pratique d'une activité régulière ou l'implication reçue des parents. Toutefois, la nature des effets positifs laisse croire que c'est bel et bien l'intervention qui a fait la différence. Si les activités aux tests avaient été similaires aux activités de l'intervention, les effets de transfert n'auraient pas pu être examinés. Cependant, des recherches futures pourront confirmer les effets de l'intervention psychomotrice avec un devis expérimental ayant un groupe contrôle ainsi que des tests de rétention après quelques semaines pour mieux évaluer la durabilité des effets. Il aurait été intéressant dans un meilleur contexte, hors de la période estivale, de proposer une troisième évaluation afin de ne pas disposer uniquement des effets immédiats ou à court terme.

Une autre limite de cette étude est le recours à des épreuves essentiellement cliniques. En effet nous ne pouvions pas utiliser des tests standardisés nécessitant du matériel conforme et officiel à cause des contraintes sanitaires liées à l'épidémie et à l'impossibilité d'évaluer les participants en présence. La batterie de la MABC-2 (Henderson et *al.*, 2007) pour l'évaluation des habiletés motrices, ainsi que le test des bâtonnets (Albert et Couderc, 2003) pour l'évaluation des praxies visuo-constructives, pourraient être administrés dans des recherches futures. De plus, le non-recours à la version officielle française du SPPC (Boivin et *al.*, 1992), dont nous n'avions pas connaissance avant de commencer les évaluations, ajoute une limite quant à la vérification des effets de l'intervention dans le domaine de la qualité de vie.

Une des limites est aussi l'absence de recul vis-à-vis des conditions de réalisation des exercices de dissociation motrice qui aurait pu enrichir nos interprétations. Par exemple, nous ne savons pas exactement comment les séances se sont passées, quel était l'humeur des enfants, à quel moment ils ont été en difficulté, ce que les parents ont dit ou fait pour les aider, etc. Néanmoins, cette limite devient une force dès lors qu'on s'intéresse, non pas aux processus, mais au milieu écologique de l'enfant. En effet, le travail effectué par l'enfant dans la salle de psychomotricité, n'est pas toujours généralisé ou généralisable dans son environnement familial. Ici, les apprentissages moteurs durant cette intervention psychomotrice à distance ont été rééduqués dans l'environnement humain et matériel de chaque enfant, en collaboration directe avec les parents.

Une autre force qui aurait pu être une limite, est le parti pris de garantir la réalité clinique en acceptant les comorbidités du TDC. Il est courant de lire que les troubles ne s'additionnent pas entre eux mais se multiplient. Pourtant, seuls trois participants sur les 13 avaient un TDC « pur » (Tableau 3.1) et les améliorations significatives concernaient l'ensemble du groupe. En effet, en rassemblant les données des 8 enfants ayant un TDA/H associé, aucune différence significative n'a été démontrée

avec les données du reste de l'échantillon. Ce constat positif pourrait être expliqué par le fait que le dysfonctionnement du couplage perception-action est probablement antérieur à plusieurs troubles neurodéveloppementaux distincts (*e.g.*, le TDA/H, le TSA, la dyslexie) et qu'une intervention axée sur le schéma corporel serait bénéfique pour nombre d'entre eux. Des recherches futures avec le même type d'intervention mais des populations différentes pourraient vérifier cette hypothèse.

Une force supplémentaire de cette étude est l'administration d'une même tâche motrice dans des conditions différentes. La durée d'équilibre, la vitesse de coordination ou le nombre de sauts sur place, avec les yeux ouverts ou avec les yeux fermés, ont été des observations riches qui ont affiné notre interprétation du contrôle moteur des participants. Une troisième condition qui serait à développer est la situation en double-tâche. L'ajout d'une tâche cognitive pendant une tâche motrice, apporterait très probablement de la précision quant au guidage inconscient du schéma corporel de l'exécutant.

Enfin, une des principales forces de l'étude est d'être la première du genre en intervention. À notre connaissance, aucune étude sur la réadaptation motrice administrée à distance auprès d'enfants ayant un TDC n'a été relatée. Cependant, deux éléments nous semblent avoir été essentiels pour compléter l'intervention. Le premier élément était le suivi et les conseils personnalisés donnés par l'étudiant-chercheur à partir des extraits vidéo des enfants reçus après chaque séance. Ces retours ont été appréciés de tous les parents et nous pensons que ces échanges ont consolidé notre partenariat avec eux puisqu'ils nous ont rapportés qu'un « programme moteur », avec seulement des séances vidéo envoyées, n'aurait pas été suffisant (Annexe G). Le deuxième élément était la procédure en série. Nous pensons que le fait de compléter une première série de séances pendant deux semaines et de la répéter une deuxième fois les semaines suivantes, a été décisif au maintien de la motivation des enfants et des parents puisque des 18 participants du début, cinq ont

abandonné avant la fin de la deuxième semaine, puis le nombre de participants est resté à 13 jusqu'à la fin de l'intervention. Il est fort probable que les difficultés rencontrées durant le premier visionnage des premières séances, se sont globalement résorbées durant le deuxième visionnage et que ces progrès immédiats ont encouragé les participants à poursuivre l'intervention.

### 5.3 Retombées et futur de l'étude

#### 5.3.1 Réadaptation motrice et modèle *bottom-up*

Les études sur l'efficacité des interventions découlant du modèle *bottom-up*, axées sur les fonctions, sont peu présentes dans la littérature scientifique, alors même que le TDC tend progressivement à s'expliquer par un défaut fonctionnel du couplage perception-action. Nous nous sommes efforcés de respecter une méthodologie la plus rigoureuse possible dans ce contexte d'épidémie afin de livrer des résultats objectifs. Nous espérons que cette présente étude sera une preuve de la faisabilité de conduire d'autres études en intervention découlant du modèle *bottom-up* afin d'enrichir les recommandations futures sur la réadaptation du TDC.

En effet, même si les recommandations de bonne pratique vont dans le sens des interventions de type *top-down*, plusieurs études d'interventions axées sur les fonctions devront être menées pour fournir suffisamment de preuves de l'efficacité du modèle *bottom-up*. Nous pensons que la présente étude apporte une certaine nuance dans les recommandations actuelles et que les interventions mixtes peuvent avoir aussi un effet bénéfique. Le jugement clinique d'une part, et l'expertise du praticien pour quelconque outil thérapeutique d'autre part, pourraient être tout aussi efficaces à condition qu'ils soient adaptés au niveau de développement de l'enfant et à l'intérêt de celui-ci. Mais pour cela, nous encourageons les praticiens à la démarche

scientifique afin de vérifier ce qu'ils observent dans leurs salles de réadaptation et d'enrichir l'offre de soin des patients.

### 5.3.2 Schéma corporel, psychomotricité et TDC

Les résultats de l'étude semblent nous montrer que la maîtrise du schéma corporel, ayant bénéficié d'un entraînement du couplage perception-action, serait un point d'accès et d'ancrage au développement transversal de capacités motrices, cognitives et affectives. L'exercice des dissociations motrices profiterait à des processus à la fois sensorimoteurs, perceptifs, cognitifs, ou encore affectifs. Même si elles n'étaient pas mesurées, nous pensons fortement que les fonctions attentionnelles et exécutives pourraient profiter également d'une telle pratique. Malheureusement, la présente recherche ne peut s'appuyer sur d'autres études similaires puisqu'aucune autre intervention axée sur le schéma corporel des enfants ayant un TDC n'a été répertoriée.

Le concept psychomoteur qui veut que l'activité intentionnelle d'un individu soit une unité de composantes motrices, cognitives et affectives, semble donc être valable. En effet, à partir d'une seule nature d'activité, soit les dissociations motrices, des améliorations significatives ont été démontrées dans les habiletés motrices (*i.e.*, la dimension motrice), dans l'organisation spatiale (*i.e.*, la dimension cognitive) et dans la perception de soi (*i.e.*, la dimension affective). Cela étant dit, d'autres outils d'évaluation seraient nécessaires pour confirmer les résultats de la présente étude.

Ainsi, en définissant la psychomotricité comme une intervention visant le développement de la logique de l'action, et en délimitant le TDC comme un trouble de la motricité intentionnelle, le schéma corporel serait une fonction psychomotrice clé à soutenir. En effet, en activant le couplage perception-action, l'intégration des représentations sensorimotrices deviendrait plus mature, ce qui rendrait le contrôle moteur anticipé plus précis et en bout de ligne, l'activité intentionnelle de l'individu serait ajustée et adaptée à son environnement.

### 5.3.3 Éducation psychomotrice et évaluation du schéma corporel

Éduquer par le mouvement. Voici une idée répandue depuis des décennies dans la réadaptation pédiatrique et dans l'éducation spécialisée, mais qui demeure généralement méconnue dans la population et qui peine à être appliquée dans l'enseignement scolaire. Néanmoins, à la suite de l'intervention – et donc de la sensibilisation au rôle de l'activité motrice – plus de 75% des parents se disaient être favorables à l'instauration de ce type d'exercices psychomoteurs dans la classe de leurs enfants pour les aider aux apprentissages et 100% des parents recommanderaient l'intervention psychomotrice (Annexe G). Cette approbation parentale et le savoir-faire des praticiens seraient susceptibles d'intéresser le milieu de l'enseignement régulier et de l'adaptation scolaire.

Enfin, il peut être surprenant de constater que les épreuves les plus utilisées dans les études portant sur le schéma corporel, soit les représentations corporelles liées à l'action, sont des tâches statiques telles que l'imagerie motrice et la rotation mentale (Di Vita et *al.*, 2016; Raimo et *al.*, 2019) ou des tâches de contrôle postural (Assaiante et *al.*, 2014). Il serait probablement opportun de créer une épreuve clinique en dynamique, incluant le couplage perception-action et de passation simple, afin d'étudier l'évolution génétique de l'aspect opératoire du schéma corporel. Une tâche standardisée de dissociation motrice semblerait y répondre.

## CONCLUSION

Le schéma corporel n'est pas un seul et unique concept mais peut-être défini différemment selon les modèles. Dans une perspective psychomotrice, le schéma corporel s'exprimerait dans la connaissance sémantique et conceptuelle du corps, dans la représentation consciente et structurale du corps, mais avant tout, dans la maîtrise de la dynamique du corps et de la logique de l'action, faisant de lui, l'ensemble des représentations sensorimotrices permettant le guidage inconscient du geste. Son développement serait étroitement lié au développement moteur et à l'intégration des informations posturales et kinesthésiques, et serait mature à 12 ans parallèlement au contrôle moteur anticipé, à l'imagerie motrice et à la rotation mentale. Chez les enfants ayant un TDC, le développement du schéma corporel semble à risque car ce trouble neurodéveloppemental serait la résultante d'un dysfonctionnement antérieur du couplage perception-action qui perturberait l'intégration des représentations internes et, par conséquent, ne permettrait pas de disposer d'habiletés motrices à la fois adroites, rapides et précises dès lors que la complexité d'une tâche augmenterait.

La recherche décrite dans ce mémoire apporte des évidences scientifiques qu'une intervention psychomotrice dont l'objectif est la rééducation du schéma corporel, peut avoir des effets bénéfiques chez des enfants ayant un TDC. La recherche montre l'importance de considérer cette facette de la motricité et d'étudier plus encore le rôle du schéma corporel dans le TDC. Elle suggère également que des interventions découlant du modèle *bottom-up*, qui ciblent les fonctions et leurs processus, ont toute leur place pour soutenir les enfants ayant un TDC à développer leur motricité et leur organisation psychomotrice.

L'originalité de cette recherche est d'avoir concentré l'intervention psychomotrice sur la dissociation motrice. Des exercices ont été pensés, mis en œuvre dans un contexte de réadaptation à distance, adaptés aux enfants et ont été testés pour leurs effets sur une période 8 semaines seulement. Cette démarche, en dépit de certaines limites dues au contexte, permet de proposer à l'issue de la recherche les grandes lignes d'un modèle explicatif.

L'exercice des dissociations motrices aurait permis de solliciter les liens fonctionnels entre les systèmes moteurs et leurs intégrations sensorielles, soit le couplage perception-action. Plus précisément, l'exploitation indispensable du contrôle rétroactif face à ces situations de contraintes motrices, aurait premièrement précisé l'organisation somatotopique et les représentations topographiques du corps (*i.e.*, l'aspect figuratif), avant de développer et de consolider les représentations sensorimotrices du corps et du mouvement (*i.e.*, l'aspect opératoire). Plus matures, ces dernières auraient en retour, contribué à ajuster les différents contrôles proactifs des exercices proposés d'une part, et joué un rôle significatif dans l'amélioration du post-test d'autre part, en transférant les progrès du contrôle moteur anticipé des dissociations motrices vers les tâches aux épreuves d'habiletés motrices. De plus, les améliorations de la rotation mentale, de la structuration spatiale et de l'image du corps, seraient également consécutives de l'intégration de la géométrie du corps et de sa carte visuo-spatiale plus élaborée. Ainsi, l'aspect affectif du corps serait en partie lié aux perceptions corporelles et à leur conscience, comme le serait également la maîtrise du schéma corporel.

## ANNEXE A

### DÉCRET DE COMPÉTENCE DU PSYCHOMOTRICIEN PAR LE JOURNAL OFFICIEL DE LA RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

#### **Décret n° 88-659 du 6 mai 1988 relatif à l'accomplissement de certains actes de rééducation psychomotrice**

NOR : ASEP8800683D

Le Premier ministre,  
Sur le rapport du ministre des affaires  
sociales et de l'emploi.

Vu le code de la santé publique,  
notamment l'article L. 372 ;

Vu le décret n° 74-112 du 15 février  
1974, modifié notamment par le décret  
n° 85-188 du 7 février 1985, portant  
création du diplôme d'État de  
psychomotricien ;

Vu l'avis de l'Académie nationale de  
médecine ;

Le Conseil d'État (section sociale)  
entendu.

Décète :

*Art. 1er.* - Les personnes remplissant  
les conditions définies aux articles 2 et  
3 ci-après sont habilitées à accomplir,  
sur prescription médicale et après  
examen neuropsychologique du patient

par le médecin, les actes  
professionnels suivants :

1. Bilan psychomoteur.
2. Éducation précoce et stimulation  
psychomotrices.
3. Rééducation des troubles du  
développement psychomoteur ou des  
désordres psychomoteurs suivants au  
moyen de techniques de relaxation  
dynamique, d'éducation gestuelle,  
d'expression corporelle ou plastique et  
par des activités rythmiques, de jeu,  
d'équilibration et de coordination :
  - retards du développement  
psychomoteur ;
  - troubles de la maturation et de la  
régulation tonique ;
  - troubles du schéma corporel ;
  - troubles de la latéralité ;
  - troubles de l'organisation spatio-  
temporelle ;
  - dysharmonies psychomotrices ;
  - troubles tonico-émotionnels ;
  - maladrotesse motrices et gestuelles,  
dyspraxies ;
  - débilité motrice ;
  - inhibition psychomotrice ;
  - instabilité psychomotrice ;

- troubles de la graphomotricité, à l'exclusion de la rééducation du langage écrit.

4. Contribution, par des techniques d'approche corporelle, au traitement des déficiences intellectuelles, des troubles caractériels ou de la personnalité, des troubles des régulations émotionnelles et relationnelles et des troubles de la représentation du corps d'origine psychique ou physique.

*Art. 2.* - Peuvent accomplir les actes professionnels énumérés à l'article 1er les personnes titulaires du diplôme d'État de psychomotricien.

*Art. 3.* - Peuvent également accomplir les actes professionnels énumérés à l'article 1er les salariés ayant exercé, à titre principal et dans les conditions fixées à l'article 1er, l'activité de psychomotricien pendant au moins trois ans au cours des dix années précédant la date de publication du présent décret et qui auront satisfait dans les trois ans suivant cette date à des épreuves de vérification des connaissances.

Les modalités d'organisation, la nature du contenu de ces épreuves ainsi que la composition du jury sont définies par arrêté du ministre chargé de la santé pris après avis du Conseil supérieur des professions paramédicales.

*Art. 4.* - Le ministre des affaires sociales et de l'emploi et le ministre délégué auprès du ministre des affaires sociales et de l'emploi, chargé de la santé et de la famille, sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de

l'exécution du présent décret, qui sera publié au Journal officiel de la République française.

Fait à Paris, le 6 mai 1988.

