

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC

ESSAI PRÉSENTÉ À
L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À TROIS-RIVIÈRES

COMME EXIGENCE PARTIELLE
DE LA MAÎTRISE EN ERGOTHÉRAPIE (M. SC.)

PAR
AUDREY-CLAUDE BENOIT

LES HABILITÉS DE MOTRICITÉ FINE DES ENFANTS AYANT UN TAC :
UNE REVUE COMPRÉHENSIVE

AOÛT 2012

Université du Québec à Trois-Rivières

Service de la bibliothèque

Avertissement

L'auteur de ce mémoire ou de cette thèse a autorisé l'Université du Québec à Trois-Rivières à diffuser, à des fins non lucratives, une copie de son mémoire ou de sa thèse.

Cette diffusion n'entraîne pas une renonciation de la part de l'auteur à ses droits de propriété intellectuelle, incluant le droit d'auteur, sur ce mémoire ou cette thèse. Notamment, la reproduction ou la publication de la totalité ou d'une partie importante de ce mémoire ou de cette thèse requiert son autorisation.

SOMMAIRE

Problématique : On estime qu'entre 5 et 6 % des enfants d'âge scolaire ont un trouble d'acquisition de la coordination (TAC) (*American Psychiatric Association* [APA], 2000). Leurs difficultés avec l'écriture sont les raisons premières des demandes de services en ergothérapie (Miller, Missiuna, Macnab, Malloy-Miller & Polatajko, 2001). Bien que plusieurs études définissent des aspects de la motricité fine caractéristiques du TAC, aucune étude récente n'a été faite pour rassembler les différents résultats et les synthétiser afin de mieux comprendre les difficultés vécues par ces enfants à ce niveau.

Objectif : Décrire les habiletés de motricité fine des enfants ayant un TAC. **Méthode :** Une revue compréhensive des écrits scientifiques publiés depuis 1996 a été réalisée. Afin de dresser un portrait complet des habiletés de motricité fine des enfants ayant un TAC et de synthétiser l'information recueillie de façon pertinente pour les ergothérapeutes, les 22 études recensées ont été classifiées selon le cadre théorique du contrôle moteur de Schmidt et Lee (2011). **Résultats :** Les enfants ayant un TAC ont des déficits au niveau des habiletés de motricité fine qui font en sorte que leurs mouvements sont plus lents et moins précis. De plus, la performance dans les tâches de motricité fine serait très variable, notamment dans les activités d'écriture. **Conclusions :** Cette revue compréhensive permettra aux ergothérapeutes de se faire un portrait des habiletés de motricité fine des enfants ayant un TAC et ainsi intervenir au niveau des occupations qui engendrent le plus de défis occupationnels, tel que l'écriture.

Mots-clés : *Developmental coordination disorder* (trouble d'acquisition de la coordination); *motor skills* (habiletés motrices); *visual motor coordination* (coordination visuo-motrice); *child* (enfant); *hand* (main).

Table des matières

SOMMAIRE	ii
LISTE DES TABLEAUX.....	vi
LISTE DES ABRÉVIATIONS.....	vii
REMERCIEMENTS	viii
1. INTRODUCTION	9
2. PROBLÉMATIQUE.....	11
2.1 Définition du TAC	11
2.2 Objectif de la revue	15
3. CADRE THÉORIQUE	16
3.1 Contrôle moteur	16
3.1.1 Contributions des mécanismes sensoriels sur le contrôle moteur.....	16
3.1.2 Contributions centrales au contrôle moteur.....	18
3.1.3 Coordination.....	19
3.1.4 Principes de vitesse et de précision.....	20
3.1.5 Différences individuelles et habiletés.....	21
4. MÉTHODE	22
4.1 Catégorisation et analyse des données	24
5. RÉSULTATS	25
5.1 Contrôle moteur	25
5.1.1 Contributions des mécanismes sensoriels sur le contrôle moteur.....	25
5.1.2 Contributions centrales au contrôle moteur.....	28
5.1.3 Coordination.....	34
5.1.4 Principes de vitesse et de précision.....	37

5.1.5	Différences individuelles et habiletés.	39
6.	DISCUSSION	41
6.1	Contrôle moteur	41
6.1.1	Contributions des mécanismes sensorielles sur le contrôle moteur.	41
6.1.2	Contributions centrales au contrôle moteur.	43
6.1.3	Coordination.....	44
6.1.4	Principes de vitesse et de précision.....	45
6.1.5	Différences individuelles et habiletés.	47
6.2	Variabilité.....	48
6.3	Force.....	49
6.5	Futures recherches.....	51
6.5	Limites de la revue.....	51
7.	CONCLUSION.....	53
	RÉFÉRENCES.....	55
	APPENDICE A.....	61
	APPENDICE B.....	66
	APPENDICE C.....	67

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1	66
Tableau 2	67

LISTE DES ABRÉVIATIONS

<i>APA</i>	<i>American Psychiatric Association</i>
CPP	Cortex pariétal postérieur
CRL	Contrôle rapide en ligne
DT	Développement typique
<i>M-ABC</i>	<i>Movement-Assesment Battery for Children</i>
<i>MAND</i>	<i>McCarron Assessment of Neuromuscular Development</i>
RC	Redondance cinétique
RD	Retard de développement
TAC	Trouble d'acquisition de la coordination
TPGV	Tâche de pointage guidée visuellement
UQTR	Université du Québec à Trois-Rivières
<i>WISC-R</i>	<i>Wechsler Intelligence Scale for Children - Revised</i>

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier tout particulièrement et à témoigner toute ma reconnaissance à Mme Noémi Cantin, enseignante à l'Université du Québec à Trois-Rivières, qui a été ma directrice de recherche. Toute ma reconnaissance pour son aide et ses conseils. Je la remercie également pour sa générosité et sa disponibilité malgré la distance géographique. Ses conseils et son expérience m'ont été des atouts exceptionnels.

Un merci spécial également à Sylvie Poisson et Nadia Lambert, ergothérapeutes au CLSC Pierre-de-Saurel de Sorel, pour le partage de leur expérience clinique avec la clientèle d'enfants ayant un trouble d'acquisition de la coordination.

1. INTRODUCTION

Le trouble d'acquisition de la coordination (TAC) est considéré comme étant un des problèmes de santé majeur chez les enfants d'âge scolaire (Polatajko & Cantin, 2005). Effectivement, avec une prévalence estimée de 5 à 6 % (APA, 2000), ce trouble nécessite qu'on y accorde une attention spéciale. Plusieurs termes ont été utilisés dans le passé pour décrire cette condition (p. ex. : dyspraxie, maladresse), mais 43 experts de huit pays différents en sont venu au consensus que le terme TAC serait utilisé (Polatajko, Fox & Missiuna, 1995) avec les critères diagnostic du *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM-IV)* (APA, 2000). Les ergothérapeutes travaillent fréquemment avec les enfants ayant un TAC dans l'objectif d'améliorer leur rendement occupationnel. Les références des enfants ayant un TAC vers des services d'ergothérapie surviennent principalement pendant les premières années scolaires pour des difficultés au niveau des activités nécessitant des habiletés de motricité fine comme l'écriture, l'utilisation des ciseaux ou la peinture (Miller, Missiuna, Macnab, Malloy-Miller & Polatajko, 2001). Pour la majorité des enfants ayant un développement typique, ces habiletés se développent sans trop de difficulté et deviennent des processus automatiques qui demandent peu d'effort. Avec l'âge, les mouvements de l'enfant deviennent plus fluides, précis et rapides, et ainsi, l'écriture devient rapidement le moyen de communication privilégié par l'école afin d'évaluer les connaissances de l'enfant (Blote & Hamstra-Bletz, 1991). Toutefois, pour les enfants ayant un TAC, l'apprentissage de l'écriture, par exemple, est une étape qui occasionne plusieurs

difficultés (Smits-Engelsman, Niemeijer, & Van Galen, 2001). En ce sens, plusieurs aspects peuvent affecter les habiletés de motricité fine des enfants ayant un TAC, tels que les mécanismes sensorielles, l'imagerie mentale, la coordination, la vitesse d'exécution, la précision, la force, les différences et les habiletés individuelles.

Considérant que personne n'ait porté son attention afin de faire un portrait global des habiletés de motricité fine des enfants ayant un TAC, c'est ce dont cet essai critique fait l'objet. Ainsi, l'objectif de cet ouvrage est de décrire les habiletés de motricité fine des enfants ayant un TAC en se basant sur le cadre théorique du contrôle moteur (Schmidt & Lee, 2011). Une recension des écrits a été faite et 22 études ont été retenues et analysées. Dans cet essai critique, vous retrouverez tout d'abord la problématique qui supporte la raison d'être de cette revue compréhensive, ensuite une description du cadre théorique utilisée, la méthodologie, les résultats des différentes études et finalement, une discussion de ces résultats ainsi que les implications pour l'ergothérapie.

2. PROBLÉMATIQUE

Le trouble d'acquisition de la coordination (TAC) est un trouble neurodéveloppemental qui affecte les habiletés motrices de l'enfant et qui a un impact sur ses activités de la vie quotidienne. Les enfants ayant un TAC sont plus lents et moins précis que les enfants ayant un développement typique au niveau moteur (Ameratunga, Johnston, & Burns, 2004). De plus, il est possible d'affirmer que les enfants ayant un TAC forment un groupe hétérogène, puisque les répercussions peuvent s'observer autant dans les activités de motricité fine que globale, et parfois même dans les deux sphères. Ils diffèrent également dans la sévérité et la variété de leurs problèmes (Visser, 2003). De surcroît, les enfants ayant un TAC ont des profils cognitif et langagier qui diffèrent entre eux (Kaplan, Wilson, Dewey, & Crawford, 1998; Visser, 2003).

2.1 Définition du TAC

Selon le *DSM-IV* (APA, 2000), les critères menant à un diagnostic de TAC sont les suivants :

- A. Les performances dans les activités quotidiennes nécessitant une bonne coordination motrice sont nettement au-dessous du niveau escompté compte tenu de l'âge chronologique du sujet et de son niveau intellectuel. Ex. : retards importants dans les étapes du développement psychomoteur, laisser tomber les objets, « maladresse », mauvaises performances sportives, mauvaise écriture.
- B. La perturbation interfère de façon significative avec la réussite scolaire ou les activités de la vie courante.
- C. La perturbation n'est pas due à une affection médicale générale et ne répond pas aux critères d'un Trouble envahissant du développement.

D. S'il existe un retard mental, les difficultés motrices dépassent celles habituellement associées à celui-ci. (p. 55)

Geuze, Jongmans, Schoemaker et Smits-Engelsman (2001) ont révisé les critères utilisés pour sélectionner les enfants ayant un TAC dans 176 études publiées afin de déterminer comment les critères diagnostiques du *DSM-IV* étaient opérationnalisés en pratique et en recherche. Suite à leur analyse, les auteurs recommandaient que, pour identifier les enfants ayant un TAC, les chercheurs devaient s'assurer que les enfants obtiennent : (1) un résultat supérieur à 69 à un test d'intelligence évaluant le quotient intellectuel; et (2) une performance en-deçà du 15^e percentile dans un test standardisé qui évalue la motricité fine et grossière afin de détecter des problèmes moteurs. Ces auteurs mentionnent même qu'il est préférable que la performance soit en-deçà du 5^e percentile au test qui évalue la motricité fine et grossière dans la recherche. Ils ont également mentionné que le *Movement-Assessment Battery for Children (M-ABC)* (Henderson & Sugden, 1992) était le test moteur le plus utilisé et le plus approprié pour évaluer les critères du TAC selon le *DSM-IV* (APA, 2000). En plus de spécifier qu'une mesure standardisée de motricité fine et globale devait être utilisée, Geuze et collègues (2001) notaient aussi l'importance d'évaluer l'impact des difficultés motrices des enfants dans leurs activités de la vie quotidienne, et ce, afin de s'assurer de rencontrer le critère diagnostique B du *DSM-IV* (APA, 2000). En effet, Magalhães, Cardoso et Missiuna (2011) ont réalisé une revue systématique intitulée *Activities and participation in children with developmental coordination disorder : A systematic review* afin de résumer et de décrire les limitations ainsi que les restrictions des enfants ayant un TAC

dans leurs activités. Parmi les 371 articles retenus, seulement 14 % (44 articles) présentaient les restrictions d'activités et de participation des enfants ayant un TAC. Les difficultés les plus souvent rencontrées étaient au niveau de l'écriture, du jeu avec des balles, de l'habillage et de la participation dans les sports structurés. Parmi les nombreuses difficultés occupationnelles rencontrées, l'écriture est l'occupation dans laquelle les enfants ayant un TAC ont généralement le plus de difficultés. Effectivement, une étude réalisée en Ontario auprès de 556 enfants dont on suspectait la présence d'un TAC a démontré que la raison principale des références en ergothérapie des enfants ayant un TAC était pour des problèmes de motricité fine et que l'écriture était l'occupation dans laquelle ces enfants avaient le plus de difficulté (Miller et coll., 2001).

Il existe différentes hypothèses pour expliquer ces difficultés. Plusieurs études supportent l'hypothèse que les enfants ayant un TAC ont de la difficulté à traiter l'information visuelle (Wilson & McKenzie, 1998). En tenant compte du fait que la plupart des occupations d'un enfant nécessite un traitement de l'information visuelle, il n'est pas surprenant de savoir que les enfants ayant un TAC rencontrent plusieurs défis occupationnels au quotidien.

De surcroît, certains proposent aussi que les enfants ayant un TAC ont des difficultés à utiliser les modèles internes de contrôle moteur (Williams, Thomas, Maruff, Butson, & Wilson, 2006; Wilson et coll., 2004; Wilson, Maruff, Ives, & Currie, 2001). Ces modèles internes procureraient une stabilité au système moteur en prédisant les

résultats d'un mouvement avant que la rétroaction sensori-motrice soit disponible (Wolpert, 1997). L'imagerie mentale est reconnue comme étant le reflet des habiletés d'une personne à créer des modèles internes de contrôle moteur (Skoura, Papaxanthis, Vinter, & Pozzo, 2005). Supportant l'hypothèse du déficit de modulation interne, il semblerait que les enfants ayant un TAC performant de façon atypique dans des tâches d'imagerie mentale comparativement aux enfants du même âge ayant un développement typique (Williams, Thomas, Maruff, Butson, & Wilson, 2006; Wilson et coll., 2004; Wilson, Maruff, Ives, & Currie, 2001).

Quelle que soit l'hypothèse retenue, l'impact du TAC sur les habiletés de motricité fine des enfants est reconnu dans la littérature (Geuze, Jongmans, Schoemaker & Smits-Engelsman, 2001; Smits-Engelsman, Niemeijer & Van Galen, 2001). Pour les ergothérapeutes qui travaillent avec les enfants ayant un TAC, il s'avère important de connaître les caractéristiques des habiletés motrices de ces enfants afin de développer des stratégies de traitement efficaces par la suite (Willoughby & Polatajko, 1995). Depuis la publication de l'étude de Wilson et McKenzie en 1998, aucune synthèse d'articles publiés sur les habiletés de motricité fine des enfants ayant un TAC n'a été réalisée. Comme nous ne connaissons toujours pas les causes du TAC (Miyahara & Möbs, 1995), il s'avère davantage important pour l'ergothérapeute de connaître les difficultés des enfants ayant un TAC que les causes puisque ce professionnel intervient principalement à partir des difficultés et non des causes.

2.2 Objectif de la revue

Ainsi, reconnaissant que la principale raison de référence en ergothérapie des enfants ayant un TAC concerne leur difficulté de motricité fine, tel l'écriture, et considérant qu'une synthèse exhaustive des études expérimentales s'étant intéressées aux habiletés de motricité fine des enfants ayant un TAC est inexistante à ce jour, l'objectif de cet essai était de décrire les habiletés de motricité fine des enfants ayant un TAC telles que décrites dans la littérature scientifique.