JACQUES CHIRAC

Par le Premier ministre :

*Le ministre des affaires sociales et de l'emploi,*  
PHILIPPE SÉGUIN

*Le ministre délégué auprès du ministre des affaires sociales et de l'emploi, chargé de la santé et de la famille,*  
MICHÈLE BARZACH

## ANNEXE B

### TERMINOLOGIE DE L'ACTIVITÉ MOTRICE DANS L'ÉDUCATION PRÉSCOLAIRE ET L'ENSEIGNEMENT PRIMAIRE

Mots ciblés	Éducation préscolaire (Document, nombre de citation et extraits)
Psychomotricité; psychomoteur; psychomotrice	<p><b>Tableau synthèse : 0</b></p> <p><b>Programme (4 ans) : 2</b> (<i>Domaines de développement : axe de la psychomotricité; surmonter leurs craintes et d'apprendre à se faire confiance lorsqu'ils exécutent des activités de psychomotricité).</i></p> <p><b>Programme (préscolaire) : 3</b> (<i>Présentation : le programme d'éducation préscolaire incite l'enfant de 4 ou 5 ans à développer des compétences d'ordre psychomoteur; Agir avec efficacité dans différents contextes sur le plan sensoriel et moteur : cette compétence contribue au développement psychomoteur; Mener à terme une activité ou un projet : stratégies motrices et psychomotrices.</i></p>
Corps; corporel; schéma corporel	<p><b>Tableau synthèse : 0</b></p> <p><b>Programme (4 ans) : 9</b> (<i>Domaine physique et moteur : explorer les diverses possibilités de leur corps et posent des gestes qui sont étroitement liés à leurs intentions; parvenir à dissocier des mouvements entre les différentes parties de leur corps; Axe de la psychomotricité – Se représenter son schéma corporel : pointer et nommer les principales parties de son corps; découvrir son corps et ses possibilités d'action; se sentir à l'aise avec son corps; expérimenter différentes orientations de son corps dans l'espace et de ses membres, etc.).</i></p> <p><b>Programme (préscolaire) : 7</b> (<i>Agir avec efficacité dans différents contextes sur le plan sensoriel et moteur : il découvre les diverses réactions et possibilités de son corps, et se sensibilise à l'importance d'en prendre soin et d'agir en toute sécurité; l'enfant prend de plus en plus conscience de son corps et de ses</i></p>

	<p>sens et en découvre les possibilités par la pratique d'une variété d'actions motrices et sensorielles dans différentes situations; il pose des gestes plus précis, apprend à utiliser les outils et le matériel à sa disposition et acquiert une certaine aisance corporelle; porter attention à ses réactions sensorielles et corporelles, etc.).</p>
<p>Motricité; moteur; mouvement</p>	<p><b>Tableau synthèse</b> : 1 (<i>Compétences de nature transversale</i> : agir avec efficacité dans différents contextes sur le plan sensoriel et moteur).</p> <p><b>Programme (4 ans)</b> : 27 (<i>Domaine physique et moteur</i> : posséder une coordination et un équilibre suffisants pour synchroniser leurs mouvements; <i>Axe de la psychomotricité – Se représenter son schéma corporel</i> : reproduire différents gestes, déplacements ou mouvements; <i>Axe de la psychomotricité – Exercer sa motricité globale</i> : adapte un mouvement en fonction de la situation; freiner et contrôler ses mouvements; <i>Axe de la psychomotricité – Expérimenter l'organisation spatiale et temporelle</i> : reproduire des séquences de mouvements, etc.).</p> <p><b>Programme (préscolaire)</b> : 19 (<i>Présentation</i> : mettre à l'épreuve ses capacités et développer ses habiletés motrices; <i>Agir avec efficacité dans différents contextes sur le plan sensoriel et moteur</i> : cette compétence n'a pas de lien direct avec les compétences transversales. Cependant, selon la nature des expériences sensorielles ou motrices, les enfants seront appelés à exercer leur pensée créatrice, à résoudre une situation ou à se grouper en équipes; l'aisance acquise dans ses gestes et ses mouvements le prépare aux apprentissages qui exigent plus de coordination et de dextérité; expérimenter des actions de motricité globale et de motricité fine; <i>Mener à terme une activité ou un projet</i> : par la diversité et l'envergure de ses projets, il apprend à mobiliser ses compétences cognitives, motrices, langagières, affectives et sociales en fonction du but à atteindre, etc.).</p>
<p>Activité physique; éducation physique</p>	<p><b>Tableau synthèse</b> : 0</p> <p><b>Programme (4 ans)</b> : 2 (<i>Présentation</i> : le développement d'habiletés physiques et motrices [...] constitue un facteur important de la réussite éducative; domaine physique et moteur).</p> <p><b>Programme (préscolaire)</b> : 2 (<i>Agir avec efficacité dans différents contextes sur le plan sensoriel et moteur</i> : par les jeux d'action et la pratique quotidienne d'activités physiques, l'enfant développe ses sens et ses habiletés de motricité globale et de motricité fine; <i>Mener à terme une activité ou un projet</i> : les</p>

	habitudes de vie et leurs effets sur la santé (ex. : hygiène, activité physique, alimentation).
--	---

Mots ciblés	Enseignement primaire (Document, nombre de citation et extraits)
Psychomotricité; psychomoteur; psychomotrice	<b>Tableau synthèse : 0</b> <b>Présentation générale : 0</b> <b>Compétences transversales : 0</b>
Corps; corporel; schéma corporel	<b>Tableau synthèse : 0</b> <b>Présentation générale : 0</b> <b>Compétences transversales : 0</b>
Motricité; moteur; mouvement	<b>Tableau synthèse : 0</b> <b>Présentation générale : 0</b> <b>Compétences transversales : 0</b>
Activité physique; éducation physique	<b>Tableau synthèse : 2</b> ( <i>Domaine du développement de la personne : agir dans divers contextes de pratique d'activités physiques; interagir dans divers contextes de pratique d'activités physiques</i> ). <b>Présentation générale : 0</b> <b>Compétences transversales : 1</b> ( <i>Coopérer : l'enseignement [...] de l'éducation physique prête à la conception de situations pédagogiques où l'élève est appelé à travailler en coopération. C'est alors pour lui l'occasion d'apprendre à planifier et à réaliser une action avec d'autres, d'apprendre la discussion en groupe et la concertation dans l'action en vue d'un objectif commun, avec tout ce que cela implique d'adaptation à la situation, de reconnaissance de l'apport de chacun, de sens de l'organisation et de sens du partage</i> ).

## ANNEXE C

### LE TDC SELON LES CLASSIFICATIONS DE L'OMS

*CIM-10 : Troubles mentaux et comportementaux > Troubles du développement psychologiques > Trouble spécifique du développement moteur*

Altération sévère du développement de la coordination motrice, non imputable exclusivement à un retard mental global ou à une affection neurologique spécifique, congénitale ou acquise. Dans la plupart des cas, un examen clinique détaillé permet toutefois de mettre en évidence des signes traduisant une immaturité significative du développement neurologique, par exemple des mouvements choréiformes des membres, des syncinésies d'imitation, et d'autres signes moteurs associés, ainsi que des perturbations de la coordination motrice fine et globale.

Inclusions : débilité motrice de l'enfant; dyspraxie de développement; trouble de l'acquisition de la coordination.

Exclusions : anomalies de la démarche et de la motilité; manque de coordination secondaire à un retard mental.

*CIM-11 : Troubles mentaux, comportementaux ou neurodéveloppementaux > Troubles neurodéveloppementaux > Trouble développemental de la coordination motrice*

Le trouble de la coordination motrice du développement se caractérise par un retard important dans l'acquisition de la motricité globale et fine et par une altération de l'exécution des capacités motrices coordonnées qui se manifeste par une maladresse, une lenteur ou une imprécision des performances motrices. Les capacités de coordinations motrices sont nettement inférieures à celles attendues compte tenu de l'âge chronologique et du niveau de fonctionnement intellectuel de l'individu.

Les troubles de la coordination motrice apparaissent au cours de la période de développement et se manifestent généralement dès la petite enfance. Les difficultés de coordinations motrices entraînent des limitations significatives et persistantes du fonctionnement (par exemple dans les activités de la vie quotidienne, le travail scolaire, les activités professionnelles et les loisirs). Les difficultés de coordination motrice ne sont pas uniquement attribuables à une maladie du système nerveux, du système musculosquelettique ou du tissu conjonctif, à une déficience sensorielle, et ne s'expliquent pas mieux par un trouble du développement intellectuel.

Synonymes : trouble développemental de la coordination; trouble spécifique du développement de la fonction motrice; le syndrome de « l'enfant maladroit »; dyspraxie développementale.

Inclusions : trouble de la coordination motrice orofaciale.

Exclusions : anomalies de la démarche et de la mobilité; maladies du système musculosquelettique ou du tissu conjonctif; maladies du système nerveux.

## ANNEXE D

### DESCRIPTIF DES EXERCICES PSYCHOMOTEURS

#### A. Contrainte temporelle

*Séance 1A/1B* : Marcher.

*Séance 5A/5B* : Marcher sur place.

*Séance 2A/2B* : Marcher sur le côté en levant les bras sur les côtés à chaque pas (descendre les bras lorsque les pieds se rejoignent).

*Séance 6A/6B* : Courir sur place.

*Séance 3A/3B* : Debout, poser un pied au sol devant et frapper des mains sur chaque temps.

*Séance 7A/7B* : Sauter sur place, un saut pieds-joints suivi de deux sauts à cloche-pied sur chaque temps – Répéter en changeant de jambe.

*Séance 4A/4B* : Debout, lever un genou et poser la main opposée dessus sur chaque temps.

*Séance 8A/8B* : Sauter sur place, une jambe vers l'avant, l'autre vers l'arrière – Répéter en alternant les jambes.

#### B. Contrainte spatiale

*Séance 1A/1B* : Position de départ : debout, pieds joints, mains posées sur les épaules – Jambe droite tendue vers l'avant, bras droit levé vers le côté – Jambe droite tendue vers le côté, bras droit levé vers l'avant, bras gauche levé vers le haut – Retour à la position de départ – Répéter en inversant les côtés.

*Séance 2A/2B* : Position de départ : debout et bras le long du corps – Genou droit levé, mains posées sur les épaules – Genou gauche levé, bras droit levé sur le côté, tête tournée vers la droite – Genou droit levé, bras gauche levé sur le côté, tête tournée vers la gauche, bras droit toujours levé

sur le côté – Genou gauche levé, bras le long du corps, tête droite – Répéter.

*Séance 3A/3B* : Position de départ : debout, pieds joints, mains posées sur les épaules – Jambe gauche tendue vers l'avant, bras droit levé vers l'avant – Jambe gauche tendue vers le côté, bras droit levé vers le haut, bras gauche levé vers l'avant – Jambe gauche en position de départ, bras droit en position de départ, bras gauche vers le haut – Retour à la position de départ – Répéter.

*Séance 4A/4B* : Position de départ : debout, pieds joints, mains posées sur les épaules – Jambe droite tendue vers le côté, bras levés vers l'avant – Jambe droite croisée vers le côté inverse, bras posés sur les épaules – Jambe droite tendu vers le côté, bras gauche levé vers le côté – Retour à la position de départ – Répéter en inversant les côtés.

*Séance 5A/5B* : (1) Assis en indien – Taper une fois des deux mains sur les genoux – Taper une fois de la main droite – Taper une fois des deux mains – Taper une fois de la main gauche – Répéter. (2) Debout – Lever un genou et ouvrir les bras sur les côtés – Poser le pied et fermer les bras (bras le long du corps) – Répéter en inversant le genou – Arrêter le mouvement d'un bras, d'une jambe ou des deux suivant la consigne donnée.

*Séance 6A/6B* : (1) Mains fermées – Ouvrir la main droite avec les doigts joints et la main gauche avec les doigts écartés – Mains fermées – Répéter en inversant les côtés. (2) Debout, sauter en ouvrant les jambes sur les côtés et en les refermant, mains jointes devant soi – Faire quatre sauts en associant l'ouverture et la fermeture des bras à celles des jambes – Faire quatre sauts en opposant l'ouverture et la fermeture des bras à celles des jambes – Répéter les deux types de saut.

*Séance 7A/7B* : (1) Toucher le bout de chaque doigt avec le pouce d'une main et faire le mouvement des marionnettes de l'autre main – Inverser. (2) Debout, face à un mur – Glisser la main droite contre le mur de bas en haut, cogner sur le mur avec le poing gauche et tendre la jambe droite vers l'avant, le côté, l'arrière – Répéter en inversant le côté de chaque action.

*Séance 8A/8B* : (1) Toucher simultanément l'index et le majeur avec le pouce de chaque main – Une main répète la séquence pendant que l'autre la poursuit avec l'annulaire et l'auriculaire. (2) Assis sur le sol, jambes allongées devant – Balancer les pieds vers la droite et frapper des mains – Balance les pieds vers la gauche en pinçant le nez avec la main droite et touchant l'oreille droite avec la main gauche – Répéter l'ensemble en inversant les côtés des mains et de l'oreille. (3) *Floss dance* (facultatif).

### C. Contrainte tonique

*Séance 1A/1B* : Posture debout, sachet sur la tête – Poser un genou au sol puis le deuxième – Poser les mains au sol (position à quatre pattes) – Position assis-plage – Tendre les jambes devant – Retour inversé à la posture initiale.

*Séance 2A/2B* : Assis en indien, sachet sur la tête – Tendre les jambes devant – Position assis-plage – Position à quatre pattes – Se relever sur les genoux – Plier un genou et poser un pied devant – Poser le coude sur le genou levé et le menton sur le poignet – Retour inversé à la posture initiale.

*Séance 3A/3B* : Allongé en position du sphinx, sachet sur la tête – Position à quatre pattes – Position assis-plage – Position en indien – Retour inversé à la posture initiale.

*Séance 4A/4B* : Debout, sachet sur la tête – Assis en indien – Allongé sur le dos en appui sur les coudes – Retournement sur le côté – Allongé en position du sphinx – Retour inversé à la posture initiale.

*Séance 5A/5B* : Debout, sachet sur la tête – Pose les genoux au sol – Position à quatre pattes – Lever un bras et la jambe opposée (extension du dos) – Inverser – Position du sphinx – Retournement sur le côté – S’asseoir en

appui sur une main, un genou plié, et l’autre main sur ce genou, l’autre jambe allongée – Retour inversé à la posture initiale.

*Séance 6A/6B* : Debout, sachet sur la tête – Position accroupi – Basculer vers l’arrière et rester en appui au sol avec les mains et les pieds (fesses décollées du sol) – Lever un bras et la jambe opposée (flexion du dos) – Inverser – Retournement sur le côté et position de la planche – Allongé sur le ventre en position du parachute (extension du dos et des membres) – Retour inversé à la posture initiale.

*Séance 7A/7B* : Debout, un plateau avec une balle tenu à plat de la main préférée – Poser les genoux au sol – Faire six « pas » en avant et six autres en arrière – Assis talons-fesses, assis-plage puis sur les fesses avec les jambes allongées devant – Faire le tour de soi assis en ouvrant et en refermant les jambes – Retour inversé à la posture initiale.

*Séance 8A/8B* : Allongé sur le dos, une jambe levée avec un sachet posé sur la voûte plantaire – Retournement sur le côté – Allongé sur le ventre – Deuxième retournement sur le côté – Allongé sur le dos – Retour inversé à la posture initiale.

## ANNEXE E

### QUESTIONNAIRE SUR LA PERCEPTION DE SOI

Pour chaque item, l'enfant devait choisir son groupe d'enfants (*i.e.*, un groupe positif ou un groupe négatif) puis répondre si cela était un peu vrai ou très vrai pour lui.

#### A. Questions sur l'estime de soi (traduites du SPPC):

- *Item 4* : Certains enfants sont souvent insatisfaits d'eux-mêmes **MAIS** D'autres enfants sont plutôt contents d'eux-mêmes.
- *Item 8* : Certains enfants n'aiment pas la façon dont ils conduisent leur vie **MAIS** D'autres enfants sont contents de la manière dont ils mènent leur vie.
- *Item 12* : Certains enfants sont contents d'eux-mêmes en tant que personnes **MAIS** D'autres enfants ne sont pas contents d'eux-mêmes.
- *Item 16* : Certains enfants aiment le genre de personne qu'ils sont **MAIS** D'autres enfants souhaitent souvent être quelqu'un d'autre.
- *Item 20* : Certains enfants sont très contents d'être comme ils sont **MAIS** D'autres enfants souhaitent être différents.
- *Item 24* : Certains enfants ne sont pas très contents de la façon dont ils font beaucoup de chose **MAIS** D'autres enfants pensent que la manière dont ils font les choses est correcte.

#### B. Questions sur l'apparence physique (traduites du SPPC) :

- *Item 2* : Certains enfants sont contents de leur apparence **MAIS** D'autres enfants ne sont pas contents de leur apparence.
- *Item 6* : Certains enfants sont contents de leur taille et de leur poids **MAIS** D'autres enfants souhaitent que leur taille et leur poids soient différents.
- *Item 10* : Certains enfants souhaitent que leur corps soit différent **MAIS** D'autres enfants aiment leur corps comme il est.
- *Item 14* : Certains enfants souhaitent que leur apparence physique soit différente **MAIS** D'autres enfants aiment leur apparence physique comme elle est.

- *Item 18*: Certains enfants souhaitent que quelque chose dans leur visage ou leurs cheveux soit différent **MAIS** D'autres enfants aiment leur visage et leurs cheveux comme ils sont
- *Item 22*: Certains enfants pensent qu'ils sont beaux **MAIS** D'autres enfants ne pensent pas qu'ils sont beaux.

C. Questions sur la compétence athlétique (traduites du SPPC) :

- *Item 1* : Certains enfants vont très bien dans plusieurs types de sport **MAIS** D'autres enfants pensent qu'ils ne sont pas très bien dans les sports.
- *Item 5*: Certains enfants souhaitent pouvoir être mieux dans les sports **MAIS** D'autres enfants ressentent qu'ils sont assez bons dans les sports.
- *Item 9*: Certains enfants pensent pouvoir faire n'importe quelle activité physique sans l'avoir essayée **MAIS** D'autres enfants ont peur de ne pas pouvoir bien faire les activités qu'ils n'ont pas encore essayées.
- *Item 13*: Certains enfants pensent qu'ils sont meilleurs que les autres enfants de leur âge dans les sports **MAIS** D'autres enfants ne pensent pas pouvoir jouer assez bien.
- *Item 17*: Dans les jeux et sports, certains enfants regardent au lieu de jouer **MAIS** D'autres enfants jouent d'habitude à la place de regarder.
- *Item 21*: Certains enfants sont bons dans les nouveaux jeux extérieurs **MAIS** D'autres enfants ne sont pas bons tout de suite dans les nouveaux jeux.

D. Questions sur la compétence psychomotrice (inspirées du SPPC et en lien avec l'intervention) :

- *Item 3* : Certains enfants pensent qu'ils sont maladroits **MAIS** D'autres enfants pensent qu'ils sont adroits et précis.
- *Item 7*: Certains enfants sont déçus et tristes de ne pas avoir réussi un défi **MAIS** D'autres enfants sont contents d'avoir essayé même s'ils ne sont pas allés jusqu'à la fin.
- *Item 11*: Certains enfants maîtrisent leurs mouvements et ce qu'ils font **MAIS** D'autres enfants ne maîtrisent pas bien leur corps et font souvent des erreurs sans le vouloir.
- *Item 15*: Certains enfants ont peur d'essayer de nouvelles activités **MAIS** D'autres enfants n'ont pas peur d'essayer quelque chose de nouveau.
- *Item 19*: Certains enfants continuent leurs efforts même quand c'est difficile **MAIS** D'autres enfants préfèrent abandonner quand c'est compliqué.
- *Item 23*: Certains enfants ne comprennent pas bien leur corps et ont de la difficulté à savoir ce qu'ils peuvent faire avec **MAIS** D'autres enfants comprennent bien leur corps et savent comment contrôler leurs mouvements.

## ANNEXE F

### TESTS DE CORRÉLATION ENTRE LES SCORES D'ÉVOLUTION ET LES SCORES INITIAUX

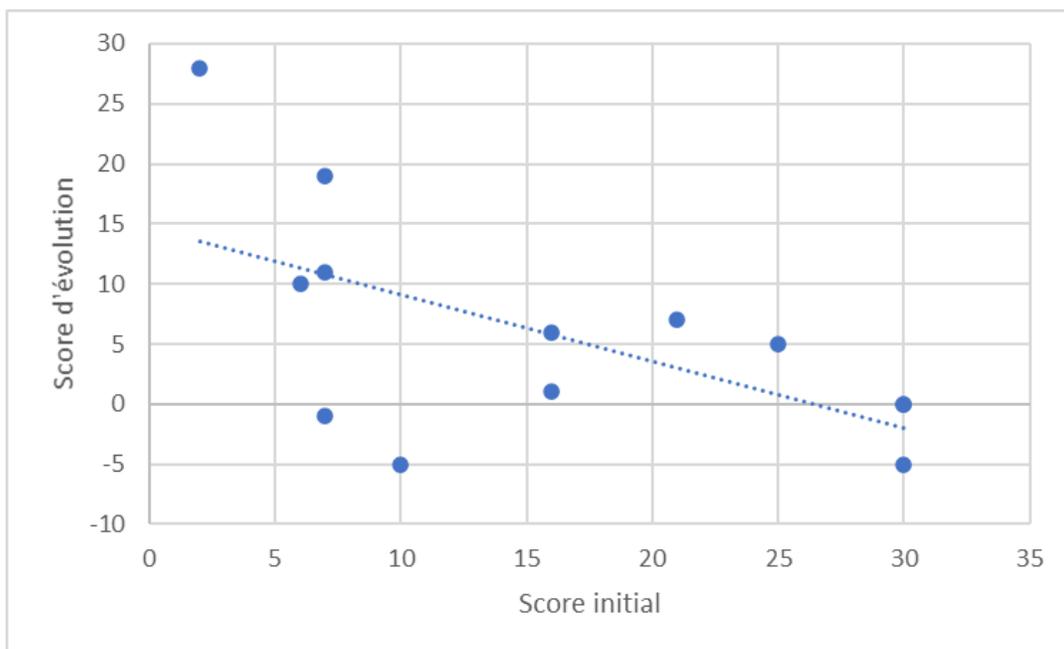


Figure 6.1 : Test de corrélation entre le score d'évolution et le score initial à l'épreuve d'équilibre avec les yeux ouverts ( $\rho = -0,608$ ;  $p = 0,027$ ).

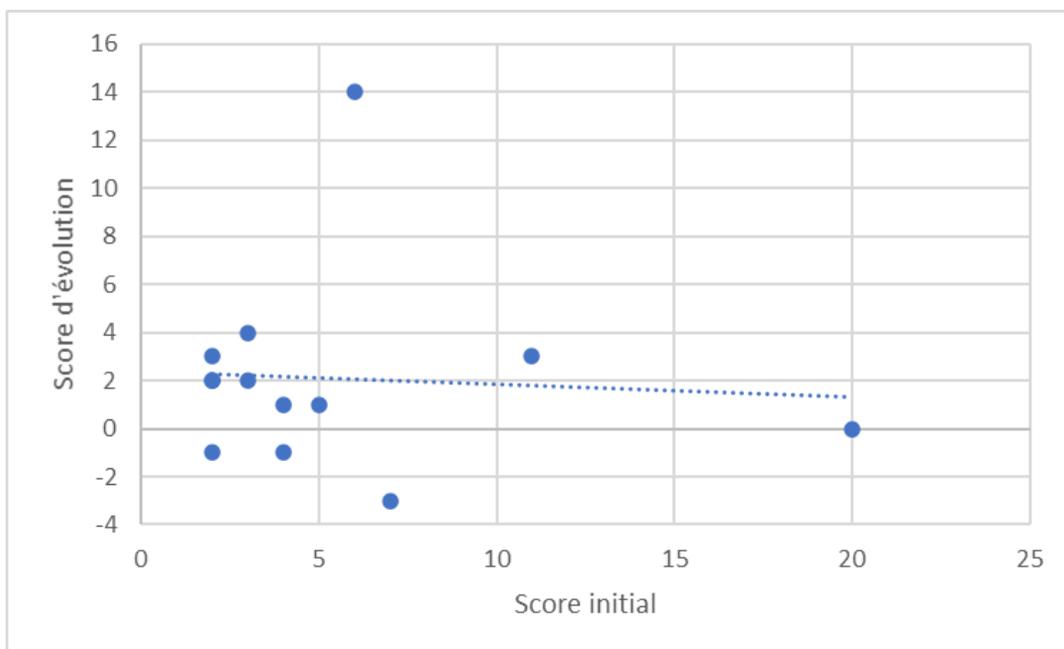


Figure 6.2 : Test de corrélation entre le score d'évolution et le score initial à l'épreuve d'équilibre avec les yeux fermés ( $\rho = -0,147$ ;  $p = 0,633$ ).

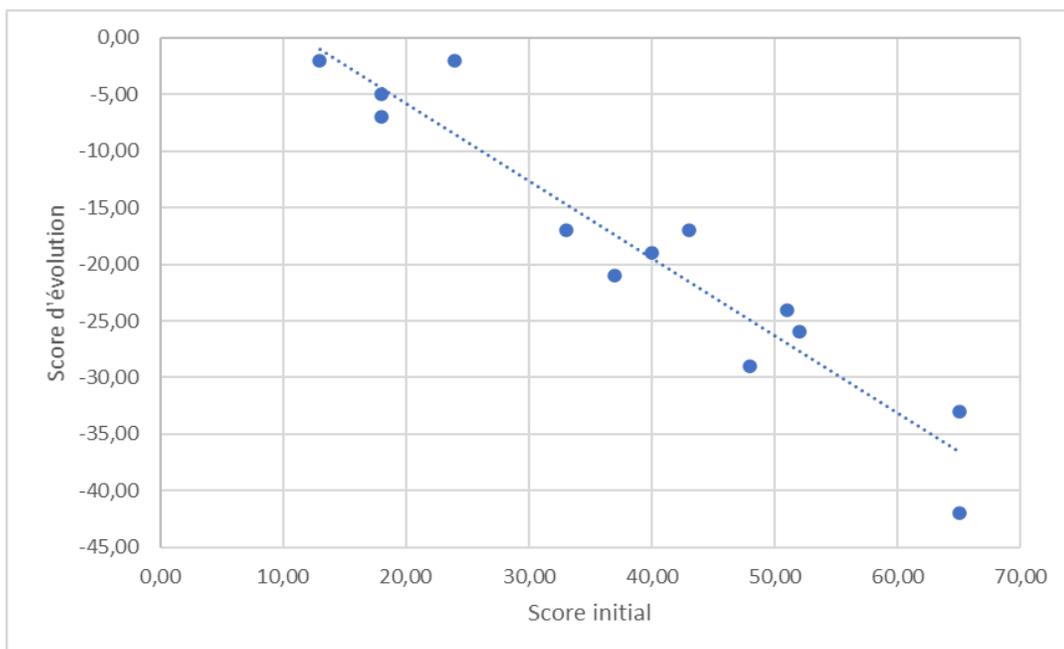


Figure 6.3 : Test de corrélation entre le score d'évolution et le score initial à l'épreuve de coordination avec les yeux ouverts ( $\rho = -0,928$ ;  $p < 0,001$ ).

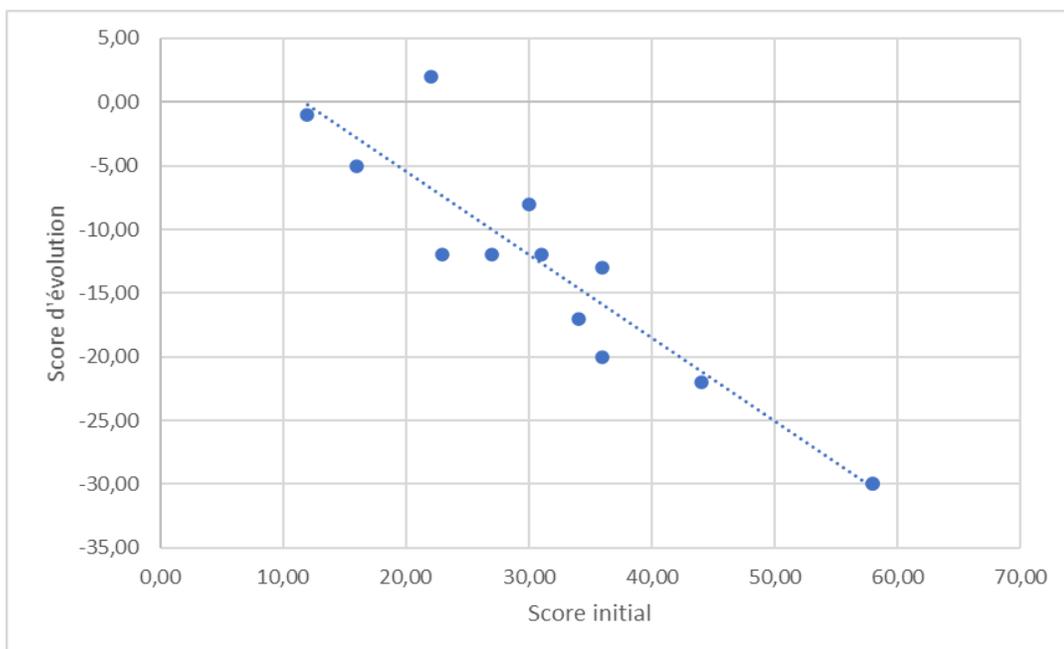


Figure 6.4 : Test de corrélation entre le score d'évolution et le score initial à l'épreuve de coordination avec les yeux fermés ( $\rho = -0,946$ ;  $p < 0,001$ ).

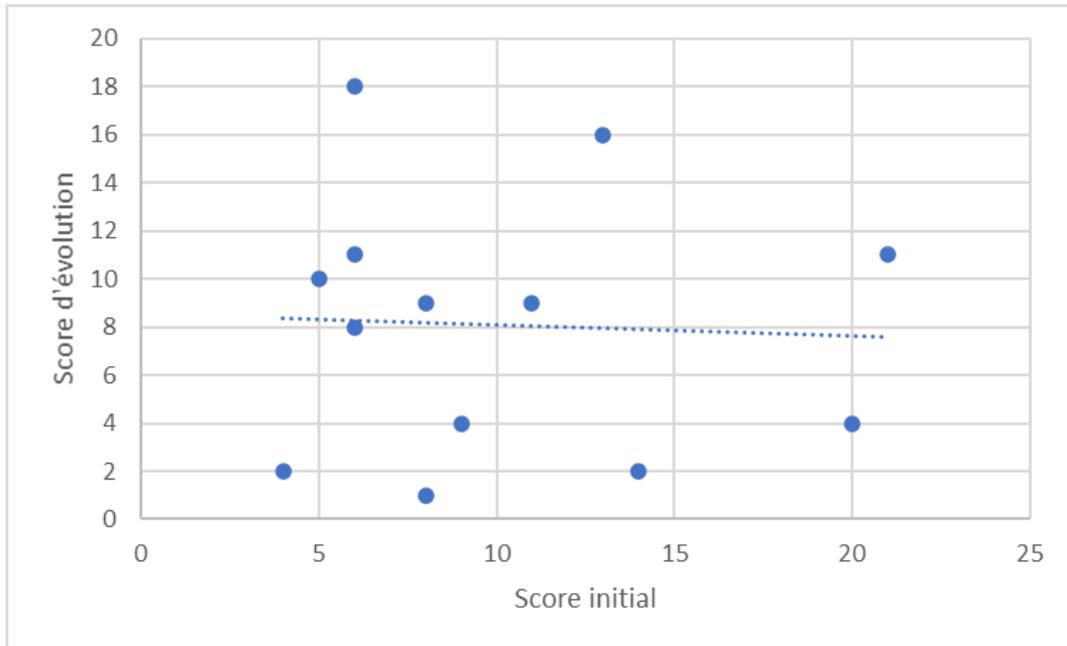


Figure 6.5 : Test de corrélation entre le score d'évolution et le score initial à l'épreuve de saut avec les yeux ouverts ( $\rho = -0,010$ ;  $p = 0,975$ ).