3. CADRE THÉORIQUE

Bien qu'il y ait différentes explications pour représenter les mouvements des enfants ayant un TAC, le contrôle moteur est un domaine scientifique qui permet d'étudier le contrôle des mouvements chez les humains. Le contrôle moteur est défini comme étant l'habileté à réguler les mécanismes essentiels au mouvement. Ces mécanismes se retrouvent dans les dimensions de la personne, dans les demandes de la tâche et dans l'environnement (Schmidt & Lee, 2011). Étant donné que les habiletés de motricité fine nécessitent un bon contrôle moteur des yeux et des mains, concepts impliqués dans le cadre théorique du contrôle moteur (Schmidt & Lee, 2011), celui-ci s'avère pertinent. De plus, ce dernier permet d'utiliser un vocabulaire employé par différents auteurs et il permet de classifier les résultats afin de mieux comprendre les habiletés de motricité fine des enfants ayant un TAC. Voici une description de la théorie du contrôle moteur telle que décrite par Schmidt et Lee (2011)

3.1 Contrôle moteur

3.1.1 Contributions des mécanismes sensoriels sur le contrôle moteur. Afin de parvenir à exécuter un mouvement, plusieurs étapes sont nécessaires au préalable, soit la sensation à l'aide de récepteurs sensorielles périphériques, la perception, l'interprétation, la conceptualisation, la stratégie et le plan, l'activation et l'exécution. Un problème de contrôle moteur survient lorsqu'il y a un déficit à une de ces étapes

selon Schmidt et Lee (2011). Ainsi, dans un cas où il n'y a aucun déficit, l'information sensorielle est utilisée au début du mouvement pour contrôler le mouvement et elle peut être de différentes formes (visuelle, auditive, proprioceptive). Selon cet auteur, cette information sensorielle fournit de la rétroaction afin de contrôler nos mouvements avant, pendant ou après qu'ils soient exécutés.

Le concept des modèles internes permet de comprendre les variations dans le contrôle moteur. Schmidt et Lee (2011) décrivent deux types de modèles interne, c'est-à-dire le modèle *forward* et le modèle inverse. Le modèle *forward* intervient soit avant le mouvement afin de prédire l'état futur du ou des membre(s) en mouvement et envoie les commandes motrices pour s'ajuster en fonction de l'instabilité posturale anticipée ou soit pendant le mouvement pour le réajuster s'il est suffisamment lent pour ce faire. Le modèle *forward* procure une stabilité au système moteur en prédisant le résultat des mouvements avant que la rétroaction sensorimotrice ne soit disponible (Wolpert, 1997). Lorsque la rétroaction sensorimotrice est disponible, c'est le modèle inverse qui entre en jeu afin de faire l'ajustement postural. Selon Schmidt et Lee (2011), ce modèle intervient lorsque l'instabilité posturale dans l'exécution d'un mouvement n'avait pas pu être anticipée par le modèle *forward* avant ou pendant le mouvement pour plusieurs raisons possibles tel qu'un mouvement exécuté rapidement. Lorsque le modèle inverse est utilisé pour corriger les mouvements pendant qu'ils sont exécutés dans un court délai, on parle du contrôle rapide en ligne (CRL).

3.1.2 Contributions centrales au contrôle moteur. Une théorie élaborée par James (1890) (cité dans Schmidt & Lee, 2011) suggère que chaque action d'une séquence est déclenchée par la rétroaction produite par le mouvement de l'action précédente. Toutefois, lorsque le mouvement à effectuer est rapide et qu'il n'est pas possible d'utiliser la rétroaction, alors les programmes moteurs du système nerveux central (SNC) ont un rôle à jouer. Les programmes moteurs peuvent être comparés à un disque de musique puisqu'ils contiennent des informations qui organisent le mouvement à l'avance en spécifiant les caractéristiques nécessaires pour produire le mouvement (les muscles utilisés pour le mouvement et l'ordre dans lequel ils seront sollicités, la force des contractions, la durée et l'ordre des contractions, la durée totale du mouvement). Par contre, certaines informations sur le mouvement ne sont pas contenues dans le programme moteur puisque des activités réflexes peuvent intervenir pendant le mouvement. Finalement, les nouveaux mouvements peuvent être produits en sélectionnant des paramètres qui n'ont pas été utilisés auparavant ce qui diminue les difficultés à effectuer un nouveau mouvement (Schmidt & Lee, 2011). Voici un exemple afin de mieux comprendre en quoi constitue un programme moteur. Si on vous demande de lever un bras alors que vous êtes en position debout avec les bras le long du corps, on pourrait croire que la première contraction s'effectue au niveau de l'épaule. Toutefois, ce n'est pas le cas car ce sont les muscles du bas du dos et des jambes qui se contractent en premier (Belen'kii, Gurfinkel & Paltsev, 1967). C'est le programme moteur du mouvement du bras qui prévoit les ajustements posturaux à l'avance tel que contracter le

bas du dos et les jambes pour compenser le déplacement du centre de gravité provoqué par l'élévation du bras.

Plusieurs chercheurs affirment que l'une des contributions importantes du SNC est l'imagerie mentale. Le concept de l'imagerie mentale comporte celui de l'imagerie motrice qui consiste à s'imaginer un mouvement sans produire la contraction musculaire nécessaire pour l'exécution normale du mouvement. Les actions imaginées auraient plusieurs similitudes avec les actions réalisées réellement. De plus, l'imagerie motrice aurait des effets positifs sur l'apprentissage d'habiletés motrices selon plusieurs auteurs (Cerritelli, Maruff, Wilson, & Currie, 2000; Decety & Jeannerod, 1996; Kohl & Fisicaro, 1995; Stevens, 2005).

3.1.3 Coordination. Selon Schmidt et Lee (2011), la coordination de l'œil, la main et la tête s'avère nécessaire pour la réalisation d'un mouvement le plus simple soit-il. Le rythme a une importance dans la coordination. Effectivement, autant pour les enfants ayant un développement typique que ceux ayant un TAC, les mouvements dans lesquelles les membres doivent bouger au même rythme (même organisation temporelle) sont plus faciles à coordonner que lorsque l'organisation temporelle est différente selon chaque membre. L'action « atteindre et prendre » (*reaching and grasping*) est un mouvement discret (avec un début et une fin précis) dans laquelle ses composantes (atteindre et prendre), bien qu'elles semblent séparées, seraient très interdépendantes et ainsi, demanderaient une coordination (Schmidt & Lee, 2011). Cette action de

« atteindre et prendre » est populaire chez les chercheurs qui effectuent des études auprès des enfants ayant un TAC afin d'évaluer la coordination. En exécutant un mouvement dirigé vers une cible, on fait appel aux modèles internes qui transforment l'information sensorielle par rapport à l'emplacement du bras dans l'espace et de la cible à toucher avec la main en commandes motrices appropriées (Wolpert & Kawoto, 1998). C'est ce qu'on appelle le contrôle spatial-moteur.

3.1.4 Principes de vitesse et de précision. Une évidence dans le contrôle moteur est que plus nous bougeons rapidement, plus nous devenons imprécis dans le mouvement que nous tentons d'effectuer : il s'agit de la loi de Fitts qui a été élaborée en 1954. La relation que Fitts a trouvée lie le temps de mouvement (TM) à la largeur des cibles (W) et à leur distance (D) : $TM = a + b [\log_2(2D/W)]$, où a et b sont des constantes. Cette formule mathématique de la relation vitesse-précision s'applique pour les mouvements lents et certains mouvements rapides (ceux demandant une force maximale de contraction de 70 %). Imaginons qu'on demande à un sujet de déplacer un stylet alternativement entre deux cibles d'une certaine largeur et espacées d'une certaine distance, le plus rapidement et précisément possible. Si la distance qui sépare les deux cibles augmente alors la durée des mouvements augmentera aussi. Si la taille des cibles augmente, le temps de mouvement diminue, et donc la vitesse de mouvement augmente. Cette loi universelle de Fitts est très importante afin de comprendre le contrôle moteur.

3.1.5 Différences individuelles et habiletés. Selon Schmidt et Lee (2011), des caractéristiques individuelles à chaque personne et probablement génétiques sous-tendent certaines habiletés pour effectuer un mouvement ou une tâche. Étant donné que l'être humain comporte de nombreuses habiletés et que celles-ci ne sont pas toutes clairement comprises, il n'est pas possible de prévoir la performance d'une personne dans une tâche. On reconnaît que trois facteurs influencent les habiletés : l'âge, les effets des troubles neurologiques et les différences entre les novices et les experts. Quant aux habiletés, celles-ci peuvent être modifiées par la pratique ou l'expérience (Schmidt & Lee, 2011). Ainsi, il s'avère important de considérer ces informations lorsque nous comparons des groupes comme dans le cas présent.

4. MÉTHODE

Une revue compréhensive de la littérature dans les documents scientifiques a été réalisée pour atteindre l'objectif de cet essai critique qui était de décrire les habiletés de motricité fine des enfants ayant un TAC. La période couverte par cette revue était de janvier 1996 à janvier 2012. Le choix de ces années s'est basé sur la méta-analyse de Wilson et McKenzie (1998) qui avait fait la collecte de données d'études publiées entre 1963 et 1996 afin de caractériser les déficits du traitement de l'information sensorielle des enfants ayant un TAC. Depuis la publication de cette méta-analyse, aucune autre étude n'a tenté de faire une synthèse cohérente des habiletés de motricité fine des enfants ayant un TAC. C'est la raison pour laquelle cette revue compréhensive visait les études de 1996 à janvier 2012.

Les bases de données qui ont été consultées sont les suivantes : CINAHL, Medline et PsycINFO. Les mots-clés utilisés pour effectuer la recherche d'articles était : « *DCD AND (hand OR handwriting OR fine motor OR drawing OR reaching OR grasping OR co-ordination OR visuomotor) NOT autism* ». Le mot-clé *DCD* a été choisi puisque c'est le terme qui a été retenu pour définir ce trouble lors du Consensus de London (Polatajko, et coll., 1995). Les mots-clés *hand*, *handwriting*, *fine motor*, *drawing*, *reaching*, *grasping*, *co-ordination* et *visuomotor* ont tous été sélectionnés puisqu'ils sont reliés à la motricité fine. Finalement, le terme *autism* a été exclu puisqu'il

s'agit d'un des critères d'exclusion du TAC tel qu'énoncé dans le point C de la définition du *DSM-IV* (APA, 2000). Par la suite, une lecture des titres et des résumés, si nécessaire, a été effectuée afin de sélectionner les articles en fonction des critères d'inclusion et d'exclusion qui suivent. Puisque l'objectif de cette revue compréhensive était de caractériser les habiletés de motricité fine des enfants ayant un TAC, seulement les études comparatives avec groupe témoin d'enfants ayant un développement typique ont été sélectionnées. De plus, les participants devaient être des enfants âgés entre 5 et 18 ans et l'étude devait aborder un des thèmes suivants :

- contributions des mécanismes sensoriels sur le contrôle moteur;
- contribution du système nerveux central sur le contrôle moteur;
- principes de vitesse et de précision;
- coordination;
- différences individuelles et habiletés.

Les critères d'exclusion étaient les suivants :

- participants qui avaient un diagnostic en comorbidité (p. ex. : Trouble du spectre de l'autisme, Trouble déficitaire de l'attention, Trouble du langage, etc.);
- lorsque le but de l'étude concernait l'évaluation ou l'intervention.

Les études retenues ont été évaluées sommairement afin de s'assurer qu'elles répondaient aux critères de qualité de la grille d'évaluation d'un article scientifique élaborée par Dumont (2011) dans le cadre du cours ERG-6002 à l'Université du Québec à Trois-Rivières (UQTR) que vous retrouverez à l'Appendice A. Les études obtenues étaient au nombre de 136. Suite à l'application des critères d'exclusion présentés ci-haut,

114 études ont été éliminées. Dans le Tableau 1 à l'Appendice B, vous retrouverez le nombre d'article éliminé en fonction des différents critères d'exclusion.

4.1 Catégorisation et analyse des données

Les articles ont été classifiés à l'aide des principes généraux du contrôle moteur tel que conçu par Schmidt et Lee (2011) et que voici :

- contributions des mécanismes sensoriels sur le contrôle moteur;
- contributions centrales au contrôle moteur;
- coordination;
- principes de vitesse et de précision;
- différences individuelles et habiletés.

Étant donné que la majorité des études abordaient plusieurs principes du contrôle moteur dans leurs résultats, elles ont été classées en se basant sur leur objectif principal. Les données qui ont été extraites des études sont celles qui concernaient les enfants ayant un TAC. Les informations principales des articles (auteurs, but, groupe, inclusion, analyse des données, résultats et conclusion des auteurs) se retrouvent dans le Tableau 2 à l'Appendice C.

5. RÉSULTATS

5.1 Contrôle moteur

5.1.1 Contributions des mécanismes sensoriels sur le contrôle moteur.

Smyth, Anderson et Churchill (2001) ont réalisé une étude comparative non randomisée dans le but de déterminer comment les informations visuelles avaient un impact sur le contrôle de la préhension et comment la grosseur et la distance d'un objet à prendre affectaient l'atteinte et la prise de cet objet. L'étude a été effectuée auprès de huit enfants ayant un TAC ($M = 9$ ans 8 mois, âgés entre 8 ans 8 mois à 10 ans 10 mois) et huit enfants ayant un développement typique (DT) ($M = 9$ ans 9 mois, âgés entre 8 ans 9 mois à 10 ans 11 mois). Trois tâches devaient être faites. La première était d'atteindre une cible de différente grosseur avec la vision, la deuxième était de planifier un mouvement (avec la vision), de l'exécuter (sans vision) avec différentes distances entre l'enfant et la cible puis la troisième était d'atteindre une cible éclairée dans un environnement où il faisait noir. Les résultats démontraient que les enfants ayant un TAC n'étaient pas plus dépendants de la vision que les enfants ayant un DT dans le contrôle de leur mouvement. Selon les auteurs, il est possible que les enfants ayant un TAC ne reconnaissaient pas les situations dans lesquelles ils étaient susceptibles de rencontrer des difficultés et qu'ainsi, ils ne faisaient pas les mêmes ajustements que les enfants ayant un DT

Zoia, Castiello, Blason et Scabar (2005) ont réalisé une étude comparative non randomisée afin de décrire l'action d'atteindre une cible chez les enfants ayant un TAC et de déterminer si ces enfants utilisaient la rétroaction d'une façon différente que les enfants ayant un DT. Cette étude a été effectuée auprès de 42 enfants divisés en quatre groupes : (1) 15 enfants ayant un TAC âgés entre 7 et 8 ans ($M = 7$ ans 9 mois, $ÉT = 0,6$); (2) 15 enfants ayant un DT âgés entre 7 et 8 ans ($M = 7$ ans 9 mois, $ÉT = 0,6$); (3) 11 enfants ayant un TAC âgés entre 9 et 10 ans ($M = 9$ ans 8 mois, $ÉT = 0,6$); (4) 11 enfants ayant un DT âgés entre 9 et 10 ans ($M = 9$ ans 8 mois, $ÉT = 0,6$). Les enfants devaient atteindre une cible située du même côté ou du côté opposé à la main qui bougeait dans deux conditions visuelles. La première condition visuelle était la vision normale sans restriction et la deuxième condition était perturbée par le port de lunettes prismatiques. Les résultats de cette étude indiquaient que les trajectoires de mouvement des enfants ayant un TAC étaient plus longues et plus courbées que celles des enfants ayant un DT. Également, le temps de décélération était plus long chez le groupe des enfants ayant un TAC que chez le groupe des enfants ayant un DT. Les résultats supportaient l'idée que l'utilisation de rétroaction visuelle chez les enfants ayant un TAC pourrait être différente que celle des enfants ayant un DT.

King, Kagerer, Haring, Contreras-Vidal et Clark (2011) ont réalisé une étude comparative non randomisée ayant comme objectif d'étudier l'hypothèse que les enfants ayant un TAC avaient un déficit au niveau du contrôle spatial-moteur dans des tâches qui nécessitaient l'intégration de plus d'un sens (p. ex. : visuo-proprioceptif). Cette étude

a été réalisée auprès de 13 enfants ayant un DT et sept enfants ayant un TAC âgés entre 9 et 11 ans. Les enfants devaient atteindre une cible dans deux conditions différentes, soit dans une condition visuelle et une condition auditive où des instructions verbales leur étaient données puis des mesures pendant et après le mouvement étaient prises. Les résultats ont démontré que le contrôle spatial-moteur était semblable chez les enfants ayant un DT et ceux ayant un TAC, même dans différentes conditions sensorielles (visuelle et auditive). En ce sens, les deux groupes s'adaptaient bien aux perturbations visuo-motrices et leur performance auditive-motrice était similaire.

Williams et collaborateurs (2006) ont réalisé une étude comparative non randomisée ayant comme but de tester l'hypothèse du déficit de modulation interne qui stipule que les enfants ayant un TAC avaient de la difficulté à se représenter leur action de façon interne. Cette étude a été réalisée auprès de 18 enfants ayant un TAC ($M = 9,7$ ans; $ÉT = 0,7$ ans) et 18 enfants ayant un DT ($M = 9,2$ ans; $ÉT = 1,4$ ans). Pour ce faire, ils ont utilisé la rotation mentale qui mesure l'imagerie motrice et qui consiste à présenter des objets ou des membres du corps à différents degrés d'inclinaison. Ainsi, les enfants devaient appuyer sur une touche du clavier en fonction de leur réponse à savoir si le stimulus était une main ou un bras gauche ou droite et si la lettre ou le chiffre était à l'endroit ou inversé. Lors des tâches de rotation de la main avec des instructions d'imagerie mentale, le groupe ayant un DT était significativement plus précis que le groupe des enfants ayant un TAC, et ce, sans augmenter leur temps de réponse. Cela

indiquait que les enfants ayant un TAC continuaient d'utiliser la même stratégie que lorsqu'il n'y avait pas d'instruction d'imagerie mentale donnée. Finalement, les résultats supportaient l'hypothèse du déficit de modulation interne.

5.1.2 Contributions centrales au contrôle moteur. Katschmarsky, Cairney, Maruff, Wilson et Currie (2001) ont réalisé une étude comparative non randomisée ayant comme but d'étudier le modèle forward chez les enfants ayant un TAC qui ont des difficultés au niveau de l'imagerie motrice. Cette étude a été réalisée auprès de 14 enfants ayant un TAC âgés entre 7 et 11 ans ($M = 9,5$ ans, $ÉT = 1,1$ an) et 10 enfants ayant un DT âgés entre 8 et 11 ans ($M = 10,0$ ans, $ÉT = 1,3$ ans). Pour évaluer l'imagerie motrice, une tâche de pointage guidée visuellement était utilisée pour mesurer le temps de mouvements imaginés et réels. Les auteurs ont également présenté successivement aux enfants deux cibles, dans un temps inférieur à celui requis pour initier la première saccade oculaire vers la cible, en leur demandant d'effectuer des saccades oculaires vers les deux cibles présentées et dans le même ordre d'apparition. Ainsi, la saccade des yeux vers la deuxième cible présentée devaient être programmée sur les résultats imaginés de la première saccade. Les résultats de cette étude suggèrent que chez les enfants ayant un TAC, il y aurait un lien entre les difficultés au niveau de l'imagerie mentale et au niveau de la performance dans une tâche de saccade oculaire à deux étapes.

Hyde et Wilson (2011a) ont réalisé une étude comparative non randomisée afin d'explorer le contrôle rapide en ligne (CRL) chez les enfants ayant un TAC dans une tâche nécessitant d'atteindre une cible avec deux étapes. Les participants étaient 17 enfants ayant un TAC âgés entre 7 et 12 ans ($M = 9,68$ ans, $ÉT = 1,7$) et 27 enfants ayant un DT et étant du même âge que les enfants ayant un TAC ($M = 9,83$ ans, $ÉT = 1,8$). Les auteurs avaient prédit que les enfants ayant un TAC ajusteraient leur mouvement de façon plus lente en raison de leur difficulté à prédire leur contrôle moteur. Les enfants devaient toucher une cible sur un écran le plus rapidement et le plus précisément possible. Dans 80 % des essais, la cible ne bougeait pas et dans 20 % des essais elle changeait de position au début du mouvement. Les mesures retenues étaient celles du temps de réaction, du temps de mouvement et des erreurs de toucher. Les résultats suggéraient que les enfants ayant un TAC planifiaient et performaient les mouvements simples vers la cible comme les enfants ayant un DT, mais qu'ils étaient moins efficaces pour adapter leurs mouvements en fonction que la cible bougeait ou non. Selon les auteurs, cette difficulté serait attribuée à une difficulté à utiliser des modèles internes de mouvement.

Hyde et Wilson (2011b), les mêmes auteurs que l'étude précédente, ont réalisé une autre étude comparative non randomisée afin de trouver les causes qui pourraient expliquer la lenteur et la précision diminuée chez les enfants ayant un TAC par rapport à ceux ayant un DT dans la performance de tâches à deux étapes. Les participants

consistaient en 13 enfants ayant un TAC ($M = 10,5$ ans, $ÉT = 1,7$) et 13 enfants ayant un DT ($M = 10,3$ ans, $ÉT = 1,4$) âgés entre 8 et 12 ans. Les tâches étaient les mêmes que dans l'étude précédente. Les résultats obtenus étaient que les enfants ayant un TAC par rapport à ceux ayant un DT étaient généralement plus lents pour initier un mouvement et pour corriger leur trajectoire de mouvement lorsqu'il y a un changement de position de la cible. De plus, ils étaient moins précis dans le toucher de la cible. Les auteurs ont conclu que les enfants ayant un TAC avaient de la difficulté à utiliser le modèle *forward* ce qui les empêchait de prédire le contrôle de leur mouvement.

Smits-Engelsman, Bloem-van der Wel et Duysens (2006) ont réalisé une étude comparative non randomisée dans le but d'étudier l'hypothèse que lorsque les enfants ayant un TAC tentent de croiser la ligne médiane, leur performance est diminuée. Cette étude a été effectuée auprès de 48 enfants ayant un TAC et 48 enfants ayant un DT âgés entre 6 et 11 ans ($M = 7,92$ ans). Les instructions données étaient de tracer avec un crayon une ligne entre deux points situés soit du côté controlatéral, ipsilatéral ou au milieu du corps. Les résultats ont démontré que pour les enfants ayant un TAC, croiser la ligne médiane pour effectuer des mouvements de faible amplitude (2,5 cm) n'affectait pas davantage le mouvement que chez les enfants ayant un DT. Ceci impliquait qu'il n'y aurait pas de déficit spécifique au niveau des structures cérébrales impliquées pour la réalisation de mouvements dans l'espace controlatéral.

Wilson et collaborateurs (2004) ont réalisé une étude comparative non randomisée afin de vérifier l'hypothèse que les réponses des enfants ayant un TAC ne seraient pas conformes à celles qu'on devrait obtenir généralement lorsqu'on demande d'imaginer le mouvement d'un membre du corps. L'étude a été faite auprès de 16 enfants ayant un TAC ($M = 10$ ans 4 mois, $ÉT = 19$ mois) et 18 enfants ayant un DT ($M = 10$ ans, $ÉT = 23$ mois) âgés entre 8 et 12 ans. Les enfants devaient appuyer le plus rapidement possible sur la touche d'un clavier appropriée à leur réponse à savoir si la main présentée à l'écran était une main gauche ou droite. Les résultats étaient cohérents avec l'hypothèse initiale : les réponses des enfants ayant un développement typique démontraient un *trade-off* modéré entre le temps de réponse et l'angle de rotation du stimulus (main sur un écran d'ordinateur) contrairement aux enfants ayant un TAC chez lesquels ce *trade-off* était faible. Ces résultats suggéraient que les enfants ayant un TAC, contrairement au groupe d'enfants ayant un DT, ne faisaient pas appel automatiquement à l'imagerie mentale pour exécuter une rotation mentale (où ils s'imagineraient eux-mêmes adopter cette position de main), mais ils s'appuyaient sur une stratégie basée sur l'objet (imaginaient quelqu'un d'autre prendre la position de cette main), ce qui préservait la vitesse et la précision.

Williams, Thomas, Maruff et Wilson (2008) ont réalisée une étude comparative non randomisée afin d'explorer si les habiletés d'imagerie motrice des enfants ayant un TAC étaient reliées à la sévérité de leur déficit moteur. Cette étude a été faite auprès de

21 enfants ayant un TAC sévère ($M = 9,4$ ans, $ÉT = 0,7$, moyenne du rang percentile au $M-ABC = 2,5$, $ÉT = 1,8$), 21 enfants ayant un TAC modéré ($M = 9,8$ ans, $ÉT = 1,0$, moyenne du rang percentile au $M-ABC = 10,0$, $ÉT = 3,6$) et 21 enfants ayant un DT ($M = 9,4$ ans, $ÉT = 1,3$, moyenne du rang percentile au $M-ABC = 65,9$, $ÉT = 23,8$). On présentait sur un écran des mains isolées et des bras sur le corps entier d'une personne puis on demandait aux enfants de déterminer le plus rapidement possible s'il s'agissait d'une main ou d'un bras gauche ou droit. Les résultats ont démontré que les habiletés d'imagerie mentale chez les enfants ayant un TAC variaient selon leur niveau de déficit moteur. Les enfants ayant un TAC sévère ($\leq 5^{\text{e}}$ percentile au $M-ABC$) étaient généralement moins précis que les enfants ayant un DT du même âge sur les mesures d'imagerie mentale, alors que les enfants ayant un TAC modéré (6^{e} au 15^{e} percentile au $M-ABC$) étaient capables de faire les tâches d'imagerie mentale, mais n'avaient pas autant de succès lorsqu'elles devenaient plus complexes. Les enfants ayant un TAC modéré bénéficiaient des instructions qui guidaient l'imagerie mentale (on disait aux enfants d'imaginer leur propre main dans la position présentée), mais pas les enfants ayant un TAC sévère. Ces patrons supportaient l'idée que les enfants ayant un TAC auraient un déficit de l'imagerie mentale qui pourrait avoir des impacts sur leur contrôle et leur apprentissage moteur.

Oliveira, Shim, Loss, Petersen et Clark (2006) ont réalisé une étude comparative non randomisée afin d'examiner la force et le moment de force des doigts ainsi que les

habiletés à contrôler la production de force des doigts des enfants ayant un TAC. Pour ce faire, les auteurs ont utilisé des tâches de manipulation avec un nombre varié de redondances cinétiques¹ (RC). On parle de redondance cinétique lorsque quelqu'un doit effectuer une tâche motrice et que la main fournit un nombre infini de solutions de force de contact avec les doigts. Les participants étaient constitués de 48 enfants ayant un DT âgés de 7 ans ($M = 7,6$ ans, $ÉT = 0,5$), 9 ans ($M = 9,6$ ans, $ÉT = 0,3$) et 11 ans ($M = 11,4$ ans, $ÉT = 0,6$) puis 16 enfants ayant un TAC ($M = 9,6$ ans, $ÉT = 0,2$). Les résultats suggéraient que les enfants ayant un TAC, comparativement aux enfants ayant un DT, étaient capables de produire la même force maximale, mais avaient un pauvre contrôle moteur dans les tâches de manipulation avec beaucoup de RC.

Deconinck, Spitaels, Fials et Lenoir (2009) ont réalisé une étude comparative non randomisée afin d'étudier si les enfants ayant un TAC avaient un déficit au niveau de l'imagerie motrice et si leurs réponses par rapport à la latéralité de mains montrées sur un écran dans une tâche de rotation mentale étaient influencées par la rotation de l'image. L'étude a été réalisée auprès de 13 enfants ayant un TAC ($M = 9,0$ ans, $ÉT = 0,7$) et 13 enfants ayant un DT ($M = 9,3$ ans, $ÉT = 0,7$). On a présenté aux enfants des images de mains et de lettres sur un écran d'ordinateur, et on leur demandait de déterminer si celles-ci étaient droite ou gauche et à l'endroit ou inversée respectivement.

¹ Redondance cinétique : pendant une tâche simple de préhension multi-digitale, la main fournit un nombre infini de solutions de force de contact du bout des doigts pour effectuer la tâche. Cela nécessite de la part du SNC de trouver une solution parmi les nombreuses variables cinétiques possibles (Turvey, 1990).

Les résultats ont démontrés que les enfants ayant un TAC se fiaient à l'imagerie motrice pour résoudre des tâches de rotation mentale, mais que leur jugement semblait compromis par un modèle interne moins bien défini.

5.1.3 Coordination. Biancotto, Skabar, Bulgheroni, Carrozzi et Zoia (2011) ont réalisé une étude comparative non randomisée afin d'étudier l'action « atteindre et prendre » des enfants ayant un TAC comparativement à ceux ayant un DT. Les participants étaient composés de neuf enfants ayant un TAC âgés entre 7 et 9 ans et 27 enfants ayant un DT du même âge que les enfants ayant un TAC. On demandait aux enfants de prendre un cylindre et trois variables étaient manipulées dans la tâche : la vision, la distance et la grosseur de l'objet. Les résultats suggéraient que les enfants ayant un TAC avaient des caractéristiques neurologiques normales des mouvements « atteindre et prendre », mais que l'ouverture de leur main pour la préhension était toujours plus large que le groupe d'enfants ayant un DT, particulièrement lorsque la vision n'était pas permise dans la tâche. Également, la performance des enfants ayant un TAC était toujours plus lente, dépendait davantage de la vision et était plus variable que chez le groupe d'enfants ayant un DT.

Mak (2010) a réalisé une étude comparative non randomisée afin d'étudier la performance de l'action « atteindre et prendre » des enfants ayant un TAC avec une cible en mouvement. Les participants étaient composés de 16 enfants ayant un TAC (*M*

= 8,1 ans, $\acute{E}T = 0,6$) et 11 enfants ayant un DT ($M = 7,9$ ans, $\acute{E}T = 0,6$). La tâche consistait à atteindre et prendre une automobile en jouet après qu'elle ait glissé sur une pente de 8° ou 15° d'inclinaison. Les résultats rapportaient que les enfants ayant un TAC étaient plus lents et généraient une plus grande force maximale que les enfants ayant un DT pour atteindre et prendre une cible en mouvement. Toutefois, l'habileté à modifier leur temps de mouvement et leur force de prise semblait préservée.

Law, Lo, Chow et Cheing (2011) ont réalisé une étude comparative non randomisée dans le but d'explorer comment le contrôle de la force de préhension des enfants ayant un TAC changeait en fonction des exigences de la tâche et d'étudier leur sensibilité tactile. L'étude a été faite auprès de 21 enfants ayant un TAC et 17 enfants ayant un DT âgés de 6 à 12 ans. Lorsque le signal était donné, les enfants devaient soulever une tasse jusqu'à une certaine hauteur (10 cm au-dessus de la table) le plus rapidement possible et attendre le deuxième signal afin de redéposer le plus rapidement possible la tasse sur la table. Il y avait trois conditions expérimentales (tasse vide, tasse avec 45 ml d'eau et tasse vide recouverte de satin). Selon les résultats obtenus, les enfants ayant un TAC prenaient plus de temps pour générer une force de préhension que ceux ayant un développement typique. Ceci pouvait être expliqué par des déficits sensoriels tactiles au niveau des mains, plus précisément par leur faible sensibilité à discriminer deux points dynamiques. Les auteurs ont conclu que le contrôle de la force de préhension chez les enfants ayant ou non un TAC dépendait de la tâche.

Wilmot, Wann et Brown (2006) ont réalisé une étude comparative non randomisée dans le but de documenter le rôle de la vision afin de diriger des mouvements de main rapides et séquentiels chez les enfants ayant un TAC et ceux ayant un DT. Cette étude a été effectuée auprès de sept enfants ayant un TAC ($M = 7$ ans 5 mois) et 10 enfants ayant un DT ($M = 7$ ans 8 mois) âgée de 7 à 8 ans. Les enfants devaient toucher une cible sur un écran avec les doigts de leur main dominante pour un certain nombre d'essais et de leur main non-dominante pour un autre nombre d'essais. Il y avait trois conditions : une cible, deux cibles, et deux cibles qui apparaissaient et disparaissaient. Les enfants ayant un TAC prenaient plus de temps pour initier le mouvement que les enfants ayant un DT lorsqu'ils devaient réajuster leur mouvement en raison du déplacement de la cible. Toutefois, lorsque le mouvement était simple, c'est-à-dire que la cible ne bougeait pas, il n'y avait pas de différence significative entre le temps pris par les deux groupes. De plus, le nombre d'erreurs augmentaient quand plusieurs mouvements étaient requis.