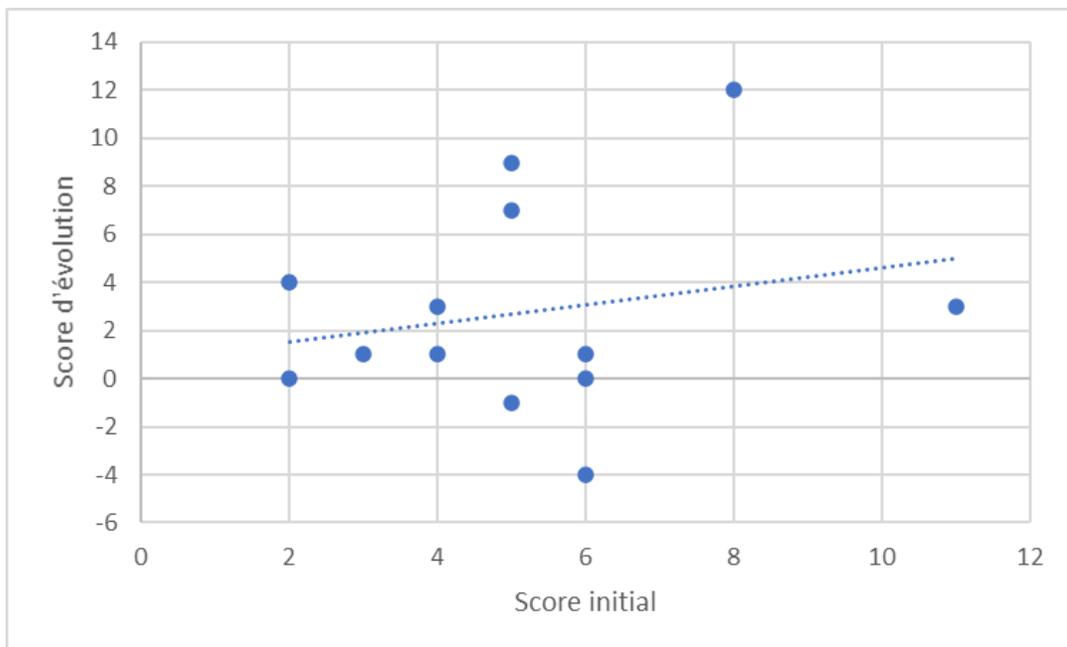


Figure 6.6 : Test de corrélation entre le score d'évolution et le score initial à l'épreuve de saut avec les yeux fermés ( $\rho = 0,073$ ;  $p = 0,813$ ).

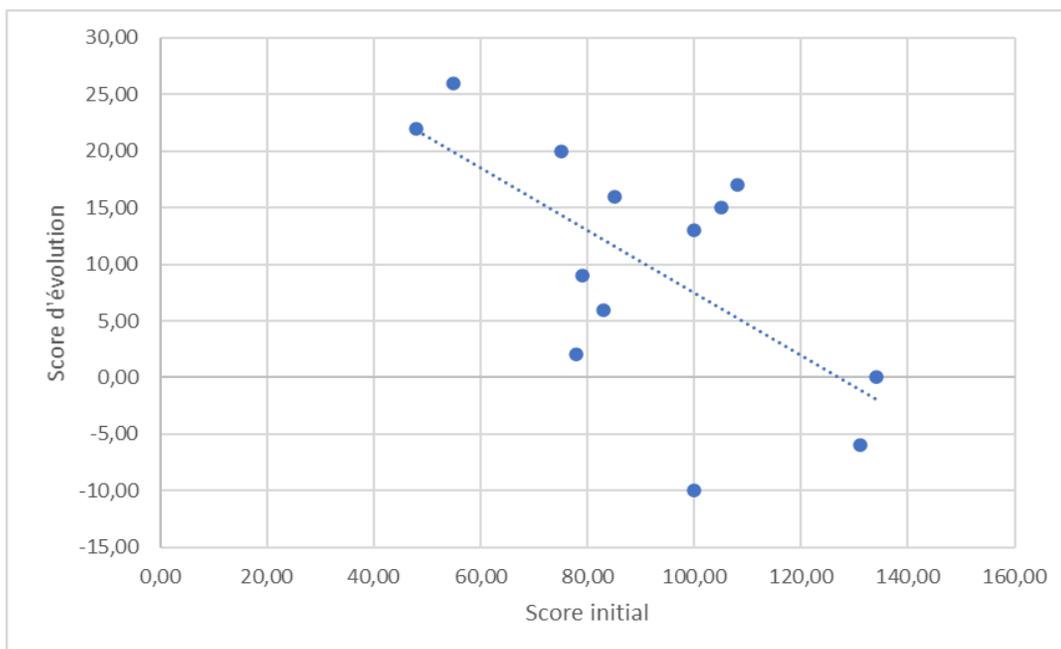


Figure 6.7 : Test de corrélation entre le score d'évolution et le score initial à l'épreuve de rapidité visuo-manuelle ( $\rho = -0,583$ ;  $p = 0,036$ ).

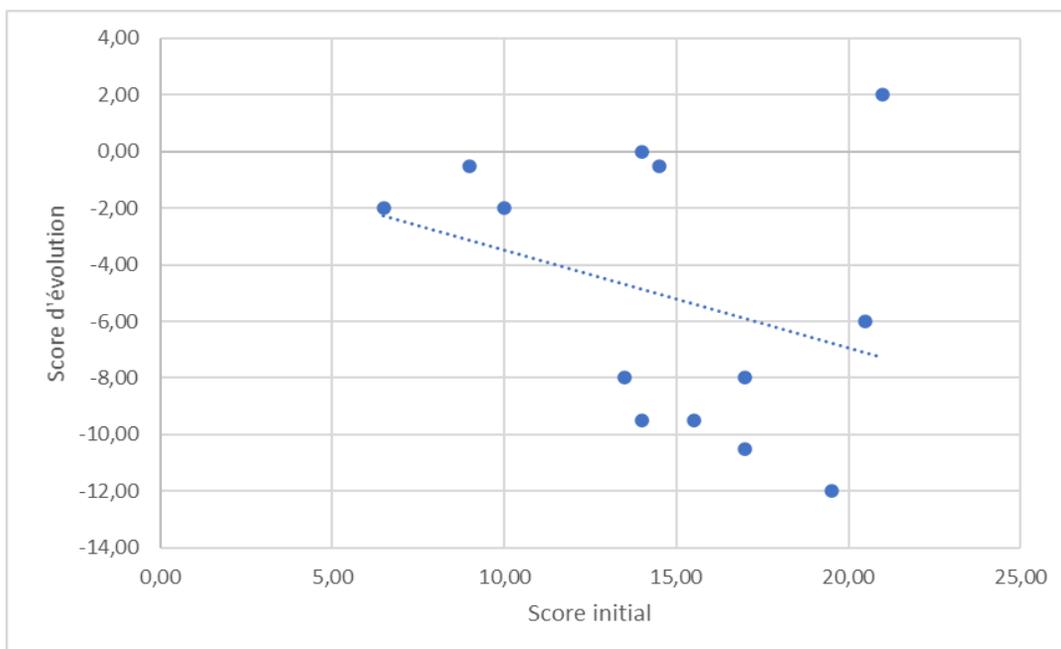


Figure 6.8 : Test de corrélation entre le score d'évolution et le score initial à l'épreuve de précision visuo-manuelle ( $\rho = -0,211$ ;  $p = 0,490$ ).

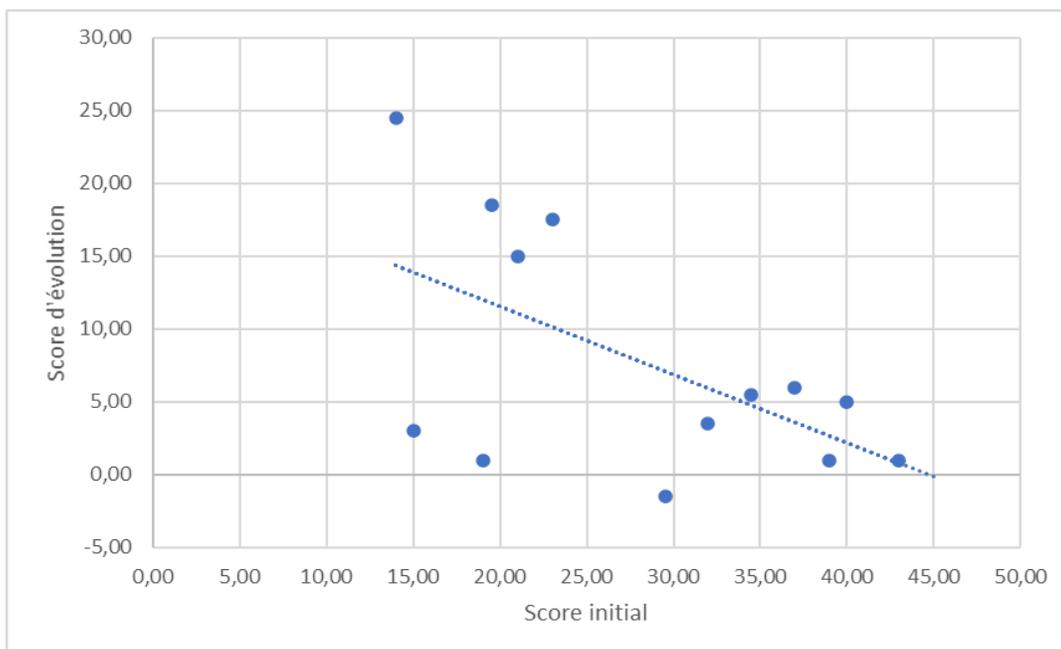


Figure 6.9 : Test de corrélation entre le score d'évolution et le score initial à l'épreuve de rotation mentale ( $\rho = -0,376$ ;  $p = 0,206$ ).

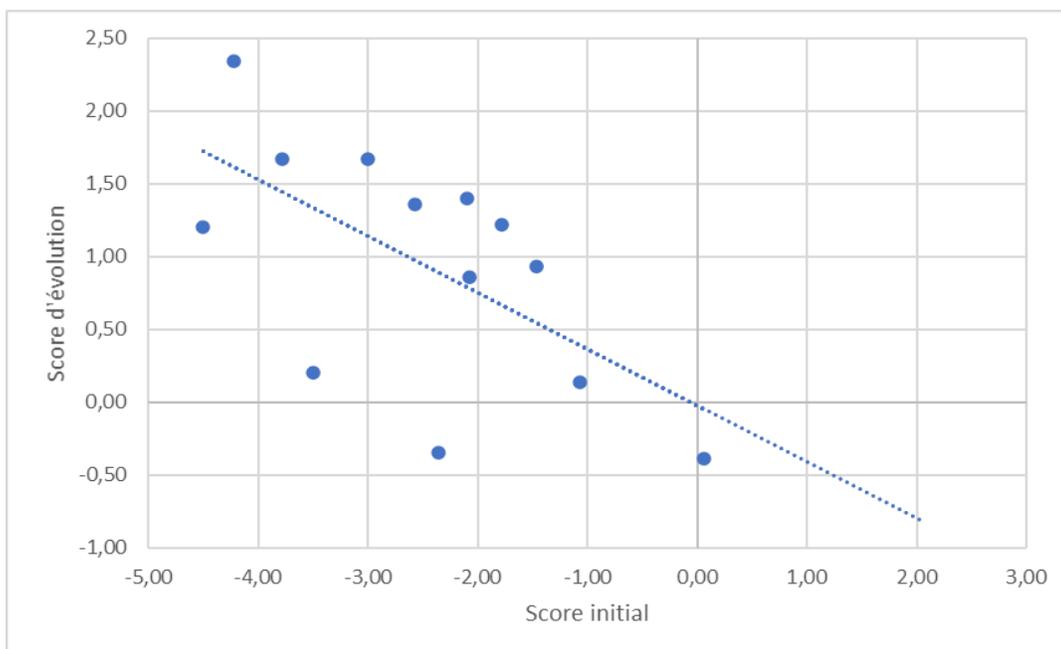


Figure 6.10 : Test de corrélation entre le score d'évolution et le score initial à l'épreuve de structuration spatiale avec reproduction en copie ( $\rho = -0,594$ ;  $p = 0,032$ ).

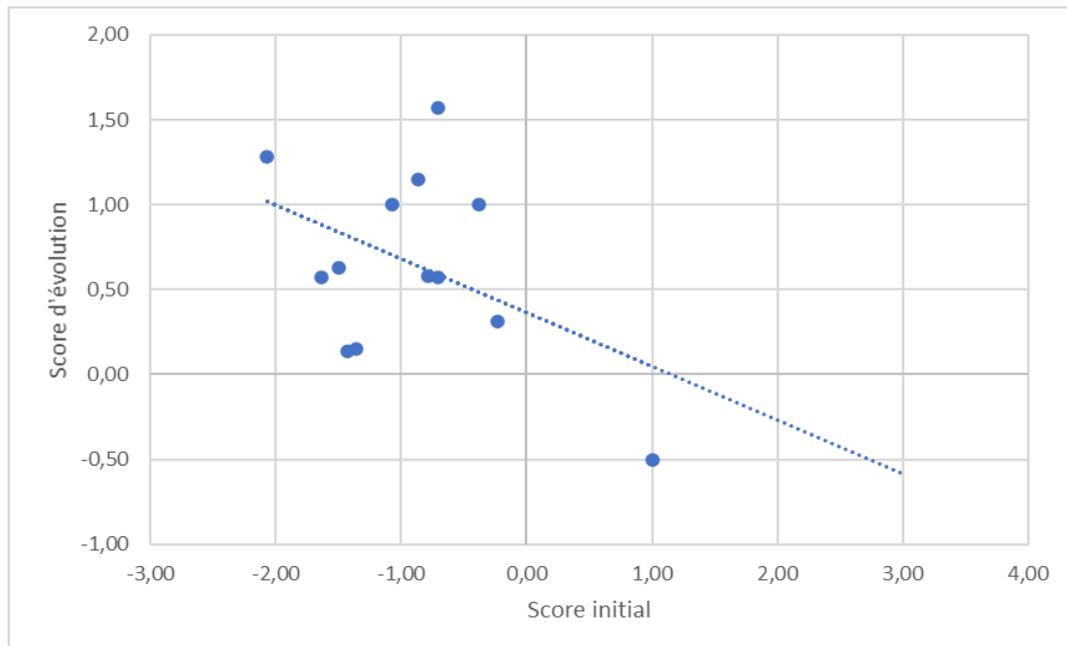


Figure 6.11 : Test de corrélation entre le score d'évolution et le score initial à l'épreuve de structuration spatiale avec reproduction en mémoire ( $\rho = -0,197$ ;  $p = 0,512$ ).