Ameratunga et collaborateurs (2004) ont effectué une étude comparative non randomisée dans le but d'étudier les habiletés motrice et de perception des enfants ayant un TAC et de ceux ayant un DT. Cette étude a été faite auprès de neuf enfants ayant un TAC âgés de six ans ($ÉT = 6$ mois) et neuf enfants ayant un DT du même âge et du même sexe que ceux ayant un TAC. Les enfants devaient atteindre une cible sous différentes conditions visuelles et kinesthésiques. Les résultats ont démontré que les

enfants ayant un TAC bougeaient plus lentement, avec des trajectoires de mouvement plus longues et étaient moins précis que les enfants ayant un DT. Aussi, selon les auteurs, il semblerait que les enfants ayant un TAC présentaient des problèmes visuel et kinesthésique.

Huh, Williams et Burke (1998) ont réalisé une étude comparative non randomisée dans l'objectif d'étudier les caractéristiques neuromusculaires et les temps de mouvements unilatéraux et bilatéraux chez des enfants ayant un TAC et d'autres ayant un DT. Dans cette étude, on retrouvait 20 enfants ayant un TAC (10 de 6 à 7 ans et 10 de 9 à 10 ans) et 20 enfants ayant un DT (10 de 6 à 7 ans et 10 de 9 à 10 ans). Les enfants devaient toucher une cible le plus rapidement possible lorsque la consigne leur était donnée. Les données neuromusculaires obtenues suggéraient qu'il y avait des différences importantes au niveau du contrôle moteur des enfants ayant un TAC et ceux ayant un DT pour organiser leurs mouvements bilatéraux. D'ailleurs, les enfants ayant un TAC étaient significativement moins cohérents dans l'exécution d'une variété de tâches motrices que les enfants ayant un DT. Ainsi, selon les auteurs, cela supportait l'idée que les enfants ayant un TAC utilisaient des stratégies de contrôle moteur pour organiser et exécuter des mouvements différentes de celles des enfants ayant un DT.

5.1.4 Principes de vitesse et de précision. Rosenblum et Livneh-Zirinski (2008) ont réalisé une étude comparative non randomisée afin de comparer l'écriture et

la production écrite des enfants ayant un TAC à ceux ayant un DT. Cette étude a été faite auprès de 20 enfants ayant un TAC ($M = 8$ ans) et 20 enfants ayant un DT ($M = 7$ ans 9 mois) âgés entre 7 à 10 ans. Ils ont demandé aux enfants de faire des tâches d'écriture sur une tablette électronique. Les résultats ont démontré des différences significatives entre les groupes (enfants ayant un TAC et enfants ayant un DT). La variable la plus différente (- 0,67) était celle du « nombre de lettres effacées ou réécrites » (discrimination 80 – 90 %). Les enfants ayant un TAC passaient plus de temps avec le crayon dans les airs, écrivaient plus lentement, appliquaient moins de pression sur le crayon et leur transition entre chaque lettre était plus complexe que les enfants ayant un DT. Le résultat écrit des enfants ayant un TAC était également moins lisible, moins organisé et il y avait plus de lettres corrigées que les enfants ayant un DT.

Wilson et collaborateurs (2001) ont réalisé une étude comparative non randomisée dont l'objectif était de déterminer si la difficulté des enfants ayant un TAC à imaginer des séquences de mouvement de façon conforme à la loi de Fitts était attribuable au manque de précision de l'imagerie mentale par rapport à la force. Les participants étaient composés de 20 enfants ayant un TAC ($M = 119,3$ mois, âgés entre 97 et 141 mois) et 20 enfants ayant un DT ($M = 120,3$ mois, âgés entre 97 et 138 mois). Les enfants devaient relier avec un crayon une ligne à un carré de différentes tailles sur une feuille de plastique avec et sans poids sur le crayon. Des essais imaginés étaient également faits. Ils ont également administré le *Florida Praxis Imagery Test* (Ochipa et coll., 1997) en y modifiant les objets qui étaient utilisés avec les adultes pour des objets

qui pouvaient être utilisés avec les enfants. La performance des enfants ayant un TAC dans les mouvements faits en vrai était équivalente aux enfants ayant un DT. Toutefois, pour les mouvements imaginés chez les enfants ayant un TAC, il semblerait que les composantes de force et de temps soient atteintes.

5.1.5 Différences individuelles et habiletés. Smits-Engelsman, Westenberg et Duysens (2008) ont réalisé une étude comparative non randomisée dans laquelle la précision et la stabilité de la force des doigts ont été étudiées en utilisant des tâches isométriques avec des enfants ayant un TAC et ayant un DT. Les participants étaient constitués de 48 enfants divisés en trois groupes d'âge (7, 9 et 11 ans), dont 24 ayant un TAC ($M = 9,33$ ans, $ÉT = 1,7$) et 24 ayant un développement typique ($M = 9,38$ ans, $ÉT = 1,7$). Les enfants devaient appuyer sur une barre avec leur index jusqu'à ce que le curseur rejoigne une ligne spécifique à l'écran et ensuite maintenir cette force. Les résultats de l'étude ont démontré que les enfants ayant un TAC pouvaient produire la même force maximale des doigts que les enfants ayant un DT, mais avaient un pauvre contrôle de la stabilité ce qui menait à de plus grandes erreurs. Finalement, les enfants ayant un TAC rejoignaient la même performance que leurs pairs ayant un DT vers l'âge de 11 ans, à l'exception des niveaux de force plus faibles tel que requis dans les tâches de motricité fine.

Bo, Bastian, Kagerer, Contreras-Vidal et Clark (2008) ont réalisé une étude comparative non randomisée afin de déterminer si les enfants ayant un TAC avaient des déficits de synchronisation lorsqu'ils effectuaient des mouvements continus et discontinus. Ils voulaient également déterminer si la variabilité au niveau du temps qui est souvent retrouvée chez les enfants ayant un TAC diminuait lorsque la tâche demandait moins de mouvements des membres. Cette étude a été faite auprès de 10 enfants ayant un TAC ($M = 9,03$ ans, $ÉT = 1,4$) et 10 enfants ayant un DT ($M = 8,62$ ans, $ÉT = 1,5$) âgés entre 5 et 11 ans. Dans cette étude, les enfants devaient dessiner des lignes et des cercles continus et discontinus. Deux des 10 enfants ayant un TAC ont démontré des déficits dans les deux types de dessins discontinus (lignes et cercles). De plus, trois autres enfants avaient des problèmes de synchronisation seulement pour dessiner une ligne discontinue. Les auteurs mentionnaient l'importance d'une analyse individualisée avec les enfants ayant un TAC.

6. DISCUSSION

L'objectif de cette revue compréhensive était de décrire les habiletés de motricité fine des enfants ayant un TAC. Pour ce faire, 22 études ont été classifiées selon le cadre théorique du contrôle moteur de Schmidt et Lee (2011). Dans les pages qui suivent, une discussion des différents résultats obtenus a été faite.

6.1 Contrôle moteur

6.1.1 Contributions des mécanismes sensorielles sur le contrôle moteur.

Selon Schmidt et Lee (2011), la vision joue un rôle essentiel sur le contrôle moteur. De plus, afin d'avoir une prise contrôlée sur un objet, les fonctions tactiles et proprioceptives des doigts doivent être intactes.

Certains auteurs ont tenté de mieux comprendre quelles informations sensorielles étaient utilisées par les enfants ayant un TAC lorsqu'ils complétaient des activités de motricité fine. Pour ce qui est de la vision, selon Smyth et Mason (1998), lorsque des informations visuelles et proprioceptives étaient disponibles, les enfants ayant un TAC utilisaient davantage la vision que la proprioception pour contrôler leur mouvement, tout comme leurs pairs ayant un DT. Toutefois, d'autres auteurs affirmaient que la dépendance des enfants ayant un TAC sur la vision allait au-delà de celle de leurs pairs,

ce qui pourrait expliquer leur temps de mouvement prolongé (Smyth, et coll., 2001; Zoia, et coll., 2005).

Au niveau tactile, il semblerait que le seuil de sensibilité de discrimination soit plus élevé chez les enfants ayant un TAC (Law, et coll., 2011). Ceci expliquerait pourquoi les enfants ayant un TAC étaient moins efficaces que leurs pairs pour déterminer la force à appliquer telle que lors de l'écriture, où les enfants ayant un TAC appliquaient une pression plus grande que les enfants ayant un DT (Smits-Engelsman, et coll., 2006).

Au niveau auditif, lorsque les enfants ayant un TAC devaient diriger leur mouvement vers des cibles acoustiques qui faisaient appel à leur ouïe plutôt qu'à leur vision, King et collaborateurs (2011) ont observé qu'il n'y avait pas de différence significative entre les enfants ayant un TAC et ceux ayant un DT.

Wolpert et Flanagan (2010) rapportent que la contribution de l'information sensorielle au contrôle moteur se ferait entre autres par son influence sur les modèles internes. En effet, deux modèles internes utilisent les informations sensorielles pour contrôler les mouvements : le modèle *forward* et le modèle inverse. Le modèle *forward* est utilisé pour prédire les résultats d'un mouvement avant que la rétroaction sensorielle soit disponible, alors que le modèle inverse l'utilise pour ajuster le mouvement (Schmidt & Lee, 2011). Hyde et Wilson (2011a; 2011b) ainsi que Katschmarsky et

collaborateurs (2001) ont proposé que les enfants ayant un TAC auraient des difficultés à utiliser le modèle *forward*, ce qui aurait pour impact, entre autres, de prolonger leur temps de mouvement lorsque le mouvement doit être préprogrammé.

6.1.2 Contributions centrales au contrôle moteur. En l'absence d'un mouvement réel, il est possible de l'imaginer. C'est ce qu'on appelle l'imagerie mentale (Decety, 1996). Chez les enfants ayant un DT, le temps nécessaire pour exécuter un mouvement imaginé corrèle étroitement avec le temps requis pour exécuter le vrai mouvement (Parsons, 1994; Sirigu et coll., 1996). Selon Williams et collaborateurs (2008), les enfants ayant un TAC qui avaient un score en-dessous du 5^e percentile au *M-ABC* auraient aussi un déficit au niveau de l'imagerie mentale. Toutefois, dans le cas des enfants ayant un TAC qui avaient un score entre le 6^e et le 15^e percentile au *M-ABC*, les difficultés d'imagerie mentale n'étaient évidentes que pour les tâches complexes (Williams, et coll., 2008). Par contre, de la mise en œuvre d'une intervention qui visait spécifiquement l'amélioration des habiletés d'imagerie mentale des enfants ayant un TAC, des résultats mixtes furent obtenus. Pour deux études, les enfants ayant un TAC ont amélioré leur vitesse de mouvement (Williams, et coll., 2008; Wilson, et coll., 2001) alors que pour une étude, aucune amélioration n'a été notée (Williams, et coll., 2006).

Bien que l'imagerie mentale semble avoir un rôle important à jouer sur le contrôle moteur, les données factuelles d'études d'intervention semblaient suggérer que les difficultés d'imagerie mentale n'étaient pas un problème généralisable à tous les

enfants ayant un TAC. En effet, les résultats suggéraient que la performance au niveau de l'imagerie mentale des enfants ayant un TAC dépendait de différents facteurs tels que la sévérité des déficits associés au TAC, la complexité de la tâche d'imagerie mentale et les indices fournis.

6.1.3 Coordination. Afin qu'un mouvement de motricité fine soit fait de façon contrôlée, cela nécessite une bonne coordination à plusieurs niveaux : les contractions musculaires doivent être faites aux bons moments, l'ordre dans lequel les muscles se contractent doit être adéquat, puis les mouvements des yeux et des mains doivent être coordonnés (Schmidt & Lee, 2011).

Tout d'abord, pour la coordination au niveau de la contraction des muscles, il semblerait que l'enclenchement des contractions des muscles n'était pas fait aux moments appropriés chez les enfants ayant un TAC (Biancotto, et coll., 2011). À ce sujet, Huh et collaborateurs (1998) précisait que les enfants ayant un TAC contractaient leur muscle agoniste de façon prolongée ce qui retardait la contraction du muscle antagoniste et avait un impact au niveau de la précision du mouvement.

Finalement, plusieurs auteurs se sont penchés sur la coordination œil-main. Selon Fisk et Goodale (1985), si le regard était dirigé vers une cible avant qu'il soit dirigé vers la main, alors le mouvement créé par les yeux produisait une copie efférente qui était utilisée par la suite pour le mouvement de la main. Selon plusieurs auteurs, les enfants

ayant un TAC regardaient la cible comme les enfants ayant un DT, mais ce temps de fixation était plus long que leurs pairs ayant un DT avant d'initier le mouvement (Deconinck, et coll., 2009; Mak, 2010; Zoia, et coll., 2005; Wilmut, et coll., 2006). Lorsque la cible changeait de position une fois que le mouvement était initié, cela demandait une plus grande coordination des yeux et des mains. Dans ces cas, les auteurs s'entendaient pour dire que les enfants ayant un TAC étaient moins précis que leurs pairs ayant un DT (Katschmarsky, et coll., 2001), prenaient plus de temps pour diriger leur yeux vers la deuxième cible, faisaient davantage d'erreurs d'initiation de mouvement et étaient plus lents pour effectuer leur mouvement (Hyde & Wilson, 2011a, 2011b; Wilmut, et coll., 2006).

6.1.4 Principes de vitesse et de précision. La loi de Fitts stipule que plus nous tentons d'effectuer un mouvement rapidement, moins précis il sera (Schmidt & Lee, 2011). Ainsi, avant d'atteindre une cible, il y a généralement une phase de décélération afin de toucher la cible le plus précisément possible. Cependant, ce n'était pas le cas pour les enfants ayant un TAC qui avaient tendance à avoir une vitesse plus grande que les enfants ayant un DT dans la phase précédent le toucher d'une cible (Smyth, et coll., 2001). Mis à part cette phase avant le toucher de la cible qui était plus rapide chez les enfants ayant un TAC, leur mouvement dans des tâches de motricité fine était généralement plus lent que les enfants ayant un DT (Rosenblum & Livneh-Zirinski, 2008; Biancotto, et coll., 2011; Mak, 2010; Smits-Engelsman, et coll., 2006; Wilson, et coll., 2001). Ceci concorde avec l'opinion de parents d'enfants ayant un TAC qui

mentionnaient que leurs enfants prenaient beaucoup de temps pour s'habiller (Summers, Larkin & Dewey, 2008). Huh et collaborateurs (1998) ajoutaient que le temps de mouvement pour les enfants ayant un TAC serait plus long autant pour les mouvements unilatéraux que bilatéraux.

En ce qui concerne la précision, plusieurs auteurs s'entendaient pour affirmer que les enfants ayant un TAC étaient moins précis pour toucher une cible que ceux ayant un DT (Ameratunga, et coll., 2004; Deconinck, et coll., 2009; Huh, et coll., 1998; Hyde & Wilson, 2011b). Effectivement, le trajet du mouvement des enfants ayant un TAC était plus long que ceux ayant un DT (Ameratunga, et coll., 2004; Biancotto, et coll., 2011; Zoia, et coll., 2005). Ce manque de précision chez les enfants ayant un TAC avait une influence dans leurs occupations. Effectivement, le produit écrit des enfants ayant un TAC était moins lisible, moins organisé et contenait davantage de lettres corrigées que celui des enfants ayant un DT (Rosenblum & Livneh-Zirinski, 2008). Ces données concordaient avec l'étude de Miler et collaborateurs (2001) qui mentionnaient que la raison principale des références en ergothérapie des enfants ayant un TAC était pour des difficultés au niveau de l'écriture.

Les résultats précédents concordaient avec l'idée de Smits-Engelsman et collaborateurs (2001), soit que les enfants ayant un TAC prenaient plus de temps pour

effectuer leur mouvement puis que ce dernier était moins fluide et précis que ceux ayant un DT.

6.1.5 Différences individuelles et habiletés. Les différences individuelles ont un impact sur le contrôle moteur. L'âge, les effets des troubles neurologiques ainsi que la pratique sont trois facteurs qui peuvent influencer les habiletés d'une personne (Schmidt & Lee, 2011). Il est largement reconnu que la sévérité ainsi que les impacts fonctionnels du TAC varient d'un enfant à un autre (Willoughby & Polatajko, 1995).

Plus précisément, au niveau de l'âge, il y a une étape de développement significative dans l'atteinte et la prise d'un objet chez les enfants entre 7 et 12 ans. Le développement suivrait une trajectoire qui n'est pas constante avec une réorganisation temporaire du contrôle vers 8 ans selon Hay (1979) (cité dans Hyde & Wilson, 2011) : il semblerait que la performance déclinerait à cet âge pour ensuite s'améliorer vers 9 ans (Pellizzer & Hauert, 1996). Chez les enfants ayant un TAC, le temps de mouvement serait plus long plus particulièrement chez le groupe d'âge 7 à 9 ans (Zoia, et coll., 2005; Hyde & Wilson, 2011b). Ainsi, à la lumière de ces résultats, il est possible de croire que les enfants ayant un TAC ont également une période de réorganisation du contrôle, mais que celle-ci est plus longue que celle des enfants ayant un DT.

Ensuite, de par les critères diagnostiques du TAC, la motricité fine des enfants ayant un TAC ne devrait pas être affectée à cause d'un trouble neurologique (APA, 2000). La présence d'un déficit subtil échappant aux tests neurologiques standards reste toutefois possible.

Enfin, il s'avère difficile d'établir un portrait généralisable à tous les enfants ayant un TAC étant donné que leur niveau de sévérité des déficits n'est pas tous le même et que leurs habiletés diffèrent entre eux, tout comme pour les enfants ayant un DT (Schmidt & Lee, 2011). Ces différences individuelles expliqueraient, en partie, pourquoi certains enfants ont davantage de difficultés au niveau des activités nécessitant des habiletés de motricité fine tel que l'écriture, d'autres dans des activités faisant appel à des habiletés de motricité globale telles que les sports et d'autres à ces deux niveaux (Magalhães, Cardoso & Missiuna, 2011).

6.2 Variabilité

Un concept qui ne faisait pas partie du cadre théorique est ressorti dans les résultats de plusieurs études et il s'agit de la variabilité chez les enfants ayant un TAC. Ceux-ci présenteraient une plus grande variabilité que les enfants ayant un DT à différents niveaux. Au niveau de la force appliquée sur un objet, plus elle était grande, plus la force était variable (Smits-Engelsman, et coll., 2008). Il semble également qu'il y avait de la variabilité au niveau des erreurs de direction du mouvement initial (King, et

coll., 2001), de leur contrôle moteur (Biancotto, et coll., 2011), de leurs erreurs (Wilmot, et coll., 2006), de leur performance (Bo, et coll., 2008) et de leur temps de mouvement (Bo, et coll., 2008; Wilson, et coll., 2001). Ces résultats rejoignent ceux de Visser (2003) qui démontraient que les enfants ayant un TAC avaient des déficits variables.

6.3 Force

La force est un autre thème important qui est ressorti des résultats des 22 études. Afin de pouvoir faire des tâches nécessitant des habiletés de motricité fine, un certain niveau de force est requis (Schmidt & Lee, 2011). Certains auteurs mentionnaient que la force maximale des enfants ayant un TAC était égale à celle des enfants ayant un DT du même âge qu'eux (Oliveira, et coll., 2006; Smits-Engelsman, et coll., 2008) alors qu'un autre croyait que la force maximale des enfants ayant un TAC était plus grande que celle des enfants ayant un DT (Mak, 2010). De plus, tel que mentionné précédemment, les enfants ayant un TAC avaient de la difficulté à appliquer la force ajustée aux besoins de la tâche (Smits-Engelsman, et coll., 2006). Ainsi, leur contrôle moteur était affecté par leur manque de contrôle de la force (Smits-Engelsman, et coll., 2006).

6.4 Applications pratiques à l'ergothérapie

Étant donné qu'un des critères diagnostic du TAC du *DSM-IV* est que la performance de l'enfant dans les activités quotidiennes nécessitant une bonne coordination motrice doit être en-dessous de l'âge chronologique de l'enfant (APA,

2000), il y a tout lieu de croire que l'ergothérapeute est un professionnel de la santé qui a un rôle majeur à jouer avec cette clientèle. En effet, les résultats de cette revue compréhensive permettront aux ergothérapeutes de développer leurs connaissances quant aux habiletés de motricité fine des enfants ayant un TAC. Effectivement, bien que la principale raison de référence en ergothérapie des enfants ayant un TAC concerne les difficultés d'écriture (Miller et coll., 2001), il n'y a pas de doute que les interventions de l'ergothérapeute avec cette clientèle viseront également d'autres occupations telles que les soins personnels, les jeux de ballon et organiser le matériel scolaire dans son sac à dos et son pupitre. En ce sens, les résultats obtenus par cette revue compréhensive suggèrent que les enfants ayant un TAC pourraient rencontrer des défis occupationnels lorsque des mouvements précis et/ou rapides doivent être effectués, la vision n'est pas disponible, une coordination est requise et que la pratique du mouvement est limitée.

En ce qui concerne l'évaluation des enfants ayant un TAC, une meilleure compréhension des difficultés de motricité fine de l'enfant permettra de mieux cibler les aspects de la personne à travailler au niveau des interventions. Effectivement, l'évaluation individualisée est de mise étant donné les différences individuelles parmi les enfants ayant un TAC. Ensuite, au niveau des interventions, avec les résultats obtenus dans cette revue compréhensive, nous pouvons imaginer qu'il y aura beaucoup d'enseignement à faire auprès des proches, des éducateurs et des enseignants de ces enfants. Par exemple, pour un enfant ayant des difficultés au niveau de la motricité fine, il est fort possible que l'ergothérapeute suggère à l'enseignant de laisser plus de temps à

l'enfant ayant un TAC pour faire ses rédactions écrites et de réduire ses exigences quant à la qualité de la calligraphie étant donné que les résultats obtenus démontrent que les enfants ayant un TAC sont plus lents et moins précis que ceux ayant un DT (Ameratunga, et coll., 2004; Deconinck, et coll., 2009; Huh, et coll., 1998; Hyde & Wilson, 2011b; Smits-Engelsman et coll., 2001).

6.5 Futures recherches

Cette revue compréhensive s'est davantage concentrée sur le contrôle moteur des habiletés de motricité fine des enfants ayant un TAC. Ainsi, elle était davantage focalisée sur l'aspect physique de ces enfants. En ce sens, dans le cas de futures recherches sur ce sujet, il s'avérerait pertinent qu'une autre revue compréhensive de la littérature soit réalisée afin d'étudier l'impact des habiletés de motricité fine des enfants ayant un TAC dans leurs activités. Nous aurions ainsi un portrait complet des habiletés de motricité fine et de leurs impacts dans le quotidien chez les enfants ayant un TAC, ce qui serait pertinent pour les ergothérapeutes.

6.5 Limites de la revue

Bien que cette revue compréhensive ait permis de faire un portrait détaillé des habiletés de motricité fine des enfants ayant un TAC, elle comporte tout de même des limites. Tout d'abord, les données des études qui utilisaient des cibles ont été comparées

entre elles sans tenir compte du fait qu'elles n'avaient pas toutes les mêmes grandeurs de cible à atteindre. Ceci pouvait avoir un impact sur la performance des enfants. Également, ce ne sont pas toutes les études qui ont utilisé les mêmes critères d'inclusion des enfants ayant un TAC. Pour certaines, les enfants ayant un TAC devaient répondre à tous les critères diagnostic du *DSM-IV* (APA, 1994) alors que pour d'autres ce n'était pas le cas. De surcroît, pour certaines études, un des critères d'inclusion pour le groupe des enfants ayant un TAC était un résultat inférieur au 5^e percentile au *M-ABC* tel que recommandé par Geuze et collaborateurs (2001) alors que pour d'autres c'était le 15^e percentile.

7. CONCLUSION

Dans cet essai critique, l'objectif était de décrire les habiletés de motricité fine des enfants ayant un TAC en se basant sur le cadre théorique du contrôle moteur de Schmidt et Lee (2011). Les résultats des 22 études recensées ont permis de démontrer que les enfants ayant un TAC ont des déficits dans la majorité des concepts associés au contrôle moteur (Schmidt & Lee, 2011). Les déficits sensori-moteurs ne seraient pas les seules causes de difficultés dans les activités faisant appel à la motricité fine chez les enfants ayant un TAC : la vitesse et la précision seraient également des facteurs qui influenceraient négativement leur performance dans des tâches de motricité fine. Effectivement, leur mouvement dans des tâches de motricité fine est généralement plus lent que les enfants ayant un DT. De plus, en ce qui concerne la qualité du mouvement, les enfants ayant un TAC sont moins précis que ceux ayant un DT. On peut également affirmer qu'ils ont une difficulté au niveau de la coordination du mouvement des yeux et des mains. Au niveau clinique, cette revue compréhensive de la littérature démontre que l'ergothérapeute est un professionnel qui a un rôle important à jouer avec les enfants ayant un TAC. Étant donné qu'il y a beaucoup de variabilité et de différences individuelles entre les enfants ayant un TAC, l'évaluation et l'intervention individualisées en ergothérapie sont essentielles avec cette clientèle afin de répondre à leurs besoins. Somme toute, il serait pertinent que de futures recherches sur la clientèle

d'enfants ayant un TAC soient faites en se concentrant d'avantage sur l'impact que les caractéristiques de leur contrôle moteur a sur leurs occupations quotidiennes.

Finalement, au-delà de tous les déficits énoncés dans cette revue, les enfants ayant un TAC ont également des forces, et en tant qu'ergothérapeute, c'est avec celles-ci que nous devons travailler pour atteindre les objectifs désirés par l'enfant et viser une approche centrée sur le client.

RÉFÉRENCES

- Ameratunga, D., Johnston, L., & Burns, Y. (2004). Goal-directed upper limb movements by children with and without DCD: a window into perceptuo-motor dysfunction? *Physiotherapy Research International*, 9(1), 1-12.
- American Psychiatric Association (APA) (2000). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM-IV-TR)*. Washington, DC : APA.
- Belen'kii, V. Y, Gurfinkel, V. S, & Paltsev, Y. I. (1967). Elements of control of voluntary movements. *Biophysics*, 12, 135-141.
- Biancotto, M., Skabar, A., Bulgheroni, M., Carrozzi, M., & Zoia, S. (2011). Neuromotor deficits in developmental coordination disorder: Evidence from a reach-to-grasp task. *Research In Developmental Disabilities*, 32(4), 1293-1300. doi: 10.1016/j.ridd.2011.02.007
- Blote, A. W., & Hamstra-Bletz, L. (1991). A longitudinal study on the structure of handwriting. *Perceptual and Motor Skills*, 72(3), 983-994. doi: 10.2466/pms.1991.72.3.983
- Bo, J., Bastian, A. J., Kagerer, F. A., Contreras-Vidal, J. L., & Clark, J. E. (2008). Temporal variability in continuous versus discontinuous drawing for children with Developmental Coordination Disorder. *Neuroscience Letters*, 431(3), 215-220.
- Cerritelli, B., Maruff, P., Wilson, P., & Currie, J. (2000). The effect of an external load on the force and timing components of mentally represented actions. *Behavioural Brain Research*, 108, 91-96.
- Decety, J. (1996). The neurophysiological basis of motor imagery. *Behavioural Brain Research*, 77(1-2), 45-52. doi: 10.1016/0166-4328(95)00225-1
- Decety, J., & Jeannerod, M. (1996). Mentally simulated movements in virtual reality : Does Fitts's law hold in motor imagery? *Behavioural Brain Research*, 72, 127-134.
- Deconinck, F. J. A., Spitaels, L., Fias, W., & Lenoir, M. (2009). Is developmental coordination disorder a motor imagery deficit? *Journal Of Clinical And*

Experimental Neuropsychology, 31(6), 720-730. doi: 10.1080/13803390802484805

Dumont, C. (2011). *Grille d'évaluation d'un article scientifique*. Document inédit, Département d'ergothérapie, Université du Québec à Trois-Rivières, QC.

Fisk, J. D., & Goodale, M. A. (1985). The organization of eye and limb movements during unrestricted reaching to targets in contralateral and ipsilateral visual space. *Experimental Brain Research*, 60(1), 159-178. doi: 10.1007/bf00237028

Geuze, R. H., Jongmans, M. J., Schoemaker, M. M., & Smits-Engelsman, B. C. M. (2001). Clinical and research diagnostic criteria for developmental coordination disorder: a review and discussion. *Human Movement Science*, 20(1-2), 7-47. doi: 10.1016/s0167-9457(01)00027-6

Hammerschmidt, S. L., & Sudsawad, P. (2004). Teachers' Survey on Problems With Handwriting: Referral, Evaluation, and Outcomes. *The American Journal of Occupational Therapy*, 58(2), 185-192. doi: 10.5014/ajot.58.2.185

Henderson, S. E., & Sugden, D. A. (1992). *Movement assessment battery for children*. Sidcup : The Psychological Corporation.

Huh, J., Williams, H. G., & Burke, J. R. (1998). Development of bilateral motor control in children with developmental coordination disorders. *Developmental Medicine And Child Neurology*, 40(7), 474-484.

Hyde, C., & Wilson, P. (2011a). Online motor control in children with developmental coordination disorder: chronometric analysis of double-step reaching performance. *Child: Care, Health & Development*, 37(1), 111-122. doi: 10.1111/j.1365-2214.2010.01131.x

Hyde, C., & Wilson, P. (2011b). Dissecting online control in Developmental Coordination Disorder: A kinematic analysis of double-step reaching. *Brain & Cognition*, 75(3), 232-241.

Kaplan, B. J., Wilson, B., Dewey, D., & Crawford, S. G. (1998). DCD may not be a discrete disorder. *Human Movement Science*, 17(4-5), 471-490. doi: 10.1016/s0167-9457(98)00010-4

Katschmarsky, S., Cairney, S., Maruff, P., Wilson, P. H., & Currie, J. (2001). The ability to execute saccades on the basis of efference copy: impairments in double-step saccade performance in children with developmental co-ordination disorder.

Experimental Brain Research. Experimentelle Hirnforschung. Expérimentation Cérébrale, 136(1), 73-78.

- King, B. R., Kagerer, F. A., Harring, J. R., Contreras-Vidal, J. L., & Clark, J. E. (2011). Multisensory adaptation of spatial-to-motor transformations in children with developmental coordination disorder. *Experimental Brain Research. Experimentelle Hirnforschung. Expérimentation Cérébrale*, 212(2), 257-265.
- Kohl, R.M., & Fisciaro, S.A. (1995). Imaging goal-directed movement. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 66, 17-31.
- Law, S.-H., Lo, S. K., Chow, S., & Cheing, G. L. Y. (2011). Grip force control is dependent on task constraints in children with and without developmental coordination disorder. *International Journal Of Rehabilitation Research*, 34(2), 93-99.
- Magalhães, L. C., Cardoso, A. A., & Missiuna, C. (2011). Activities and participation in children with developmental coordination disorder: A systematic review. *Research In Developmental Disabilities*, 32(4), 1309-1316. doi: 10.1016/j.ridd.2011.01.029
- Mak, M. K. Y. (2010). Reaching and grasping a moving target is impaired in children with developmental coordination disorder. *Pediatric Physical Therapy*, 22(4), 384-391. doi: 10.1097/PEP.0b013e3181f9d885
- McCarron, L. (1997). *McCarron assessment of neuromuscular development : Fine and gross motor abilities (revised ed.)*. Dallas, TX : Common Market Press.
- Miller, L.T., Missiuna, C.A., Macnab, J.J., Malloy-Mill, T., & Polatajko, H.J. (2001). Clinical description of children with Developmental Coordination Disorder. *Canadian Journal of Occupational Therapy*, 68,5-15.
- Miyahara, M., & Möbs, I. (1995). Developmental dyspraxia and developmental coordination disorder. *Neuropsychology Review*, 5(4), 245-268. doi: 10.1007/bf02214648
- Ochipa, C., Rapcsak, S. Z., Maher, L. M., Gonzalez Rothi, L. J., Browsers, D., & Heilman, K. M. (1997). Selective deficit of praxis imagery in ideomotor apraxia. *Neurology*, 49, 474-480.
- Oliveira, M. A., Shim, J. K., Loss, J. F., Petersen, R. D. S., & Clark, J. E. (2006). Effect of kinetic redundancy on hand digit control in children with DCD. *Neuroscience Letters*, 410(1), 42-46.