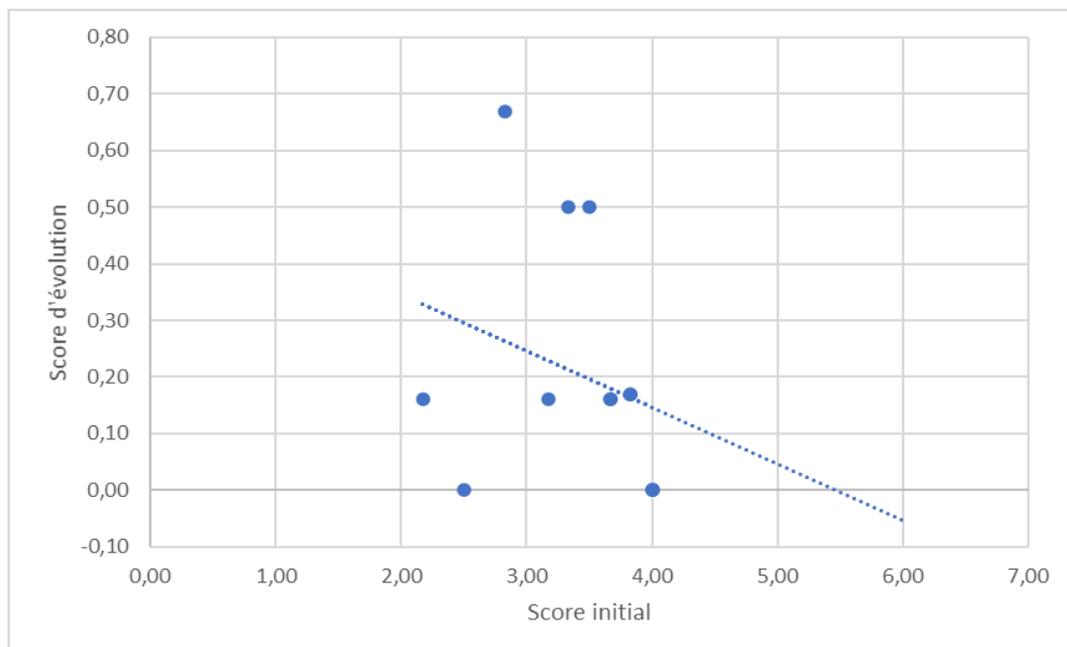


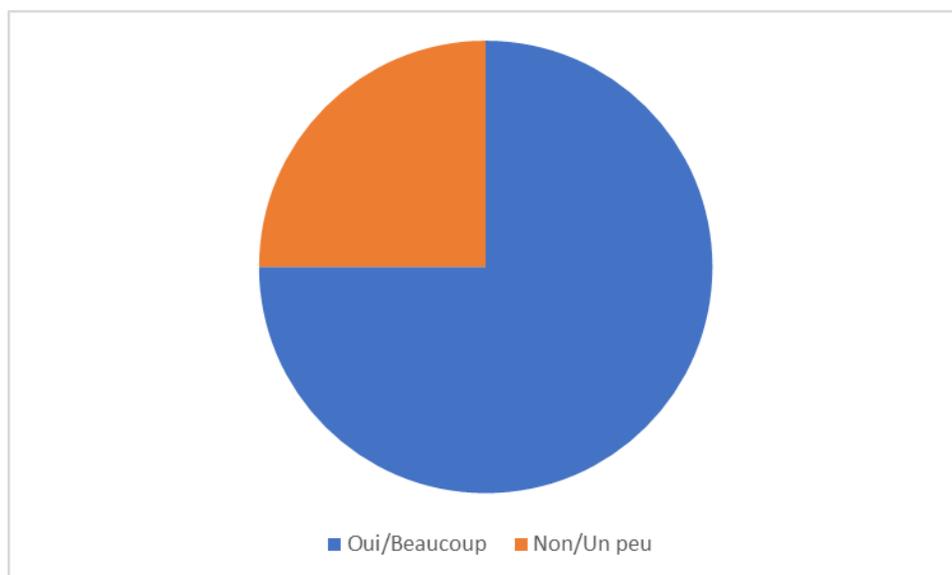
Figure 6.12 : Test de corrélation entre le score d'évolution et le score initial aux questions sur l'apparence physique ( $\rho = -0,377$ ;  $p = 0,204$ ).

## ANNEXE G

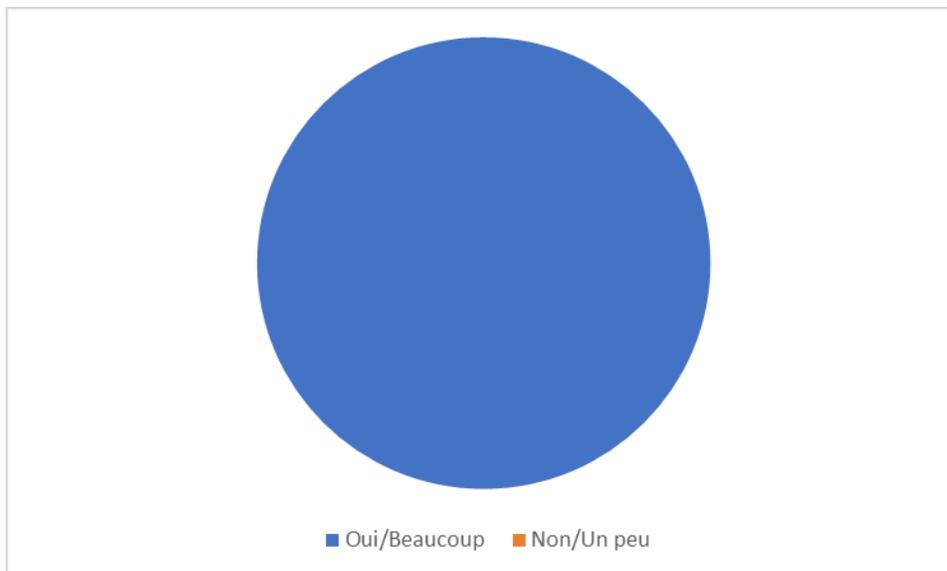
### QUESTIONS SUR LE RETOUR D'EXPÉRIENCE

#### A. Questions pour les enfants (n=12)

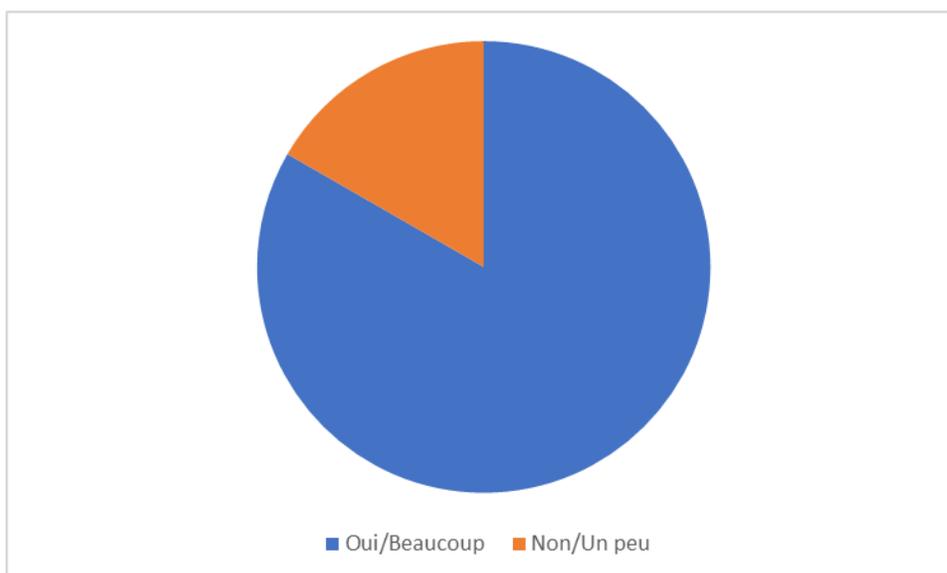
« As-tu eu du plaisir ou de l'amusement à faire les exercices? » :



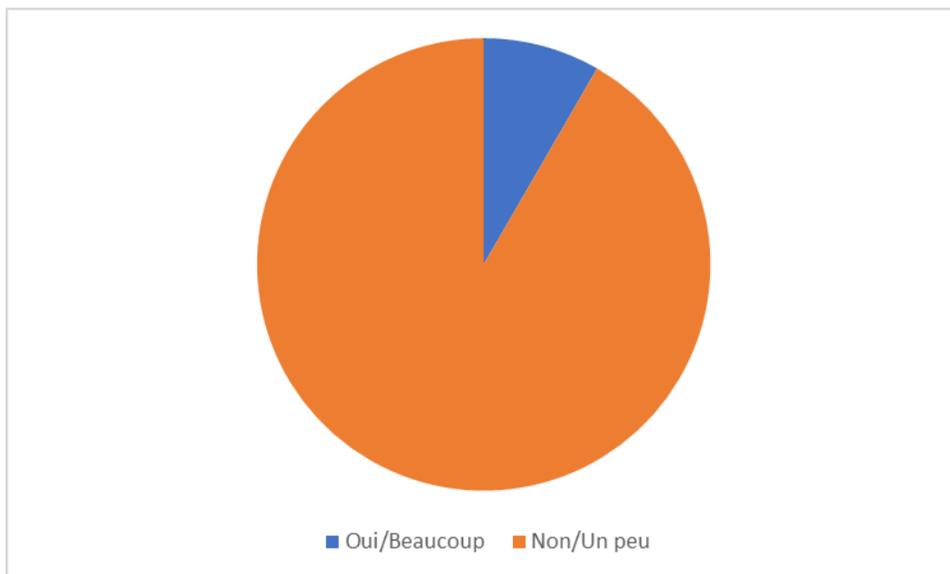
« As-tu apprécié partager les exercices avec papa ou avec maman? » :



« Penses-tu que les exercices ont amélioré ta motricité? » :

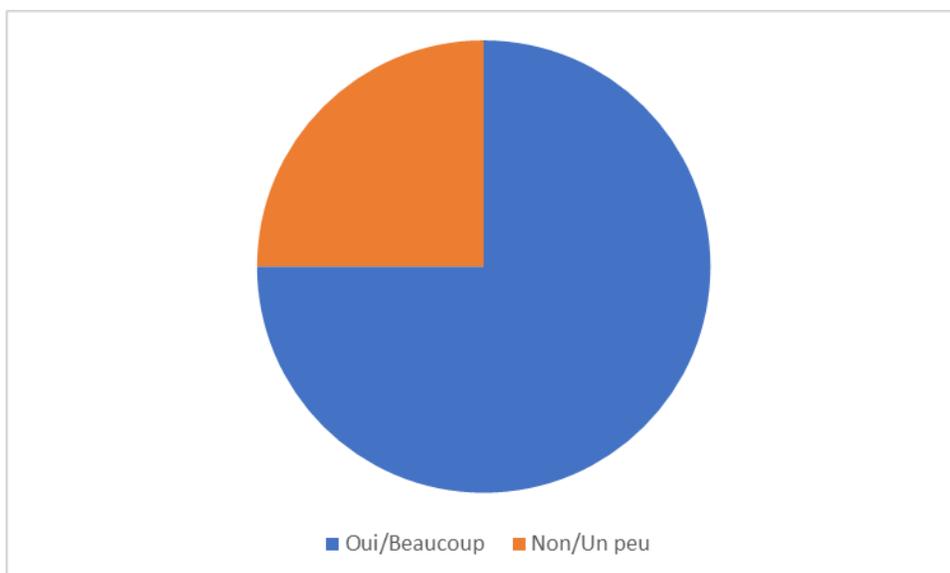


« Les exercices t'ont-ils motivé à vouloir participer d'avantage à l'école ou aux activités sportives? » :

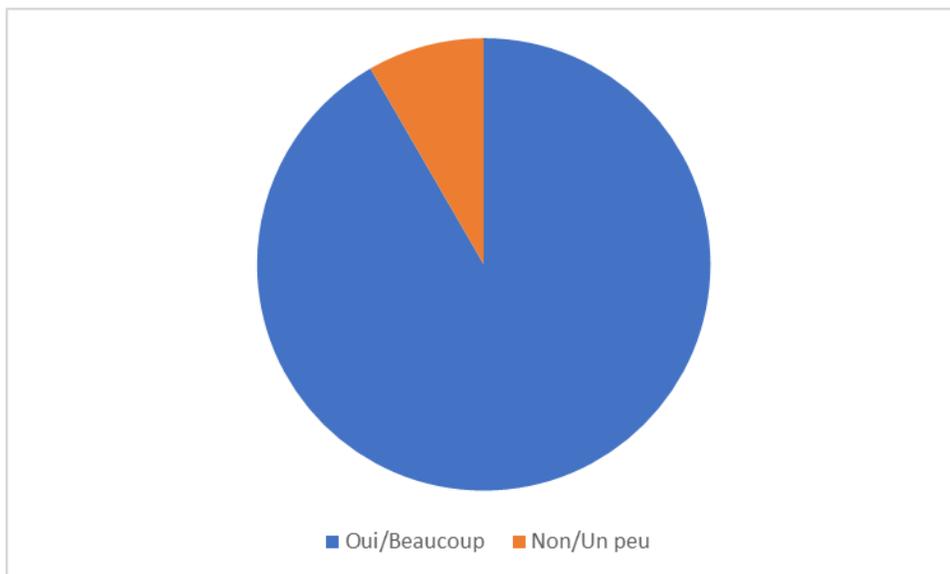


#### B. Questions pour les parents (n=12)

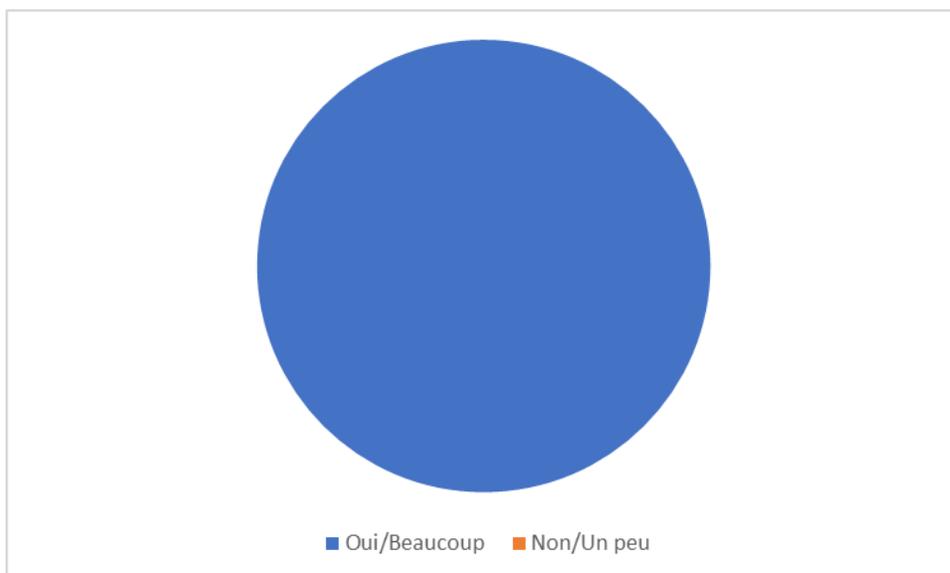
« L'intervention vous a-t-elle permis d'avoir un autre regard sur votre enfant? » :



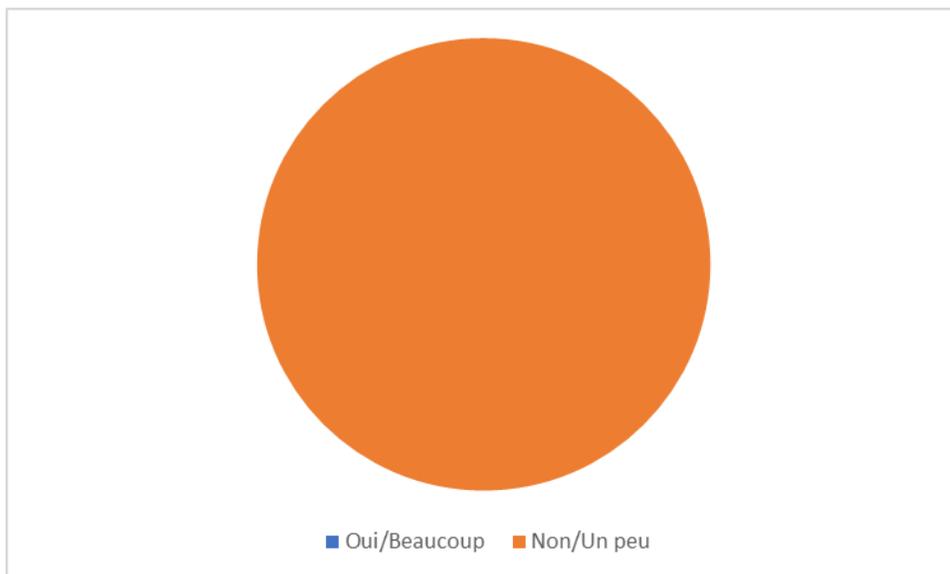
« L'intervention vous a-t-elle permis de mieux saisir les difficultés motrices de votre enfant? » :