- 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, 709-730.
- Pellizzer, G., & Hauert, C.-A. (1996). Visuo-manual Aiming Movements in 6- to 10-Year-Old Children: Evidence for an Asymmetric and Asynchronous Development of Information Processes. *Brain and Cognition*, 30(2), 175-193. doi: 10.1006/brcg.1996.0011
- Polatajko, H. J., & Cantin, N. (2005). Developmental Coordination Disorder (Dyspraxia): An Overview of the State of the Art. *Seminars in Pediatric Neurology*, 12(4), 250-258. doi: 10.1016/j.spen.2005.12.007
- Polatajko, H. J., Fox, M., & Missiuna, C. (1995). An international consensus on children with developmental coordination disorder. *Canadian Journal of Occupational Therapy*, 62, 3-6.
- Raven, J. (1954). *Progressive Matrices 1947: Serie A, Ab, B*. Florence, Italie : Organizzazioni Speciali.
- Rosenblum, S. (2006). The development and standardization of the Children Activity Scales (ChAS-P/T) for the early identification of children with developmental coordination disorders (DCD). *Child Care Health and Development*, 32, 612-632.
- Rosenblum, S., & Livneh-Zirinski, M. (2008). Handwriting process and product characteristics of children diagnosed with developmental coordination disorder. *Human Movement Science*, 27(2), 200-214.
- Schmidt, R.A. & Lee, T. D. (2011). *Motor Control and Learning: A Behavioral Emphasis* (5e éd.). Champaign, IL : Human Kinetics.
- Sirigu, A., Duhamel, J.R., Cohen, L., Pillon, B., Dubois, B., & Agid, Y. (1996). The mental representation of hand movements after parietal cortex damage. *Science*, 273, 1564-1568.
- Skoura, X., Papaxanthis, C., Vinter, A., & Pozzo, T. (2005). Mentally represented motor actions in normal aging: I. Age effects on the temporal features of overt and covert execution of actions. *Behavioural Brain Research*, 165(2), 229-239. doi: 10.1016/j.bbr.2005.07.023

- Smits-Engelsman, B. C., Niemeijer, A. S., & Van Galen, G. P. (2001). Fine motor deficiencies in children diagnosed as DCD based on poor grapho-motor ability. *Human Movement Science, 20*(1-2), 161-182.
- Smits-Engelsman, B. C. M., Bloem-van der Wel, H. E., & Duysens, J. (2006). Children with Developmental Coordination Disorder respond similarly to age-matched controls in both speed and accuracy if goal-directed movements are made across the midline. *Child: Care, Health and Development, 32*(6), 703-710.
- Smits-Engelsman, B. C. M., Westenberg, Y., & Duysens, J. (2008). Children with developmental coordination disorder are equally able to generate force but show more variability than typically developing children. *Human Movement Science, 27*(2), 296-309.
- Smyth, M. M., Anderson, H. I., & Churchill, A. C. (2001). Visual information and the control of reaching in children: a comparison between children with and without developmental coordination disorder. *Journal Of Motor Behavior, 33*(3), 306-320.
- Smyth, M. M., & Mason, U. C. (1998). Direction of response in aiming to visual and proprioceptive targets in children with and without Developmental Coordination Disorder. *Human Movement Science, 17*(4-5), 515-539. doi: 10.1016/s0167-9457(98)00012-8
- Stevens, J.A. (2005). Interference effects demonstrate distinct roles for visual and motor imagery during the mental representation of human action. *Cognition, 95*, 329-350.
- Summers, J., Larkin, D., & Dewey, D. (2008). Activities of daily living in children with developmental coordination disorder: dressing, personal hygiene, and eating skills. *Human Movement Science, 27*(2), 215-229.
- Turvey, M.T. (1990). Coordination. *American Psychology, 45*, 938-953.
- Visser, J. (2003). Developmental coordination disorder: a review of research on subtypes and comorbidities. *Human Movement Science, 22*(4-5), 479-493. doi: 10.1016/j.humov.2003.09.005
- Wechsler, D. (1974). *Wechsler Intelligence Scale for Children - Revised*. New York: Psychological Corporation.

- Williams, J., Thomas, P. R., Maruff, P., Butson, M., & Wilson, P. H. (2006). Motor, visual and egocentric transformations in children with Developmental Coordination Disorder. *Child: Care, Health and Development*, 32(6), 633-647.
- Williams, J., Thomas, P. R., Maruff, P., & Wilson, P. H. (2008). The link between motor impairment level and motor imagery ability in children with developmental coordination disorder. *Human Movement Science*, 27(2), 270-285.
- Willoughby, C., & Polatajko, H. J. (1995). Motor Problems in Children With Developmental Coordination Disorder: Review of the Literature. *The American Journal of Occupational Therapy*, 49(8), 787-794. doi: 10.5014/ajot.49.8.787
- Wilmot, K., Wann, J. P., & Brown, J. H. (2006). Problems in the coupling of eye and hand in the sequential movements of children with Developmental Coordination Disorder. *Child: Care, Health and Development*, 32(6), 665-678.
- Wilson, P. H., Maruff, P., Butson, M., Williams, J., Lum, J., & Thomas, P. R. (2004). Internal representation of movement in children with developmental coordination disorder: A mental rotation task. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 46(11), 754-759. doi: 10.1017/s001216220400129x
- Wilson, P. H., Maruff, P., Ives, S., & Currie, J. (2001). Abnormalities of motor and praxis imagery in children with DCD. *Human Movement Science*, 20(1-2), 135-159.
- Wilson, P.H., & McKenzie, B.E. (1998). Information processing deficits associated with developmental coordination disorder: A meta-analysis of research finding. *Journal Chil Psychological Psychiatric*, 39(6), 829-840.
- Wolpert, D. M. (1997). Computational approaches to motor control. *Trends in Cognitive Sciences*, 1(6), 209-216. doi: 10.1016/s1364-6613(97)01070-x
- Wolpert, D. M., & Kawato, M. (1998). Multiple paired forward and inverse models for motor control. *Neural Networks*, 11(7-8), 1317-1329. doi: 10.1016/s0893-6080(98)00066-5
- Woodcock, R.W. & Johnson, M.B. (1990). *Woodcock-Johnson Psycho-Educational Battery-Revised*. DLM Teaching Resources : Allen TX.
- Zoia, S., Castiello, U., Blason, L., & Scabar, A. (2005). Reaching in children with and without developmental coordination disorder under normal and perturbed vision. *Developmental Neuropsychology*, 27(2), 257-273.

APPENDICE A

Grille d'évaluation d'un article scientifique (Dumont, 2011)

- A) Le titre :
 - a. Donne un bon aperçu de la nature de la recherche
 - b. Donne un petit aperçu de la nature de la recherche
 - c. Ne donne aucun aperçu de la nature de la recherche
- B) Les mots clé :
 - a. Sont appropriés et complets
 - b. Sont appropriés et incomplets
 - c. Sont inappropriés ou absents
- C) Le résumé :
 - a. Comprend toutes les composantes de la recherche
 - b. Comprend une bonne partie des composantes de la recherche
 - c. Plusieurs informations sont manquantes
- D) Introduction, problématique et écrits recensés :
 - a. Les écrits recensés (forme)
 - i. Sont rapportés de façon claire, concise et critique
 - ii. Ne sont pas rapportés de façon claire, concise et critique
 - b. Les écrits recensés (contenu)
 - i. Sont pertinents (liens avec la recherche en cours et sont actuels)
 - ii. Sont trop vastes
 - iii. Sont trop limités
 - c. Les écrits recensés (analyse)
 - i. Font part avec objectivité des aspects controversés de la recherche
 - ii. Ne sont pas objectifs
 - iii. Ne font pas mention des aspects controversés du champ de la recherche
 - d. L'objectif de la recherche
 - i. Est clairement défini
 - ii. Est vaguement défini
 - iii. N'est pas défini
 - e. L'hypothèse de la recherche
 - i. Est mentionnée et formulée adéquatement
 - ii. Est mentionnée, mais n'est pas formulée adéquatement
 - iii. Est absente
 - f. Les concepts
 - i. Sont définis clairement
 - ii. Ne sont pas définis clairement
 - iii. Ne sont pas définis
 - g. La pertinence du sujet
 - i. Est démontrée

- ii. Est peu démontrée
- iii. N'est pas démontrée
- h. La raison d'être de l'étude
 - i. Est claire et convaincante
 - ii. Est plus ou moins claire ou convaincante
 - iii. N'est pas claire ou convaincante

E) Méthodes

- a. Le type et le plan d'étude
 - i. Est approprié au problème de recherche
 - ii. N'est pas approprié au problème de recherche
 - iii. N'est pas mentionné
- b. La population étudiée
 - i. Est bien définie
 - ii. Est définie vaguement
 - iii. N'est pas définie
- c. Les caractéristiques des sujets de l'échantillon
 - i. Sont précisées
 - ii. Sont peu précisées
 - iii. Ne sont pas précisées
- d. L'échantillon
 - i. Est représentatif de la population cible
 - ii. Est peu représentatif de la population cible
 - iii. N'est pas du tout représentatif de la population cible
- e. La taille de l'échantillon
 - i. Est justifiée et appropriée
 - ii. Est plus ou moins justifiée et appropriée
 - iii. N'est pas justifiée
- f. La méthode de sélection des sujets
 - i. Permet une généralisation des résultats de la recherche à une population plus large
 - ii. Ne permet pas de généraliser les résultats de la recherche à une population plus large
- g. La méthode de sélection des sujets
 - i. Inclut l'énoncé des critères de sélection
 - ii. N'inclut pas l'énoncé des critères de sélection
- h. La méthode de sélection des sujets
 - i. La perte de sujets en cours de recherche est mentionnée
 - ii. La perte de sujet n'est pas mentionnée
- i. Les variables retenues (dépendantes, indépendantes, covariables)
 - i. Sont toutes définies
 - ii. Ne sont pas toutes définies
 - iii. Ne sont pas définies
- j. Les variables retenues

- i. Sont adéquates au sujet à l'étude (pertinentes, complètes)
 - ii. Sont plus ou moins pertinentes au sujet à l'étude
 - iii. Ne sont pas pertinentes au sujet à l'étude
- k. Les instruments de mesure
 - i. Sont décrits clairement
 - ii. Ne sont pas bien décrits
 - iii. Ne sont pas décrits
- l. Les instruments de mesure
 - i. Les qualités métrologiques sont bien présentées
 - ii. Les qualités métrologiques ne sont pas bien présentées
- m. Les instruments de mesure
 - i. Sont appropriés aux variables à mesurer
 - ii. Sont peu appropriés aux variables à mesurer
 - iii. Ne sont pas appropriés aux variables à mesurer
- n. La ou les méthodes de collecte de données ainsi que la procédure
 - i. Sont bien décrites et appropriées au sujet à l'étude
 - ii. Sont décrites mais non appropriées au sujet à l'étude
 - iii. Ne sont pas décrites
- o. Les dimensions éthiques
 - i. Sont prises en compte, l'étude a reçu l'approbation du comité d'éthique et le consentement éclairé est obtenu
 - ii. Ne sont pas clairement décrites
- p. Les méthodes et analyses statistiques
 - i. Sont indiquées en termes précis
 - ii. Sont vaguement indiquées
 - iii. Ne sont pas indiquées
- q. Les méthodes et analyses statistiques
 - i. Sont appropriées au type de variable
 - ii. Sont peu appropriées au type de variables
 - iii. Ne sont pas appropriées au type de variables

F) Résultats

- a. Les résultats (le texte et les tableaux sont complémentaires et non redondants)
 - i. Sont clairement présentés (tableaux, graphiques, etc.)
 - ii. Ne sont pas clairement présentés (peu ou pas de tableaux, etc.)
- b. Les résultats (information pertinente et correspondant au but de l'étude)
 - i. Sont valides
 - ii. Sont plus ou moins valides
 - iii. Ne sont pas valides
- c. Les résultats (qualité scientifique des données présentées)
 - i. Sont fiables
 - ii. Sont plus ou moins fiables
 - iii. Ne sont pas fiables
- d. Les données recueillies

- i. Sont analysées de façon détaillée
 - ii. Sont analysées de façon peu détaillée
 - iii. Ne sont pas analysées
- e. La signification statistique des valeurs numériques (*T-test*, variance, degré de liberté, niveau de signification)
 - i. Est démontrée
 - ii. Est peu démontrée
 - iii. N'est pas démontrée
- f. L'intervention (s'il y a lieu)
 - i. Est décrite en détail
 - ii. Est peu décrite
 - iii. N'est pas décrite
- g. La contamination ou les cointerventions lors de l'intervention
 - i. A été évitée
 - ii. A été limitée
 - iii. N'est pas discutée
- h. La signification ou l'importance clinique des résultats
 - i. Est rapportée
 - ii. Est peu abordée
 - iii. N'est pas abordée
- i. La mortalité expérimentale
 - i. Est rapportée
 - ii. Est partiellement rapportée
 - iii. N'est pas rapportée

G) Discussion

- a. L'interprétation des résultats
 - i. Est présente et complète
 - ii. Est présente mais incomplète
 - iii. Est absente
- b. Les liens avec les autres études
 - i. Sont précisés et discutés
 - ii. Sont précisés mais sans commentaires
 - iii. Ne sont pas mentionnés
- c. Les forces et limites de l'étude
 - i. Sont clairement démontrées et discutées
 - ii. Sont mentionnées mais non discutées
 - iii. Ne sont pas mentionnées
- d. Les biais
 - i. Sont identifiés et pris en compte
 - ii. Sont plus ou moins identifiés et pris en compte
 - iii. Ne sont pas identifiés

H) Conclusion et recommandations

- a. L'étude ou la recherche

- i. Répond tout à fait aux objectifs ou à la question ou donne une réponse complète aux hypothèses de recherche
 - ii. Répond partiellement aux objectifs ou à la question ou donne une réponse partielle aux hypothèses de recherche
 - iii. Ne répond pas aux objectifs ou à la question ou donne une réponse insuffisante aux hypothèses de recherche
- b. Les recommandations et suggestions pour de futures recherches
 - i. Sont présentes et clairement formulées
 - ii. Sont présentes mais mal formulées
 - iii. Sont absentes
- c. Les messages clés
 - i. Des messages clés sont présents et témoignent judicieusement des principales conséquences de l'article
 - ii. Sont plus ou moins formulés
 - iii. Sont absents

APPENDICE B

Tableau 1

NOMBRE D'ARTICLES EXCLUS EN FONCTION DES RAISONS

Raison d'exclusion de l'article	Nombre d'articles
Le sujet n'était pas pertinent pour l'objectif de cette revue compréhensive.	49
Les participants du groupe expérimental avaient soit un diagnostic autre que le TAC, un TAC avec un autre trouble ou aucun TAC.	30
L'objectif de l'étude concernait une ou des interventions.	15
Les participants étaient des adultes.	13
L'objectif de l'étude concernait une ou des évaluations ou un test standardisé.	6
Les participants n'étaient pas des êtres humains.	1

APPENDICE C

Tableau 2

TABLEAU D'EXTRACTION DES DONNÉES

Auteurs (année), but, groupe	Inclusion, procédure, analyse de données	Résultats	Conclusion des auteurs
<p>Smyth, Anderson et Churchill (2001)</p> <p><i>But :</i> Étudier les effets de la grosseur d'un objet et de la distance d'un objet sur le contrôle de la prise et de l'atteinte puis manipuler la disponibilité d'information visuelle sur la main, la cible et les deux ensembles (main et cible).</p> <p><i>Groupe :</i> 2 groupes (8 TAC; 8 DT). Enfants âgés entre 9 à 10 ans.</p>	<p><i>Inclusion :</i> TAC : < 15e percentile <i>M-ABC</i>.</p> <p><i>Procédure :</i> 3 expérimentations 1- Atteindre une cible de différente grosseur (avec vision). 2- Planifier un mouvement (avec vision), l'exécuter sans vision, avec différentes distances entre l'enfant et la cible. 3- Atteindre une cible éclairée dans le noir.</p> <p><i>Analyse de données :</i> ANOVA.</p>	<p>1- TAC prenaient moins de temps dans la phase de décélération du mouvement et bougeaient plus rapidement une fois la cible atteinte ($F < 1$).</p> <p>2- Le retrait de la vision n'avait aucun effet sur le temps de mouvement des TAC, mais ils ouvraient leurs doigts plus tôt que les DT.</p> <p>3- TAC ouvraient leurs doigts moins grands dans un environnement éclairé ($p < 0,05$).</p>	<p>Les TAC avaient tendance à faire leur mouvement plus rapidement pour prendre moins de temps dans la phase à basse vitesse et pour avoir une vitesse plus grande lors du toucher de la cible.</p> <p>Les TAC ne démontraient pas une dépendance à la vision plus grande que les DT dans le contrôle de leur mouvement.</p>
<p>Zoia, Castiello, Blason et Scabar (2005)</p> <p><i>But :</i> Étudier si le niveau de dépendance à la rétroaction visuelle est différent chez les enfants ayant un TAC</p>	<p><i>Inclusion :</i> TAC : $\leq 8^{\text{e}}$ percentile <i>M-ABC</i>; $>70^{\text{e}}$ percentile au <i>Raven Matrices test</i> (Raven, 1954); examen neurologique; examen ophthalmique.</p> <p><i>Procédure :</i> Atteindre une cible positionnée du</p>	<p><i>Différences de groupe significatives (TAC p/r aux DT):</i> - Trajet plus long ($p < 0,001$); - Plus grande déviation ($p < 0,001$); - Temps de mouvement plus long chez les 7-8 ans ($p < 0,01$); - Temps de mouvement plus long</p>	<p>- Les enfants ayant un TAC pourraient avoir besoin de plus de temps que les enfants ayant un DT pour développer leur planification motrice.</p> <p>- Les enfants ayant un TAC auraient plus de difficultés</p>

Tableau d'extraction des données (suite)

Auteurs (année), but, groupe	Inclusion, procédure, analyse de données	Résultats	Conclusion des auteurs
<p>comparativement aux enfants ayant un DT.</p> <p><i>Groupe :</i> 4 groupes (15 TAC et 15 DT entre 7 et 8 ans; 11 TAC et 11 DT entre 9 et 10 ans).</p>	<p>côté ipsilatéral et contralatéral de la main qui fait le mouvement dans 2 conditions différentes : vision non restreinte (vision normale) et port de lunettes prismatiques (vision perturbée).</p> <p><i>Analyse de données :</i> ANOVA; <i>T-test.</i></p>	<p>avec les lunettes prismatiques ($p < 0,03$);</p> <p>- Plus de temps dans la phase de décélération.</p>	<p>que les enfants ayant un DT à se souvenir du mouvement lorsque la vision est perturbée.</p>
<p>King, Kagerer, Haring, Contreras-Vidal et Clark (2011)</p> <p><i>But :</i> Vérifier l'hypothèse que les enfants ayant un TAC ont de la difficulté à exécuter un mouvement avec leur bras dirigé vers une cible dans différentes conditions sensorielles (visuelle, auditive) nécessitant un contrôle spatial-moteur.</p> <p><i>Groupe :</i> 2 groupes (7 TAC; 13 DT).</p>	<p><i>Inclusion :</i> TAC : $< 5^{\circ}$ percentile <i>M-ABC</i>; aucun trouble neurologique; développement cognitif normal.</p> <p><i>Procédure :</i> Exécuter un mouvement de bras discret vers des cibles visuelles et acoustiques pendant et après avoir été exposé à des conditions sensorielles différentes : visuelle et auditive.</p> <p><i>Analyse de données :</i> <i>T-test</i>; ANOVA.</p>	<p><u>Condition visuelle</u></p> <p>- Variabilité de l'erreur directionnel initial des TAC significativement plus grande que les DT ($p = 0,019$).</p> <p><u>Condition auditive</u></p> <p>- Aucune différence significative entre les 2 groupes.</p>	<p>- Le contrôle spatial-moteur qui facilite la prise dirigée vers la cible, est multisensoriel chez les TAC tout comme chez les DT.</p> <p>- Les TAC ont un pauvre contrôle spatial-moteur pendant l'exécution de mouvements ciblés discrets.</p> <p>- La trajectoire des mouvements des TAC comporte plus d'erreurs spatiales que les DT.</p>
<p>Williams, Thomas, Maruff, Butson et Wilson (2006)</p> <p><i>But :</i> 1- Explorer la performance des</p>	<p><i>Inclusion :</i> TAC : $< 15^{\circ}$ percentile <i>M-ABC</i>. DT : $> 20^{\circ}$ percentile <i>M-ABC</i>. Aucune pathologie neurologique ou physique.</p>	<p><i>Différences de groupe significatives (TAC p/r aux DT) :</i></p> <p>- Moins précis dans les tâches de rotation de la main avec des</p>	<p>- Dans la tâche du corps entier, les TAC étaient plus rapide, mais moins précis que les DT ce qui suggère une relation entre la vitesse</p>

Tableau d'extraction des données (suite)

Auteurs (année), but, groupe	Inclusion, procédure, analyse de données	Résultats	Conclusion des auteurs
<p>TAC dans des tâches d'imagerie mentale et déterminer l'impact de leur donner des instructions d'imagerie sur leur performance.</p> <p>2- Explorer leur performance dans une tâche impliquant les modèles internes du corps entier. 3- Éliminer l'existence d'un déficit de l'imagerie chez les TAC en utilisant une tâche d'imagerie visuelle.</p> <p><i>Groupe :</i> 2 groupes (18 TAC; 18 DT).</p>	<p><i>Procédure :</i> Stimuli (rotation de main, rotation de chiffre/lettre, tâche du corps entier) présentés sur un écran pour lesquels ils devaient répondre le plus rapidement possible si c'était la main et le bras gauche/droite ou le chiffre et la lettre à l'endroit ou inversé. Pour répondre : touche « d » ou « k » sur le clavier.</p> <p><i>Analyse de données :</i> <i>T-test; ANOVA.</i></p>	<p>instructions d'imagerie mentale ($p < 0,001$);</p> <p>- Plus rapides pour répondre dans tous les angles dans la tâche du corps entier ($p = 0,001$);</p> <p>- Moins précis dans les réponses pour 4 des 5 angles dans la tâche du corps entier ($p = 0,004$).</p>	<p>et la précision.</p> <p>- Les TAC n'ont pas de difficulté à effectuer une rotation mentale quand la tâche n'implique pas une composante motrice.</p> <p>- Les TAC sévère ($< 5^{\text{e}}$ percentile <i>M-ABC</i>) semblent avoir plus de difficulté au niveau de l'imagerie motrice que les TAC modéré (6^{e} à 15^{e} percentile).</p>
<p>Katschmarsky, Cairney, Maruff, Wilson et Currie (2001)</p> <p><i>But :</i> Étudier le modèle <i>forward</i> chez les enfants ayant un TAC qui ont des difficultés a/n de l'imagerie mentale.</p> <p><i>Groupe :</i> 2 groupes (10 TAC, 10 DT).</p>	<p><i>Inclusion :</i> TAC : <i>DSM-IV</i>; $< 15^{\text{e}}$ percentile <i>M-ABC</i>; difficultés a/n imagerie mentale.</p> <p><i>Procédure :</i> <u>Tâche d'imagerie mentale :</u> Imaginer et tracer avec un crayon des points sur deux cibles. <u>Tâche de saccade oculaire à deux étapes :</u> Effectuer des saccades oculaires vers deux cibles présentées successivement.</p>	<p><u>Tâche d'imagerie mentale :</u> 4 enfants sur 14 ayant un TAC avaient une imagerie mentale normale</p> <p><u>Tâche de saccade oculaire à deux étapes :</u> La 2^e saccade est moins précise chez les TAC que les DT ($p < 0,05$).</p>	<p>Les enfants ayant un TAC auraient des difficultés au niveau du modèle forward.</p> <p>Les liens entre les anomalies au niveau de l'imagerie mentale et des déficits au niveau de la performance dans la tâche de saccade de yeux à deux étapes chez la majorité du groupe d'enfants ayant un TAC suggèrent fortement qu'une proportion</p>

Tableau d'extraction des données (suite)

Auteurs (année), but, groupe	Inclusion, procédure, analyse de données	Résultats	Conclusion des auteurs
	<i>Analyse de données :</i> ANOVA; corrélation de <i>Pearson</i> .		importante d'enfants ayant un TAC auraient un déficit au lobe pariétal.
<p>Hyde et Wilson (2011a)</p> <p><i>But :</i> Étudier le CRL chez les enfants ayant un TAC dans la performance d'une tâche de nécessitant d'atteindre une cible avec deux étapes.</p> <p><i>Groupe :</i> 2 groupes (17 TAC; 27 DT).</p>	<p><i>Inclusion :</i> TAC : Critère A (10^e percentile <i>M-ABC</i>), critère B (enseignant de classe et enseignant d'éducation physique), critère C et critère D (sans trouble d'apprentissage) du <i>DSM-IV</i>.</p> <p><i>Procédure :</i> Toucher à une cible sur un écran. 80 % des cibles demeuraient stables alors que 20 % changeaient de position lorsque le mouvement est initié. L'éclairage était suffisamment faible pour que l'enfant ne voie pas son bras.</p> <p><i>Analyse de données :</i> ANOVA; <i>T-test</i>.</p>	<p><i>Différences de groupe significatives (TAC p/r aux DT) :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Plus lents sur les cibles qui changeaient de position ($p = 0,001$); - Temps de mouvement plus long pour les cibles qui changeaient de position et celles qui demeuraient stables ($p = 0,001$); - Plus d'erreurs d'anticipation et mouvement d'initiation de mouvement plus lent (lorsque la cible bougeait). - Enfants TAC plus jeunes (7-9 ans) avaient un temps de mouvement significativement plus long que les enfants TAC plus vieux (10-12 ans) ($p = 0,001$). 	<p>Le temps de mouvement prolongé des enfants ayant un TAC dans les essais où la cible changeait de position pourrait être expliqué par une difficulté à utiliser le modèle <i>forward</i> pour ajuster son mouvement.</p> <p>Les enfants ayant un TAC démontraient un patron de réponses similaires aux patients avec des lésions du cortex pariétal postérieur (CPP) ce qui menait à l'hypothèse que le TAC pourrait être attribué à un mauvais fonctionnement du CPP.</p>
<p>Hyde et Wilson (2011b)</p> <p><i>But :</i></p>	<p><i>Inclusion :</i> TAC : Critères A, B (< 10^e percentile au <i>McCarron Assessment</i></p>	<p><i>Différences de groupe significatives (TAC p/r aux DT) :</i></p>	<p>- L'étude a permis de démontrer que la plupart des enfants ayant un TAC</p>

Tableau d'extraction des données (suite)

Auteurs (année), but, groupe	Inclusion, procédure, analyse de données	Résultats	Conclusion des auteurs
<p>Isoler les différents paramètres de contrôle qui pourraient expliquer la performance plus lente et moins précise des enfants ayant un TAC dans des tâches nécessitant d'atteindre une cible avec deux étapes.</p> <p><i>Groupe :</i> 2 groupes (13 TAC; 13 DT).</p>	<p><i>of Neuromuscular Development (MAND)</i> (McCarron, 1997), C et D du <i>DSM-IV</i>. DT : > 20^e percentile au <i>MAND</i>.</p> <p><i>Procédure :</i> Toucher à une cible sur un écran. 80 % des cibles demeuraient stables alors que 20 % changeaient de position lorsque le mouvement est initié.</p> <p><i>Analyse de données :</i> ANOVA; <i>T-test</i>.</p>	<p>- Plus lents pour faire le mouvement lorsque les cibles changeaient de position (TAC = 885 ms, DT = 816 ms) ($p = 0,05$);</p> <p>- Prenaient plus de temps pour initier leur mouvement corrigé lorsque les cibles changeaient de position ($p < 0,01$);</p> <p>- Touchaient plus souvent la cible à l'extérieur des limites ($p = 0,04$).</p>	<p>avaient de la difficulté à effectuer des ajustements rapides de leur mouvement suite à une perturbation visuelle, ce qui suggère un problème au niveau du modèle <i>forward</i>.</p> <p>- Dans des études futures, il serait pertinent de savoir si ces déficits sont la cause d'un retard développemental ou une déviation du DT.</p> <p>- Les enfants ayant un TAC seraient moins précis que les enfants ayant un DT dans leur mouvement orienté vers une cible.</p> <p>- Les résultats supportaient l'hypothèse d'un déficit au niveau du contrôle rapide en ligne (CRL) chez les enfants ayant un TAC.</p>
<p>Smits-Engelsman, Bloem-van der Wel et Duysens (2006)</p> <p><i>But :</i></p>	<p><i>Inclusion :</i> TAC : < 15^e percentile <i>M-ABC</i>. DT : > 65^e percentile <i>M-ABC</i>.</p>	<p><u><i>Précision :</i></u> Autant TAC que DT étaient moins précis du côté controlatéral en général.</p>	<p>Tel que prédit par les auteurs, les enfants ayant un TAC faisaient davantage d'erreurs, avaient des</p>

Tableau d'extraction des données (suite)

Auteurs (année), but, groupe	Inclusion, procédure, analyse de données	Résultats	Conclusion des auteurs
<p>Vérifier si les erreurs ou la variabilité spatiale des mouvements augmentent du côté controlatéral du corps et si cet effet est augmenté spécifiquement chez les enfants ayant un TAC comparativement aux enfants ayant un DT.</p> <p><i>Groupe :</i> 2 groupes (48 TAC, 48 DT).</p>	<p><i>Procédure :</i> Tracer avec un crayon électronique une ligne entre deux cibles situées du côté controlatéral, au milieu et du côté ipsilatéral par rapport au milieu du corps.</p> <p><i>Analyse de données :</i> ANOVA.</p>	<p><u>Temps du mouvement :</u> Différence significative ($p = 0,02$) entre les TAC (moyenne = 0,84s.) et les DT (moyenne = 0,76s.).</p> <p><u>Pression sur le crayon :</u> Différence significative ($p < 0,001$) entre les TAC (moyenne = 0,38 N) et les DT (moyenne = 0,28 N).</p>	<p>mouvements plus lents et avaient une pression sur leur crayon plus forte que leurs pairs ayant un DT.</p> <p>Tel que prédit par les auteurs, travailler du côté controlatéral pour les enfants ayant un TAC réduisait la performance dans les tâches de motricité fine telle que l'écriture.</p>
<p>Wilson et collaborateurs (2004)</p> <p><i>But :</i> Étudier l'intégrité de l'imagerie mentale (simulation mentale des mouvements du corps) chez les enfants ayant un TAC en utilisant une tâche de rotation des membres.</p> <p><i>Groupe :</i> 2 groupes (16 TAC; 18 DT).</p>	<p><i>Inclusion :</i> TAC : DSM-IV; < 15^e percentile M-ABC.</p> <p><i>Procédure :</i> Les enfants doivent déterminer le plus rapidement possible si le stimulus qui apparaît à l'écran de l'ordinateur est une main droite ou gauche et répondre en appuyant sur la bonne touche du clavier (touche « g » pour gauche et « h » pour droite).</p> <p><i>Analyse de données :</i> <i>T-test</i>; ANOVA.</p>	<p>- Le temps pris par les DT pour donner la réponse était proportionnel à l'angle de rotation du stimulus. Ce <i>trade-off</i> est plus important que chez les TAC ($p = 0,016$).</p>	<p>Comme les enfants ayant un TAC ne possèdent pas une représentation interne exacte de leur corps dans l'espace, ils n'enregistrent pas les processus d'imagerie motrice pour déterminer la rotation de la main concernée.</p> <p>L'imagerie mentale des TAC n'est pas conforme aux mêmes contraintes biomécaniques qui sont habituellement associées avec la manipulation d'objets physiques.</p>