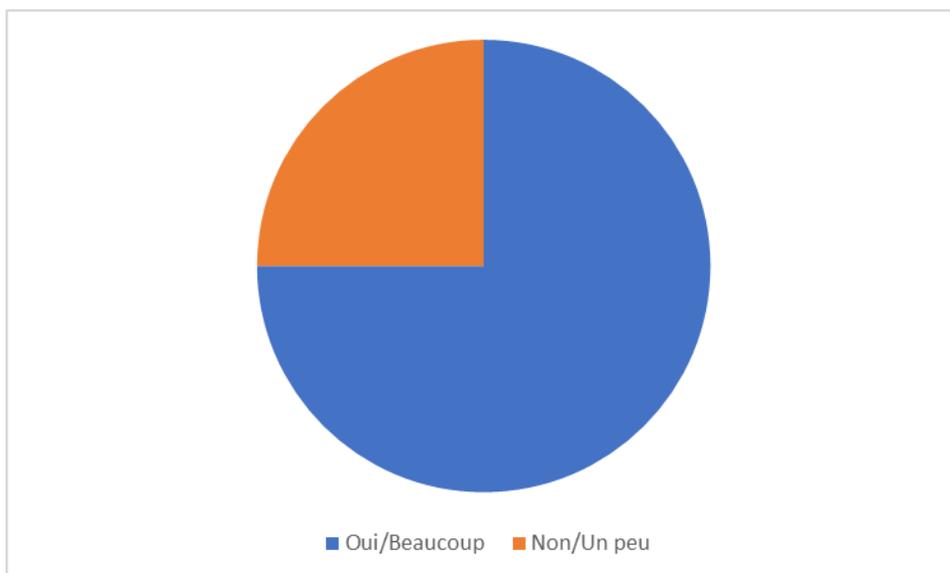
« Les retours personnalisés aux extraits vidéo envoyés, ont-ils été appréciés ou utiles? » :



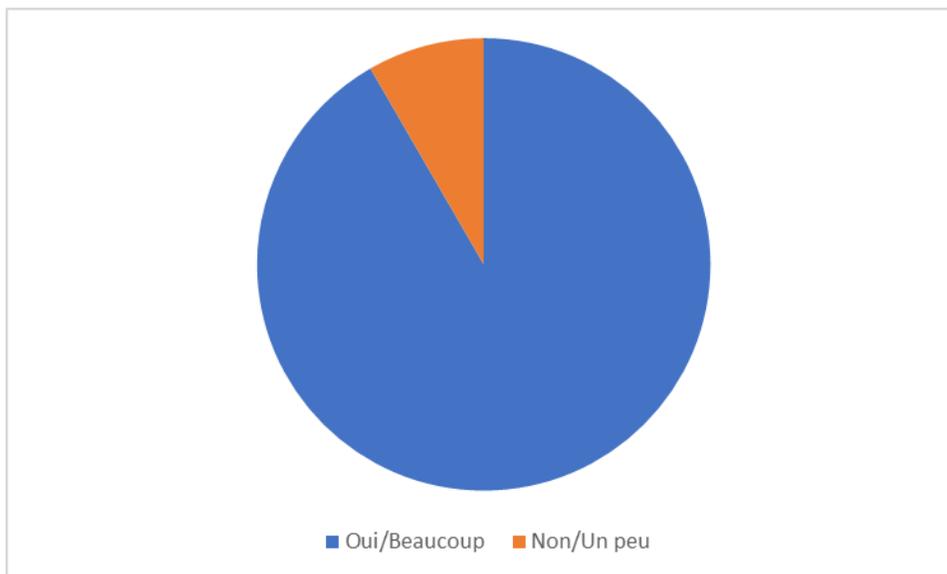
« Pensez-vous que juste les vidéos, sans rétroactions d'un professionnel, vous aurait suffi? » :



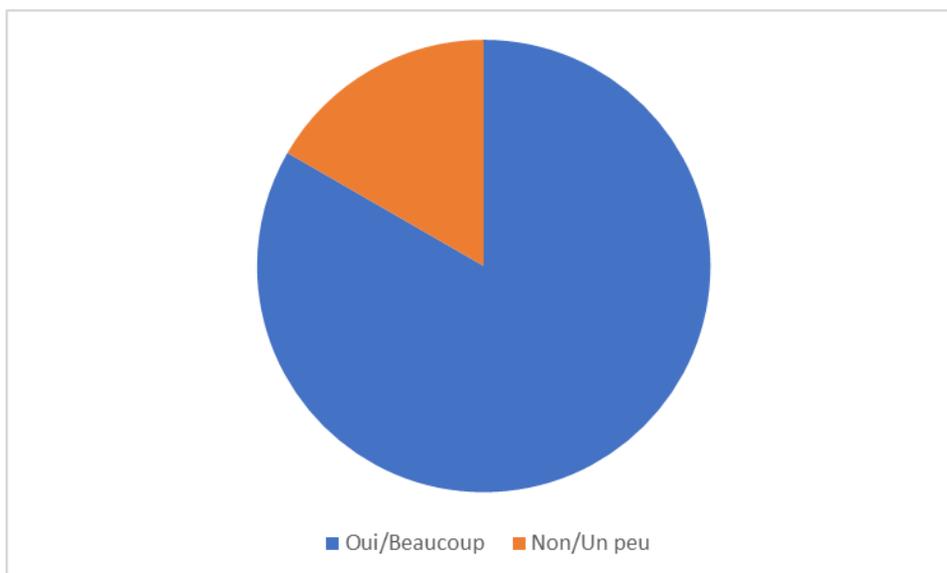
« Les exercices psychomoteurs proposés vous semblent-ils pertinents dans la réadaptation de la dyspraxie ou du TDC? » :



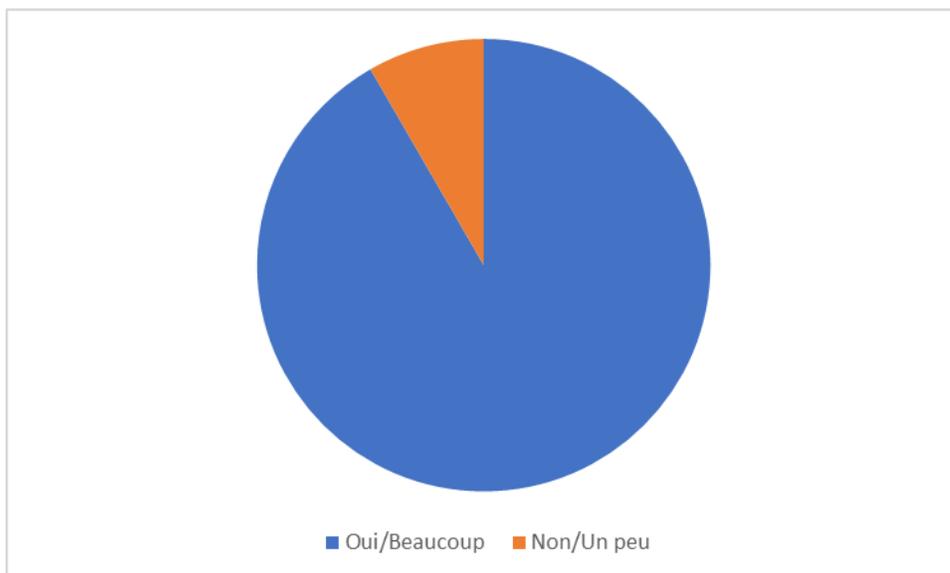
« Cette intervention psychomotrice vous semble-t-elle complémentaire à une intervention en ergothérapie? » :



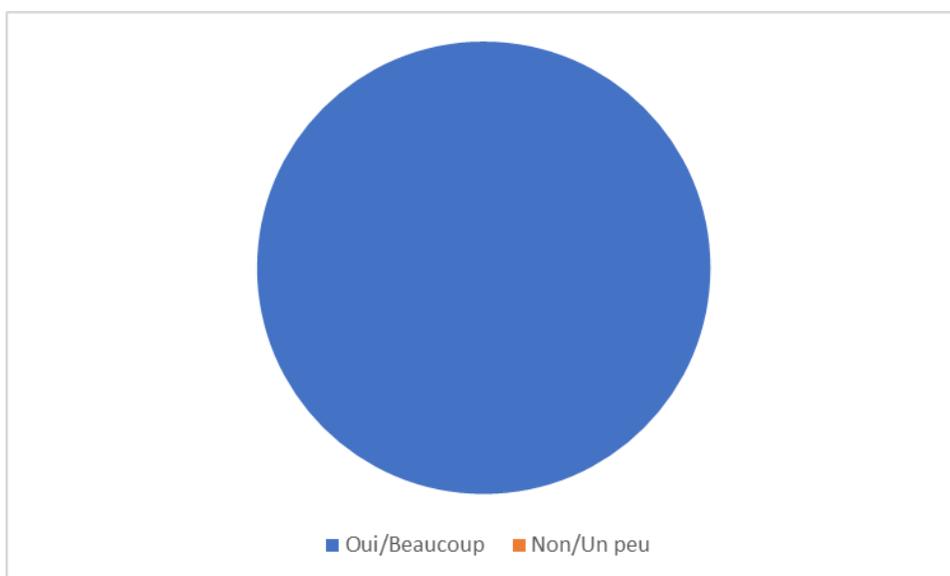
« Introduire ce type d'exercices psychomoteurs dans les routines de la classe de votre enfant, vous semble-t-il être une bonne idée pour aider aux apprentissages? » :



« À la suite de l'intervention, seriez-vous intéressé par une suite et d'autres séances de psychomotricité en présence, advenant que cette discipline soit offerte au Québec? » :



« Recommanderiez-vous à un autre parent une intervention psychomotrice en présence pour son enfant dyspraxique? » :



## RÉFÉRENCES

- Adolph, K. E., & Franchak, J. M. (2017). The development of motor behavior. *Wiley Interdiscip Rev Cogn Sci*, 8(1-2). doi:[10.1002/wcs.1430](https://doi.org/10.1002/wcs.1430)
- Adolph, K. E., & Hoch, J. E. (2019). Motor Development: Embodied, Embedded, Enculturated, and Enabling. *Annual Review of Psychology*, 70(1), 141-164. doi:[10.1146/annurev-psych-010418-102836](https://doi.org/10.1146/annurev-psych-010418-102836)
- Ahonen, T., Kooistra, L., & Viholainen, H. (2004). Developmental motor learning disability: A neuropsychological approach. Dans D. Dewey & D. E. Tupper, *Developmental motor disorders: A neuropsychological perspective* (p. 265-290). New York: The Guilford Press.
- Ajuriaguerra, J. d. (1971). L'enfant et son corps. Dans F. Joly & G. Labès (2018), *Julian de Ajuriaguerra et la naissance de la psychomotricité: Corps, tonus et psychomotricité* (p. 197-215). Paris: Éditions Vernazobres-Grego.
- Albaret, J.-M. (2007). Clinique des troubles du mouvement intentionnels: De la débilité motrice au Trouble de l'Acquisition de la Coordination (TAC). *Thérapie psychomotrice et recherches*, 150, 86-100. Récupéré de <https://www.researchgate.net/>
- Albaret, J.-M. (2013). Le corps et ses représentations: Point de vue neuropsychologique. Dans F. Scialom, F. Giromini, & J.-M. Albaret, *Manuel d'enseignement de psychomotricité: Concepts fondamentaux* (p.190-198). Marseille: Solal.
- Albaret, J.-M., & Chaix, Y. (2015). Trouble d'Acquisition de la Coordination (TAC). C'est quoi? Et comment ça se soigne? *Pédiatrie Pratique*, 265(1), 5-6. Récupéré de <https://www.academia.edu/>
- Albaret, J.-M., & Couderc, C. (2003). Étalonnage du test des bâtonnets chez des enfants de 7 à 11 ans. *ANAE - Approche Neuropsychologique des Apprentissages chez l'Enfant*, 15, 89-94. Récupéré de <https://www.researchgate.net/>

- Albaret, J.-M. & Noack, N. (1994). *Manuel de l'échelle de coordinations motrices de Charlop-Atwell*. Récupéré de <https://www.researchgate.net/>
- Assaiante, C. (2011). Action et représentation de l'action au cours de l'enfance et de l'adolescence: Une approche fonctionnelle. *Science & Motricité* (74), 65-79. doi:[10.1051/sm/20111114](https://doi.org/10.1051/sm/20111114)
- Assaiante, C., Barlaam, F., Cignetti, F., & Vaugoyeau, M. (2014). Body schema building during childhood and adolescence: a neurosensory approach. *Clinical neurophysiology*, 44 (1), 3-12. doi:[10.1016/j.neucli.2013.10.125](https://doi.org/10.1016/j.neucli.2013.10.125)
- Assaiante, C. (2015). Construction du schéma corporel au cours du développement sensorimoteur de l'enfant. Dans A. Bullinger & ABSM, *Les effets de la gravité sur le développement du bébé: L'espace de la pesanteur* (p. 41-60). Toulouse: ERES. doi:[10.3917/eres.absm.2015.01.0041](https://doi.org/10.3917/eres.absm.2015.01.0041)
- American Psychiatric Association (APA). (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders (DSM-5)*. Washington: American Psychiatric Association.
- Astafiev, S. V., Stanley, C. M., Shulman, G. L., & Corbetta, M. (2004). Extrastriate body area in human occipital cortex responds to the performance of motor actions. *Nature Neuroscience*, 7(5), 542-548. doi:[10.1038/nn1241](https://doi.org/10.1038/nn1241)
- Auclair, L., & Jambaqué, I. (2015). Lexical-semantic body knowledge in 5- to 11-year-old children: How spatial body representation influences body semantics. *Child Neuropsychology*, 21(4), 451-464. doi:[10.1080/09297049.2014.912623](https://doi.org/10.1080/09297049.2014.912623)
- Ayres, A. J. (1961). Development of the body scheme in children. *American Occupational Therapy Association*, 15, 99-102.
- Ayres, A. J., Mailloux, Z. K., & Wendler, C. L. W. (1987). Developmental Dyspraxia: Is it a Unitary Function? *The Occupational Therapy Journal of Research*, 7(2), 93-110. doi:[10.1177/153944928700700203](https://doi.org/10.1177/153944928700700203)
- Barhoun, P., Fuelscher, I., Kothe, E. J., He, J. L., Youssef, G. J., Enticott, P. G., . . . Hyde, C. (2019). Motor imagery in children with DCD: A systematic and meta-analytic review of hand-rotation task performance. *Neuroscience and biobehavioral reviews*, 99, 282-297. doi:[10.1016/j.neubiorev.2019.02.002](https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2019.02.002)
- Barnett, L. M., Lai, S. K., Veldman, S. L. C., Hardy, L. L., Cliff, D. P., Morgan, P. J., . . . Okely, A. D. (2016). Correlates of Gross Motor Competence in Children and Adolescents: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 46(11), 1663-1688. doi:[10.1007/s40279-016-0495-z](https://doi.org/10.1007/s40279-016-0495-z)

- Barral, J., Albaret, J.-M., & Hauert, C.-A. (2009). Des syncinésies aux mécanismes d'inhibition motrice chez l'enfant. *Thérapie Psychomotrice et Recherches*, (157), 4-20. Récupéré de <https://www.researchgate.net>
- Barral, J., Debû, B., & Rival, C. (2006). Developmental Changes in Unimanual and Bimanual Aiming Movements. *Developmental neuropsychology*, 29, 415-429. doi:[10.1207/s15326942dn2903\\_2](https://doi.org/10.1207/s15326942dn2903_2)
- Bergès, J. (2004). Du tonus et de la motricité dans l'examen de l'enfant. Dans S. Lebovici, R. Diatkine & M. Soulé, *Nouveau traité de psychiatrie de l'enfant et de l'adolescent: 4 volumes* (p. 659-678). Paris: Presses Universitaires de France. doi:[10.3917/puf.diatk.2004.01.0659](https://doi.org/10.3917/puf.diatk.2004.01.0659)
- Bergès, J., & Lézine, I. (1963). *Test d'imitation de gestes: Techniques d'exploration du schéma corporel et des praxies chez l'enfant de 3 à 6 ans*. Paris: Masson.
- Berthoz, A. (1997). *Le sens du mouvement*. Paris: Odile Jacob.
- Biotteau, M., Chaix, Y., & Albaret, J.-M. (2016). What Do We Really Know About Motor Learning in Children with Developmental Coordination Disorder? *Current Developmental Disorders Reports*, 3(2), 152-160. doi:[10.1007/s40474-016-0084-8](https://doi.org/10.1007/s40474-016-0084-8)
- Blank, R., Barnett, A. L., Cairney, J., Green, D., Kirby, A., Polatajko, H., . . . Vinçon, S. (2019). International clinical practice recommendations on the definition, diagnosis, assessment, intervention, and psychosocial aspects of developmental coordination disorder. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 61(3), 242-285. doi:[10.1111/dmcn.14132](https://doi.org/10.1111/dmcn.14132)
- Blouin, J., Bard, C., Teasdale, N., Paillard, J., Fleury, M., Forget, R., & Lamarre, Y. (1993). Reference systems for coding spatial information in normal subjects and a deafferented patient. *Experimental Brain Research*, 93(2), 324-331. doi:[10.1007/BF00228401](https://doi.org/10.1007/BF00228401)
- Boisgontier, M., Mignardot, J.-B., Nougier, V., Olivier, I., & Palluel, E. (2011). Le coût attentionnel associé aux fonctions exécutives impliquées dans le contrôle postural. *Science & Motricité* (74), 53-64. doi:[10.1051/sm/2011106](https://doi.org/10.1051/sm/2011106)
- Boivin, M., Vitaro, F., & Gagnon, C. (1992). A reassessment of the Self-Perception Profile for Children: Factor structure, reliability, and convergent validity of a French version among second through sixth grade children. *International Journal of Behavioral Development*, 15(2), 275-290. doi:[10.1177/016502549201500207](https://doi.org/10.1177/016502549201500207)

- Bolduc, R. (1975). *L'enfant et son développement psychomoteur*. Montréal-Nord: Maison Marie-France.
- Bolduc, R. (1997). *Psychomotricité et pédagogie: Favoriser le développement de l'enfant*. Paris: Éditions Logiques.
- Bonnier, P. (1905). L'aschématie. Dans J. Corraze (1973), *Schéma corporel et image du corps: Textes originels traduits et présentés par J. Corraze*. (p.29-37) Toulouse: Privat.
- Brownell, C. A., Nichols, S. R., Svetlova, M., Zerwas, S., & Ramani, G. (2010). The head bone's connected to the neck bone: When do toddlers represent their own body topography? *Child Development*, 81(3), 797-810. doi:[10.1111/j.1467-8624.2010.01434.x](https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2010.01434.x)
- Bucher, H. (1972). *Troubles psychomoteurs chez l'enfant: Pratique de la rééducation psychomotrice (2e éd.)*. Paris: Masson.
- Bullinger, A. (1998). La genèse de l'axe corporel, quelques repères. *Enfance*, 51(1), 27-35. doi:[10.3406/enfan.1998.3091](https://doi.org/10.3406/enfan.1998.3091)
- Butterworth, G., Verweij, E., & Hopkins, B. (1997). The development of prehension in infants: Halverson revisited. *British Journal of Developmental Psychology*, 15(2), 223-236. doi:[10.1111/j.2044-835X.1997.tb00736.x](https://doi.org/10.1111/j.2044-835X.1997.tb00736.x)
- Carric, J.-C. (2004). *Éducation, rééducation et thérapies psychomotrices*. Paris: Éditions Vernazobres-Grego.
- Carric, J.-C., & Soufir, B. (2014). *Lexique pour le psychomotricien*. Paris: Éditions Robert Atlani.
- Cohen, R. G., & Rosenbaum, D. A. (2004). Where grasps are made reveals how grasps are planned: generation and recall of motor plans. *Experimental brain research*, 157(4), 486–495. doi:[10.1007/s00221-004-1862-9](https://doi.org/10.1007/s00221-004-1862-9)
- Corradi-Dell'Acqua, C., Hesse, M. D., Rumiati, R. I., & Fink, G. R. (2008). Where is a nose with respect to a foot? The left posterior parietal cortex processes spatial relationships among body parts. *Cerebral Cortex*, 18(12), 2879-2890. doi:[10.1093/cercor/bhn046](https://doi.org/10.1093/cercor/bhn046)
- Corraze, J. (2003). Schémas corporels et images du corps: De l'unité à la diversité. Dans J. Corraze (2009), *La psychomotricité: Un itinéraire* (p.169-182). Marseille: Solal.

- Costini, O., Remigereau, C., Roy, A., Faure, S., & Gall, D. (2014). Troubles visuo-spatiaux dans la dyspraxie: Peut-on encore parler de dyspraxie? *ANAE - Approche Neuropsychologique des Apprentissages chez l'Enfant*, 26, 127-136. Récupéré de <https://www.researchgate.net>
- Costini, O., Roy, A., Faure, S., & Le Gall, D. (2013). La dyspraxie développementale: Actualités et enjeux. *Revue de neuropsychologie*, 5(3), 200-212. doi:[10.3917/rne.053.0200](https://doi.org/10.3917/rne.053.0200)
- D'Ignazio, A., & Martin, J. (2018). *100 idées pour développer la psychomotricité des enfants*. Paris: Éditions Tom Pousse.
- de Vignemont, F. (2010). Body schema and body image - Pros and cons. *Neuropsychologia*, 48(3), 669-680. doi:[10.1016/j.neuropsychologia.2009.09.022](https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2009.09.022)
- de Vignemont, F., Zalla, T., Posada, A., Louvegnez, A., Koenig, O., Georgieff, N., & Franck, N. (2006). Mental rotation in schizophrenia. *Consciousness and cognition*, 15(2), 295–309. doi:[10.1016/j.concog.2005.08.001](https://doi.org/10.1016/j.concog.2005.08.001)
- Defontaine, J. (1977). *Thérapie et rééducation psychomotrice: Du développement psychomoteur à l'approche thérapeutique*. Paris: Maloine.
- Di Vita, A., Boccia, M., Palermo, L., & Guariglia, C. (2016). To move or not to move, that is the question! Body schema and non-action oriented body representations: An fMRI meta-analytic study. *Neuroscience and biobehavioral reviews*, 68, 37. doi:[10.1016/j.neubiorev.2016.05.005](https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2016.05.005)
- Diamond, A. (2000). Close Interrelation of Motor Development and Cognitive Development and of the Cerebellum and Prefrontal Cortex. *Child Development*, 71(1), 44-56. doi:[10.1111/1467-8624.00117](https://doi.org/10.1111/1467-8624.00117)
- Dillon, D. J. (1962). Estimation of Bodily Dimensions. *Perceptual and Motor Skills*, 14(2), 219-221. doi:[10.2466/pms.1962.14.2.219](https://doi.org/10.2466/pms.1962.14.2.219)
- Dunford, C. (2011). Goal-orientated group intervention for children with developmental coordination disorder. *Phys Occup Ther Pediatr*, 31(3), 288-300. doi:[10.3109/01942638.2011.565864](https://doi.org/10.3109/01942638.2011.565864)
- Dutriaux, L. & Gyselinck, V. (2017). Cognition incarnée: Un point de vue sur les représentations spatiales. *L'Année psychologique*, 116(3), 419-465. doi:[10.4074/S0003503316000373](https://doi.org/10.4074/S0003503316000373)

- Fagard, J. (1987). Bimanual Stereotypes. *Journal of Motor Behavior*, 19(3), 355-366. doi:[10.1080/00222895.1987.10735417](https://doi.org/10.1080/00222895.1987.10735417)
- Fagard, J., & Jacquet, A. Y. (1996). Changes in reaching and grasping objects of different sizes between 7 and 13 months of age. *British Journal of Developmental Psychology*, 14(1), 65-78. doi:[10.1111/j.2044-835X.1996.tb00694.x](https://doi.org/10.1111/j.2044-835X.1996.tb00694.x)
- 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](https://doi.org/10.1016/j.humov.2015.12.001)
- Fontes, P. L. B., Cruz, T. K. F., Souto, D. O., Moura, R., & Haase, V. G. (2017). Body representation in children with hemiplegic cerebral palsy. *Child Neuropsychol*, 23(7), 838-863. doi:[10.1080/09297049.2016.1191629](https://doi.org/10.1080/09297049.2016.1191629)
- Fuelscher, I., Williams, J., Wilmut, K., Enticott, P. G., & Hyde, C. (2016). Modeling the maturation of grip selection planning and action representation: Insights from typical and atypical motor development. *Frontiers in psychology*, 7, 108. doi:[10.3389/fpsyg.2016.00108](https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00108)
- Gallagher, S. (2005). *How the Body Shapes the Mind*. Oxford: Oxford University Press. doi:[10.1093/0199271941.001.0001](https://doi.org/10.1093/0199271941.001.0001)
- Galliano, A.-C., Pavot, C. & Potel, C. (2013). L'espace et le temps. Dans P. Scialom, F. Giromini, & J.-M Albaret, *Manuel d'enseignement de psychomotricité: Concepts fondamentaux* (p.219-251). Marseille: Solal.
- Gibson, J. (1979). *The ecological approach to visual perception*. Boston: Houghton Mifflin
- Gesell, A. (1999). *L'enfant de 5 à 10 ans (11e éd.)*. Paris: Presses Universitaires de France.
- Goepfert-Roux, L. (2013). *Réétalonnage des épreuves motrices et visuelles du test de jugement et d'orientation de Suzanne Borel-Maisonny*. Université Bordeaux Segalen - Bordeaux 2. Récupéré de <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-00845984>
- Goodenough, F. L. (1957). *L'intelligence d'après le dessin: le test du bonhomme*. Paris: Presses Universitaires de France.

- 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. *Research in Developmental Disabilities, 32*(4), 1332-1342. doi:[10.1016/j.ridd.2011.01.040](https://doi.org/10.1016/j.ridd.2011.01.040)
- Guilbert, J., Jouen, F., Lehalle, H., & Molina, M. (2013). Imagerie motrice interne et simulation de l'action chez l'enfant. *L'Année psychologique, 113*(3), 459-488. doi:[10.4074/s0003503313003060](https://doi.org/10.4074/s0003503313003060)
- Guillot, A., Hoyek, N., Louis, M. & Collet, C. (2012). Understanding the timing of motor imagery: Recent findings and future directions, *International Review of Sport and Exercise Psychology, 5*(1), 3-22. doi:[10.1080/1750984X.2011.623787](https://doi.org/10.1080/1750984X.2011.623787)
- Habib, M. (2018). *La constellation des DYS: Bases neurologiques de l'apprentissage et de ses troubles (2e éd.)*. Bruxelles: De Boeck.
- Hadders-Algra, M. (2018). Early human motor development: From variation to the ability to vary and adapt. *Neuroscience and biobehavioral reviews, 90*, 411-427. doi:[10.1016/j.neubiorev.2018.05.009](https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2018.05.009)
- Harter, S. (2012). *Self-Perception Profile for Children*. Récupéré de <https://portfolio.du.edu/SusanHarter/page/44210>
- Hécaen H. & Ajuriaguerra J. d. (1952). *Méconnaissances et hallucinations corporelles: Intégration et désintégration de la somatognosie*. Paris: Masson.
- Hedberg, A., Carlberg, E. B., Forssberg, H., & Hadders-Algra, M. (2005). Development of postural adjustments in sitting position during the first half year of life. *Dev Med Child Neurol, 47*(5), 312-320. doi:[10.1017/s0012162205000605](https://doi.org/10.1017/s0012162205000605)
- Henderson, S. E., Sugden, D. A., & Barnett, A. L. (2007). *Movement Assessment Battery for Children - Second Edition (MABC-2)*. Pearson.
- Herold, K. H., & Akhtar, N. (2008). Imitative learning from a third-party interaction: Relations with self-recognition and perspective taking. *Journal of Experimental Child Psychology, 101*(2), 114-123. doi:[10.1016/j.jecp.2008.05.004](https://doi.org/10.1016/j.jecp.2008.05.004)
- Illingworth, R. S. (1990). *Développement psychomoteur de l'enfant (2e éd.)*. Paris: Masson.

- Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale (INSERM). (2019). *Trouble développemental de la coordination ou dyspraxie. Collection Expertise collective*. Récupéré de <http://ipubli-inserm.inist.fr/handle/10608/10238>
- Janssen, M., Chinapaw, M. J. M., Rauh, S. P., Toussaint, H. M., van Mechelen, W., & Verhagen, E. A. L. M. (2014). A short physical activity break from cognitive tasks increases selective attention in primary school children aged 10-11. *Mental Health and Physical Activity*, 7(3), 129-134. doi:[10.1016/j.mhpa.2014.07.001](https://doi.org/10.1016/j.mhpa.2014.07.001)
- Jover, M., & Assaiante, C. (2016). Le développement typique et atypique des actions: Théories, recherches et pratiques. *Enfance*, 1(1), 15-33. doi:[10.4074/s0013754516001038](https://doi.org/10.4074/s0013754516001038)
- Jover, M., Schmitz, C., Bosdure, E., Chabrol, B., & Assaiante, C. (2006). Anticipatory postural adjustments in a bimanual load-lifting task in children with Duchenne muscular dystrophy. *Neuroscience Letters*, 403(3), 271-275. doi:[10.1016/j.neulet.2006.04.054](https://doi.org/10.1016/j.neulet.2006.04.054)
- Lauzon, F., & Godin, F. (2019). *L'éducation psychomotrice: Source d'autonomie et de dynamisme (2e éd.)*. Québec: Presses de l'Université du Québec.
- Le Boulch, J. (1981). *Le développement psychomoteur de la naissance à 6 ans: Conséquences éducatives. La psychocinétique à l'âge préscolaire (2e éd.)*. Paris: Éditions Sociales Françaises.
- Le Boulch, J. (1982). *Vers une science du mouvement humain: Introduction à la psychocinétique (4e éd.)*. Paris: Éditions Sociales Françaises.
- Le Boulch, J. (1995). *Mouvement et développement de la personne*. Paris: Vigot.
- Le Boulch, J. (1998). *Le corps à l'école au XXIe siècle*. Paris: Presses Universitaires de France. doi:[10.3917/puf.lebou.1998.01](https://doi.org/10.3917/puf.lebou.1998.01)
- Le Roux, Y. (2002). *Pédagogie de l'écriture et éducation psychomotrice. L'apport de la psychomotricité au fondement d'une pédagogie de l'écriture*. Université Lumière Lyon 2. Récupéré de [http://theses.univ-lyon2.fr/documents/lyon2/2002/leroux\\_y](http://theses.univ-lyon2.fr/documents/lyon2/2002/leroux_y)
- Leroy-Malherbe, V. (2006). La dyspraxie de l'enfant: Hypothèses neurocognitives et diagnostic. *Motricité Cérébrale: Réadaptation, Neurologie du Développement*, 27(3), 98-115. doi:[10.1016/S0245-5919\(06\)74966-4](https://doi.org/10.1016/S0245-5919(06)74966-4)

- Libertus, K., & Hauf, P. (2017). Editorial: Motor Skills and Their Foundational Role for Perceptual, Social, and Cognitive Development. *Frontiers in psychology*, 8, 301. doi:[10.3389/fpsyg.2017.00301](https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00301)
- Lièvre, B. de, & Staes, L. (2012). *La psychomotricité au service de l'enfant, de l'adolescent et de l'adulte: Notions et applications pédagogiques (6e éd.)*. Bruxelles: De Boeck.
- Lockman, J. J., Ashmead, D. H., & Bushnell, E. W. (1984). The development of anticipatory hand orientation during infancy. *Journal of Experimental Child Psychology*, 37(1), 176-186. doi:[10.1016/0022-0965\(84\)90065-1](https://doi.org/10.1016/0022-0965(84)90065-1)
- Ma, J. K., Mare, L. L., & Gurd, B. J. (2014). Classroom-based high-intensity interval activity improves off-task behaviour in primary school students. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 39(12), 1332-1337. doi:[10.1139/apnm-2014-0125](https://doi.org/10.1139/apnm-2014-0125)
- Magnat, J., Xavier, J., Zammouri, I., & Cohen, D. (2015). Troubles développementaux de la coordination (TDC): Perspective clinique et synthèse de l'état des connaissances. *Neuropsychiatrie de l'Enfance et de l'Adolescence*, 63(7), 446-456. doi:[10.1016/j.neurenf.2015.09.004](https://doi.org/10.1016/j.neurenf.2015.09.004)
- Mahar, T. M., Murphy, K. S., Rowe, A. D., Golden, T. J., Shields, D. A., & Raedeke, D. T. (2006). Effects of a Classroom-Based Program on Physical Activity and On-Task Behavior. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 38(12), 2086-2094. doi:[10.1249/01.mss.0000235359.16685.a3](https://doi.org/10.1249/01.mss.0000235359.16685.a3)
- Martin, M.-E. (2003). *Batterie d'évaluation du développement Talbot pour l'enfant de 0 à 6 ans: Validité de contenu par analyse des items*. Université de Montréal. Récupéré de <http://hdl.handle.net/1866/14483>
- Massion, J. (1997). *Cerveau et motricité: Fonctions sensorimotrices*. Paris: Presses Universitaires de France.
- Mazeau, M. (2006). La place des dyspraxies dans les différents troubles du geste. *Évolutions psychomotrices*, 18, 141-148.
- Mazeau, M. (2013). La dyspraxie aujourd'hui. *Développements*, 16-17(3), 94-102. doi:[10.3917/devel.016.0094](https://doi.org/10.3917/devel.016.0094)
- Mazeau, M., & Pouhet, A. (2014). *Neuropsychologie et troubles des apprentissages: Du développement typique aux « dys- » (2e éd.)*. Paris: Elsevier Masson. Récupéré de <https://www.sciencedirect.com/>

- Meljac, C., Fauconnier, E., & Scalabrini, J. (2010). *SCHEMA CORPOREL-R: Épreuve de Schéma Corporel - Révisée*. Récupéré de <https://www.pearsonclinical.fr/schema-corporel-epreuve-de-schema-corporel-revisee-1>
- Melzack, R., Israel, R., Lacroix, R., & Schultz, G. (1997). Phantom limbs in people with congenital limb deficiency or amputation in early childhood. *Brain*, *120* (Pt 9), 1603-1620. doi:[10.1093/brain/120.9.1603](https://doi.org/10.1093/brain/120.9.1603)
- Miles, C. A., Wood, G., Vine, S. J., Vickers, J. N., & Wilson, M. R. (2015). Quiet eye training facilitates visuomotor coordination in children with developmental coordination disorder. *Res Dev Disabil*, *40*, 31-41. doi:[10.1016/j.ridd.2015.01.005](https://doi.org/10.1016/j.ridd.2015.01.005)
- Miller, L. T., Polatajko, H. J., Missiuna, C., Mandich, A. D., & Macnab, J. J. (2001). A pilot trial of a cognitive treatment for children with developmental coordination disorder. *Hum Mov Sci*, *20*(1-2), 183-210. doi:[10.1016/s0167-9457\(01\)00034-3](https://doi.org/10.1016/s0167-9457(01)00034-3)
- Ministère de l'Éducation et de l'Enseignement Supérieur du Québec (MEES). (s.d.). *Programme de formation de l'école québécoise*. Récupéré de <http://www.education.gouv.qc.ca/enseignants/pfeq/>
- Mitchell, A. W. (1998). Theories of body scheme development. *Physical & Occupational therapy in pediatrics*, *17*(4), 25-45. doi:[10.1080/J006v17n04\\_03](https://doi.org/10.1080/J006v17n04_03)
- Miyahara, M., & Möbs, I. (1995). Developmental dyspraxia and developmental coordination disorder. *Neuropsychol Rev*, *5*(4), 245-268. doi:[10.1007/bf02214648](https://doi.org/10.1007/bf02214648)
- Myers, A., & Sowden, P. T. (2008). Your hand or mine? The extrastriate body area. *NeuroImage*, *42*(4), 1669-1677. doi:[10.1016/j.neuroimage.2008.05.045](https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2008.05.045)
- Needham, A., & Libertus, K. (2011). Embodiment in early development. *WIREs Cognitive Science*, *2*(1), 117-123. doi:[10.1002/wcs.109](https://doi.org/10.1002/wcs.109)
- Niemeijer, A. S., Smits-Engelsman, B. C., & Schoemaker, M. M. (2007). Neuromotor task training for children with developmental coordination disorder: A controlled trial. *Dev Med Child Neurol*, *49*(6), 406-411. doi:[10.1111/j.1469-8749.2007.00406.x](https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.2007.00406.x)

- Ninot, G., Delignières, D. & Fortes, M. (2000). L'évaluation de l'estime de soi dans le domaine corporel. *Revue Staps*, 53, 35-48. Récupéré de <https://www.researchgate.net/>
- Organisation Mondiale de la Santé (OMS). (2012). *Classification internationale du fonctionnement, du handicap et de la santé: Version pour enfants et adolescents, CIF-EA*. Genève: Organisation mondiale de la Santé. Récupéré de <https://apps.who.int/iris/handle/10665/81988>
- Organisation Mondiale de la Santé (OMS). (2016). *Classification statistique internationale des maladies et des problèmes de santé connexes (CIM-10)*. Récupéré de <https://icd.who.int/browse10/2008/fr#/F82>
- Organisation Mondiale de la Santé (OMS). (Version 09/2020). *Classification statistique internationale des maladies et des problèmes de santé connexes (CIM-11)*. Récupéré de <http://id.who.int/icd/entity/148247104>
- Paillard, J. (1980). Le corps situé et le corps identifié. Une approche psychophysique de la notion de schéma corporel. *Revue médicale de la Suisse romande*, 100(2), 129-141. Récupéré de <http://spiralconnect.univ-lyon1.fr/spiral-files/download?mode=inline&data=2146880>
- Paquet, A. (2019). *Utilisation d'outils standardisés dans l'évaluation psychomotrice: Réponses collectées auprès des psychomotriciens exerçant en France en 2019*. Récupéré de [https://www.pearsonclinical.fr/actualites/enquete\\_a\\_paquet](https://www.pearsonclinical.fr/actualites/enquete_a_paquet)
- Parsons, L. M. (1994). Temporal and kinematic properties of motor behavior reflected in mentally simulated action. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 20(4), 709–730. doi:[10.1037/0096-1523.20.4.709](https://doi.org/10.1037/0096-1523.20.4.709)
- Pêcheux, M.-G. (1990). *Le développement des rapports des enfants à l'espace*. Paris: Nathan.
- Piaget, J. (1960). Les praxies chez l'enfant. *Revue Neurologique*, 102, 551-565. Récupéré de [http://www.fondationjeanpiaget.ch/fjp/site/textes/index\\_autres\\_chrono.php](http://www.fondationjeanpiaget.ch/fjp/site/textes/index_autres_chrono.php)
- Piaget, J., & Inhelder, B. (1979). *La psychologie de l'enfant (6e éd.)*. Paris: Presses Universitaires de France.

- Polatajko, H. J., & Cantin, N. (2005). La prise en charge des enfants atteints d'un Trouble de l'Acquisition de la Coordination (TAC): Approches thérapeutiques et niveau de preuve. Dans R. H. Geuze, *Le trouble de l'acquisition de la coordination: Évaluation et rééducation de la maladresse chez l'enfant* (p. 147-195). Marseille: Solal.
- Polatajko, H. J., Mandich, A. D., Miller, L. T., & Macnab, J. J. (2001). Cognitive orientation to daily occupational performance (CO-OP): Part II - the evidence. *Phys Occup Ther Pediatr*, 20(2-3), 83-106. doi:[10.1080/j006v20n02\\_06](https://doi.org/10.1080/j006v20n02_06)
- Polatajko, H. J., Mandich, A. D., Missiuna, C., Miller, L. T., Macnab, J. J., Malloy-Miller, T., & Kinsella, E. A. (2001). Cognitive orientation to daily occupational performance (CO-OP): Part III - the protocol in brief. *Phys Occup Ther Pediatr*, 20(2-3), 107-123. doi:[10.1080/j006v20n02\\_07](https://doi.org/10.1080/j006v20n02_07)
- Priel, B., & de Schonen, S. (1986). Self-recognition: A study of a population without mirrors. *Journal of experimental child Psychology*, 41(2), 237-250. doi:[10.1016/0022-0965\(86\)90038-x](https://doi.org/10.1016/0022-0965(86)90038-x)
- Raimo, S., Iona, T., Di Vita, A., Boccia, M., Buratin, S., Ruggeri, F., . . . Palermo, L. (2019). The development of body representations in school-aged children. *Appl Neuropsychol Child*, 1-13. doi:[10.1080/21622965.2019.1703704](https://doi.org/10.1080/21622965.2019.1703704)
- Reinersmann, A., & Lücke, T. (2018). Zum Zusammenhang zwischen Körperschema und sozio-emotionalem Verhalten bei umschriebenen Entwicklungsstörungen der Wahrnehmung und Motorik. [Body schema, multisensory integration and developmental disorders.]. *Fortschritte der Neurologie, Psychiatrie*, 86(4), 233-241. doi:[10.1055/s-0043-119797](https://doi.org/10.1055/s-0043-119797)
- Reinhardt, J.-C. (1990). *La genèse de la connaissance du corps chez l'enfant*. Paris: Presses Universitaires de France. doi:[10.3917/puf.reinh.1990.01](https://doi.org/10.3917/puf.reinh.1990.01)
- Rey, A. (1952). *Monographies de psychologie clinique*. Neuchâtel: Delachaux & Niestlé.
- Rey, A. (1993). *Test de copie d'une figure complexe de A. Rey*. Paris: Éditions du Centre de Psychologie Appliquée.
- Reyes, A. C., Chaves, R., Baxter-Jones, A. D. G., Vasconcelos, O., Barnett, L. M., Tani, G., . . . Maia, J. (2019). Modelling the dynamics of children's gross motor coordination. *Journal of Sports Sciences*, 37(19), 2243-2252. doi:[10.1080/02640414.2019.1626570](https://doi.org/10.1080/02640414.2019.1626570)

- Rigal, R. (2003). *Motricité humaine: Fondements et applications pédagogiques - Tome 2: Développement moteur (3e éd.)*. Québec: Presses de l'Université du Québec.
- Rigal, R., Nader, L. A., Bolduc, G., & Chevalier, N. (2009). *L'éducation motrice et l'éducation psychomotrice au préscolaire et au primaire*. Québec: Presses de l'Université du Québec.
- Royer, J. (1984). *La personnalité de l'enfant à travers le dessin du bonhomme (2e éd.)*. Bruxelles: Editest.
- Saint-Cast, A., & Boscaini, F. (2012). Glossaire de psychomotricité. *Évolutions psychomotrices*, 24(95), 3-59. Récupéré de <https://www.researchgate.net/>
- Schoemaker, M., & Smits-Engelsman, B. (2015). Is Treating Motor Problems in DCD Just a Matter of Practice and More Practice? *Current Developmental Disorders Reports*, 2(2), 150-156. doi:[10.1007/s40474-015-0045-7](https://doi.org/10.1007/s40474-015-0045-7)
- Schoemaker, M. M., Niemeijer, A. S., Reynders, K., & Smits-Engelsman, B. C. (2003). Effectiveness of neuromotor task training for children with developmental coordination disorder: A pilot study. *Neural Plast*, 10(1-2), 155-163. doi:[10.1155/np.2003.155](https://doi.org/10.1155/np.2003.155)
- Schwoebel, J., & Coslett, H. B. (2005). Evidence for multiple, distinct representations of the human body. *J Cogn Neurosci*, 17(4), 543-553. doi:[10.1162/0898929053467587](https://doi.org/10.1162/0898929053467587)
- Sherman, R. A., Sherman, C. J., & Parker, L. (1984). Chronic phantom and stump pain among American veterans: Results of a survey. *Pain*, 18(1), 83-95. doi:[10.1016/0304-3959\(84\)90128-3](https://doi.org/10.1016/0304-3959(84)90128-3)
- Simmel, M. L. (1961). The absence of phantoms for congenitally missing limbs. *The American Journal of Psychology*, 74, 467-470. doi:[10.2307/1419756](https://doi.org/10.2307/1419756)
- Sinani, C., Sugden, D. A., & Hill, E. L. (2011). Gesture production in school vs. clinical samples of children with developmental coordination disorder (DCD) and typically developing children. *Research in Developmental Disabilities*, 32(4), 1270-1282. doi:[10.1016/j.ridd.2011.01.030](https://doi.org/10.1016/j.ridd.2011.01.030)
- Soubiran, G. & Coste, J.-C. (1975). *Psychomotricité et relaxation psychosomatique*. Paris: Doin.
- Stambak, M. (1964). *Une épreuve de pointillage*. Neuchâtel: Delachaux & Niestlé.

- Thon, B., Albaret, J.-M., Andrieux, M., & Ille, A. (2016). Processus cognitifs et apprentissage des habiletés motrices. *Revue de neuropsychologie*, 8(2), 87-92. doi:[10.3917/rne.082.0087](https://doi.org/10.3917/rne.082.0087)
- Thornton, A., Licari, M., Reid, S., Armstrong, J., Fallows, R., & Elliott, C. (2016). Cognitive Orientation to (Daily) Occupational Performance intervention leads to improvements in impairments, activity and participation in children with Developmental Coordination Disorder. *Disabil Rehabil*, 38(10), 979-986. doi:[10.3109/09638288.2015.1070298](https://doi.org/10.3109/09638288.2015.1070298)
- Tsakiris, M., Costantini, M., & Haggard, P. (2008). The role of the right temporo-parietal junction in maintaining a coherent sense of one's body. *Neuropsychologia*, 46(12), 3014-3018. doi:[10.1016/j.neuropsychologia.2008.06.004](https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2008.06.004)
- Vaivre-Douret, L. (1997). *EMG - Évaluation de la motricité gnosopraxique distale*. Éditions du Centre de Psychologie Appliquée.
- Vaivre-Douret L. (1999). *Précis théorique et pratique du développement moteur du jeune enfant*. Paris: Éditions du Centre de Psychologie Appliquée.
- Vaivre-Douret, L. (2014). Developmental coordination disorders: State of art. *Neurophysiol Clin*, 44(1), 13-23. doi:[10.1016/j.neucli.2013.10.133](https://doi.org/10.1016/j.neucli.2013.10.133)
- Vaivre-Douret, L., Ennouri, K., Jrad, I., Garrec, C., & Papiernik, E. (2004). Effect of positioning on the incidence of abnormalities of muscle tone in low-risk, preterm infants. *European Journal of Paediatric Neurology*, 8(1), 21-34. doi:[10.1016/j.ejpn.2003.10.001](https://doi.org/10.1016/j.ejpn.2003.10.001)
- Vasseur, R. (2015). Développement du contrôle postural chez le jeune enfant. Impact de la gravité. Dans A. Bullinger & ABSM, *Les effets de la gravité sur le développement du bébé: L'espace de la pesanteur* (p. 61-74). Toulouse: ERES. doi:[10.3917/eres.absm.2015.01.0061](https://doi.org/10.3917/eres.absm.2015.01.0061)
- Wallon, H. (1959). Kinesthésie et image visuelle du corps propre chez l'enfant. *Enfance*, 12(3), 252-263. doi:[10.3406/enfan.1959.1440](https://doi.org/10.3406/enfan.1959.1440)
- Wallon, P. & Mesmin, C. (2009). *Figures complexes de Rey A et B, Guide d'utilisation et d'interprétation*. Paris : Éditions du Centre de Psychologie Appliquée.
- Webster, E. K., Wadsworth, D. D., & Robinson, L. E. (2015). Preschoolers' time on-task and physical activity during a classroom activity break. *Pediatric exercise science*, 27(1), 160. doi:[10.1123/pes.2014-0006](https://doi.org/10.1123/pes.2014-0006)

- Westendorp, M., Hartman, E., Houwen, S., Smith, J., & Visscher, C. (2011). The relationship between gross motor skills and academic achievement in children with learning disabilities. *Research in Developmental Disabilities, 32*(6), 2773-2779. doi:[10.1016/j.ridd.2011.05.032](https://doi.org/10.1016/j.ridd.2011.05.032)
- Wilson, P. H., Adams, I. L., Caeyenberghs, K., Thomas, P., Smits-Engelsman, B., & Steenbergen, B. (2016). Motor imagery training enhances motor skill in children with DCD: A replication study. *Res Dev Disabil, 57*, 54-62. doi:[10.1016/j.ridd.2016.06.014](https://doi.org/10.1016/j.ridd.2016.06.014)
- Wood, G., Miles, C. A., Coyles, G., Alizadehkhayat, O., Vine, S. J., Vickers, J. N., & Wilson, M. R. (2017). A randomized controlled trial of a group-based gaze training intervention for children with Developmental Coordination Disorder. *PLoS One, 12*(2), e0171782. doi:[10.1371/journal.pone.0171782](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0171782)
- Woodrome, S. E., & Fastenau, P. S. (2005). Test-retest reliability of the Extended Complex Figure Test-Motor Independent administration (ECFT-MI). *Archives of clinical neuropsychology, 20*(3), 291-299. doi:[10.1016/j.acn.2004.07.006](https://doi.org/10.1016/j.acn.2004.07.006)
- Zazzo, R. & Galifret-Granjon, N. (1964). *Genèse et formules de la latéralité. Batterie Piaget-Head (test d'orientation droite-gauche). Tests des gnosies digitales.* Neuchâtel: Delachaux & Niestlé.