Tableau d'extraction des données (suite)

Auteurs (année), but, groupe	Inclusion, procédure, analyse de données	Résultats	Conclusion des auteurs
<p>Williams, Thomas, Maruff et Wilson (2008)</p> <p><i>But :</i> Déterminer si les enfants ayant un TAC ont de la difficulté à utiliser l'imagerie mentale.</p> <p><i>Groupe :</i> 3 groupes (21 TAC sévère; 21 TAC modéré; 21 DT).</p>	<p><i>Inclusion :</i> TAC sévère : $\leq 5^{\circ}$ percentile <i>M-ABC</i>. TAC modéré : 6° au 15° percentile <i>M-ABC</i>.</p> <p><i>Procédure :</i> Les enfants devaient déterminer le plus rapidement possible si le stimulus qui apparaissait à l'écran de l'ordinateur était une main/bras droit ou gauche et répondre en appuyant sur la bonne touche du clavier (touche « d » pour gauche et « k » pour droite). 3 conditions : 1- sans instruction spécifique; 2- avec des instructions d'imagerie; 3- tâche d'imagerie avec le corps au complet.</p> <p><i>Analyse de données :</i> <i>F</i> test; ANOVA; <i>T</i>-test.</p>	<p><u>Condition sans instruction spécifique :</u> - TAC sévères plus lents que DT dans tous les angles autre que 180° (0°, $p = 0,002$; 45°, $p < 0,001$; 90°, $p < 0,001$; 135°, $p = 0,026$).</p> <p>- TAC sévère plus lents que TAC modéré à 135°, $p = 0,041$.</p> <p>- TAC modérés plus lents que DT à 45°, $p = 0,033$ et 90°, $p = 0,011$.</p>	<p>- Les enfants ayant un TAC pouvaient utiliser les instructions de l'imagerie mentale pour améliorer la vitesse de leur réponse</p> <p>- Il semble que les déficits d'imagerie mentale chez les TAC sévères soient généralisés.</p> <p>- La performance des TAC modérés est liée à la complexité de la tâche de l'imagerie.</p> <p>- Si les déficits de l'imagerie mentale est un symptôme des troubles moteurs, alors on pourrait s'attendre à ce qu'une amélioration de l'imagerie motrice soit également bénéfique pour les habiletés motrices.</p>
<p>Oliveira, Shim, Loss, Petersen et Clark (2006)</p> <p><i>But :</i></p>	<p><i>Inclusion :</i> TAC : $\leq 5^{\circ}$ percentile <i>M-ABC</i>.</p> <p><i>Procédure :</i></p>	<p>- Aucun effet significatif entre les enfants ayant un TAC et ceux ayant un DT par rapport à leur force ou leur moment de force</p>	<p>Les difficultés dans les tâches de tous les jours souvent observées chez les enfants ayant un TAC</p>

Tableau d'extraction des données (suite)

Auteurs (année), but, groupe	Inclusion, procédure, analyse de données	Résultats	Conclusion des auteurs
<p>Étudier la force digitale et l'habileté à contrôler la production de force/moment de force chez les enfants ayant un TAC en utilisant des tâches de manipulations avec différentes redondances cinétiques (RC).</p> <p><i>Groupe :</i> 2 groupes (16 TAC; 48 DT).</p>	<p>3 tâches isométriques avec une quantité différente de redondances cinétiques :</p> <p>1) Production de force de pression de l'index (RC = 0); 2) Production de force de pincement pouce-index (RC = 1); 3) Production de moment de force pouce-index (RC = 5).</p> <p><i>Analyse de données :</i> ANOVA; Analyse de régression.</p>	<p>maximal ($p > 0,05$).</p> <p>- Les enfants ayant un TAC ont démontré plus de variabilité pendant la tâche de production de moment de force que les enfants ayant un DT ($p < 0,01$).</p>	<p>pendant qu'ils attachent leurs souliers, écrivent, prennent/relâchent des objets, ne sont pas liées à l'amplitude de production de force, mais bien à l'ajustement du moment de force des doigts impliqués dans ces tâches.</p>
<p>Deconick, Spitaels, Fias et Lenoir (2009)</p> <p><i>But :</i> Étudier si les enfants ayant un TAC ont un déficit au niveau de l'imagerie motrice.</p> <p><i>Groupe :</i> 2 groupes (13 TAC; 13 DT).</p>	<p><i>Inclusion :</i> TAC : < 15^e percentile <i>M-ABC</i>; Évaluation neuroclinique, motrice et psychologique normale.</p> <p><i>Procédure :</i> Les enfants doivent peser sur la pédale à pied gauche s'ils voient à l'écran une main gauche ou une lettre inversée et sur la pédale droite s'ils voient une main droite ou une lettre à l'endroit.</p> <p><i>Analyse de données :</i> ANOVA.</p>	<p>- TAC font significativement plus d'erreurs que les DT ($p = 0,001$).</p> <p>- Chez les TAC, jugements de latéralité des mains droites moins précis quand rotation en sens horaire et jugements de latéralité des mains gauches moins précis quand rotation en sens antihoraire.</p> <p>- Temps de réaction significativement plus long chez les TAC que chez les DT ($p = 0,001$).</p> <p>- Jugement significativement plus lent chez les TAC que chez les</p>	<p>- Les enfants TAC de cette étude ont résolu les tâches de rotation de main en utilisant l'imagerie motrice plutôt que l'imagerie visuelle.</p> <p>- Le temps de réaction plus long et leur précision plus faible indiquent un manque de qualité du processus de l'imagerie motrice.</p>

Tableau d'extraction des données (suite)

Auteurs (année), but, groupe	Inclusion, procédure, analyse de données	Résultats	Conclusion des auteurs
<p>Biancotto, Skabar, Bulgheroni, Carrozzi et Zoia (2011)</p> <p><i>But :</i> Aller au-delà des études précédentes afin de discuter des difficultés possibles de la performance dans une action de «atteindre et prendre» des enfants ayant un TAC selon deux mécanismes neuromoteurs spécifiques : contrôle du mouvement et modèles internes.</p> <p><i>Groupe :</i> 2 groupes (9 TAC; 27 DT).</p>	<p><i>Inclusion :</i> TAC : $\leq 5^{\circ}$ percentile <i>M-ABC</i>; évaluation neuropsychologique cognitive et neurologique.</p> <p><i>Procédure :</i> Atteindre le cylindre et le prendre comme il le ferait dans la vie de tous les jours en considérant la durée du mouvement, la variabilité, l'influence de la distance de l'objet, de la taille de l'objet et les conditions visuelles.</p> <p><i>Analyse de données :</i> ANOVA; <i>T-test</i>.</p>	<p>DT ($p = 0,001$).</p> <p><i>Différences de groupe significatives (TAC p/r à DT):</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Plus lents pour prendre l'objet ($p < 0,001$); - Trajectoire plus longue ($p = 0,013$); - Plus de variabilité ($p < 0,001$); - Ouverture de la main plus grande ($p < 0,001$). 	<ul style="list-style-type: none"> - Les résultats suggèrent que les enfants ayant un TAC préfèrent une prise sécuritaire (plus large) plutôt qu'une prise adaptée à l'objet. - La lenteur de mouvement des enfants ayant un TAC pourrait être reliée à un problème des modèles internes et au niveau de l'enclenchement de contraction des muscles.
<p>Mak (2010)</p> <p><i>But :</i> Étudier la performance d'atteindre et de prendre une cible en mouvement chez les enfants ayant un TAC.</p> <p><i>Groupe :</i> 2 groupes (16 TAC; 11 DT).</p>	<p><i>Inclusion :</i> <i>DSM-IV</i>; $< 15^{\circ}$ percentile <i>M-ABC</i>.</p> <p><i>Procédure :</i> L'enfant doit atteindre et prendre une automobile en jouet qui glisse sur une glissade de 8° ou 15°.</p> <p><i>Analyse de données :</i> Analyses statistiques descriptives; ANOVA; <i>Test post-hoc</i>; <i>T-test</i>; Corrélation de <i>Spearman</i>.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Enfants ayant un TAC ont échoué 35 % des essais (aucun échec pour le groupe d'enfants ayant un DT) <ul style="list-style-type: none"> • 17 % des échecs dans la pente 8° • 18 % des échecs dans la pente 15° - Principale cause des échecs : utilisation de mauvaises stratégies motrices plutôt que d'être trop 	<p>Les résultats de l'étude suggèrent que les enfants ayant un TAC pourraient bénéficier d'interventions afin :</p> <ul style="list-style-type: none"> • d'améliorer leur temps de réponse; • d'améliorer le contrôle de leur force; • de développer des stratégies motrices

Tableau d'extraction des données (suite)

Auteurs (année), but, groupe	Inclusion, procédure, analyse de données	Résultats	Conclusion des auteurs
		<p>lent pour compléter la tâche.</p> <p>- Chez les TAC, dans les deux pentes, p/r au DT :</p> <ul style="list-style-type: none"> • temps de réaction plus long ($p = 0,017$); • temps de mouvement plus long ($p = 0,042$); • force maximale plus grande ($p = 0,002$). <p>- Entre la pente 8° et 15°, pour les TAC et les DT :</p> <ul style="list-style-type: none"> • modification semblable du temps de réaction et de la force maximale entre les 2 groupes; • aucune modification du temps de réaction. 	<p>plus constantes et précises lors de l'atteinte et la prise de cibles en mouvement.</p>
<p>Law, Lo, Chow et Cheing (2011)</p> <p><i>Buts :</i> 1- Étudier le contrôle de la préhension chez les enfants ayant un TAC dans de vraies situations de la vie avec des contraintes et différentes propriétés physiques des objets.</p>	<p><i>Inclusion :</i> TAC : $\leq 15^e$ percentile aux catégories « coordination », « motricité fine » et/ou « motricité grossière » du <i>M-ABC</i>.</p> <p><i>Procédure :</i> 1- Prendre un verre lorsque la lumière est verte jusqu'à une certaine hauteur et le redéposer le</p>	<p><i>Différences de groupe significatives (TAC p/r aux DT):</i></p> <p>- Le délai au départ était significativement plus long dans les conditions du verre vide et avec de l'eau ($p = 0,041$);</p> <p>- Renversaient de l'eau plus fréquemment ($p = 0,096$);</p>	<p>- Le déficit au niveau du contrôle de la force de prise des TAC semblait être relié à la faible sensibilité de discrimination de deux points.</p> <p>- Le niveau maximum de force de préhension dépendait du temps alloué et</p>

Tableau d'extraction des données (suite)

Auteurs (année), but, groupe	Inclusion, procédure, analyse de données	Résultats	Conclusion des auteurs
<p>2- Examiner la sensibilité de discrimination de deux points chez les enfants ayant un TAC pour comprendre leur fonctionnement tactile.</p> <p><i>Groupe :</i> 2 groupes (21 TAC; 17 DT).</p>	<p>plus rapidement possible lorsque la lumière est rouge. Trois conditions : 1- verre vide; 2- 45 ml d'eau dans le verre; 3- verre vide recouvert avec du satin.</p> <p>2- Test de sensibilité <i>Monofilaments de Semmes-Weinstein</i> et disque de discrimination de deux points <i>Disc-Criminator</i>.</p> <p><i>Analyse de données :</i> ANOVA.</p>	<p>- Rythme de force de prise plus lent pour les conditions avec de l'eau et avec le satin ($p = 0,086$);</p> <p>- Le niveau maximum de force était significativement plus bas dans les conditions avec de l'eau ($p = 0,040$) et avec le satin ($p = 0,004$);</p> <p>- Seuil de sensibilité à la discrimination de deux points plus élevé ($p = 0,019$).</p>	<p>des demandes de la tâche.</p> <p>- Les TAC semblaient moins efficace que les DT pour déterminer la force de préhension en fonction des différentes propriétés physiques.</p>
<p>Wilmot, Wann et Brown (2006)</p> <p><i>But :</i> Étudier la coordination œil-main des enfants ayant un TAC.</p> <p><i>Groupe :</i> 2 groupes (7 TAC ; 10 DT).</p>	<p><i>Inclusion :</i> TAC : < 10^e percentile <i>M-ABC</i>. Résultat normal au <i>Wechsler Intelligence Scale for Children - Revised (WISC-R)</i> (Wechsler, 1974). DT : > 15^e percentile <i>M-ABC</i>. Résultat normal au <i>WISC-R</i>.</p> <p><i>Procédure :</i> Toucher avec un doigt la cible présentée à l'écran. 3 conditions : simple (une cible), double (deux cibles) et deux cibles qui</p>	<p><i>Différences de groupe significatives (TAC p/r aux DT) :</i></p> <p>- Plus de variabilité dans les mouvements de leur main;</p> <p>- Plus de difficulté de précision dans la condition où les deux cibles apparaissent et disparaissent ($p = 0,05$);</p> <p>- Temps de mouvement pour la deuxième cible plus long que pour la première ($p = 0,05$);</p>	<p>- Le temps de fixation de la cible plus long avant d'initier le mouvement chez les TAC pouvait être expliqué par le fait qu'ils utilisaient encore le modèle interne <i>forward</i> et n'étaient pas encore rendus au modèle interne inverse.</p> <p>- Ce temps de fixation plus long n'a pas d'impact sur leur vitesse ou leur précision dans les tâches simples.</p>

Tableau d'extraction des données (suite)

Auteurs (année), but, groupe	Inclusion, procédure, analyse de données	Résultats	Conclusion des auteurs
	<p>apparaissent et disparaissent.</p> <p>Analyse de données : ANOVA.</p>	<p>- Temps plus long avant que les yeux soient orientés vers la deuxième cible;</p> <p>- Écart plus grand entre le moment où les yeux arrivaient sur la cible et le moment où leur doigt touchait la cible qui était encore plus marqué quand il y avait deux cibles;</p> <p>- Fixaient la cible des yeux plus longtemps avant d'initier le mouvement de main ($p = 0,05$).</p>	<p>- Le nombre d'erreurs augmentent quand plusieurs mouvements sont requis chez les enfants ayant un TAC.</p>
<p>Ameratunga, Johnston et Burns (2004)</p> <p><i>But :</i> Analyser les différences de performance entre un groupe d'enfants ayant un TAC et un groupe d'enfants ayant un DT pour atteindre une cible dans l'espace sous différents conditions visuelle et kinesthésique.</p>	<p><i>Inclusion :</i> TAC : < 15^e percentile <i>M-ABC</i>. DT : > 15^e percentile <i>M-ABC</i>.</p> <p><i>Procédure :</i> Atteindre une cible du mieux que l'enfant pouvait le faire, sans limite de temps. 2 étapes (indices révélés pendant 2 secondes : objectifs) sous 4 conditions différentes : (1) V : VK (2) V : K</p>	<p><i>Différences de groupe significatives (TAC p/r aux DT) :</i></p> <p>- Faisaient une trajectoire plus longue ($p = 0,005$ pour V : VK et K : K, $p = 0,01$ pour V : K);</p> <p>- Plus d'erreurs de précision ($p = 0,002$ pour V : VK et VK : VK);</p> <p>- Temps de mouvement plus long ($p = 0,005$ pour V : VK et VK : K, $p = 0,002$ pour V : K);</p>	<p>- La vision aiderait autant les enfants ayant un TAC que ceux ayant un DT pour positionner leur main sur la cible.</p> <p>- Les enfants ayant un TAC pourraient avoir des difficultés de perception ou d'intégration des informations visuelles.</p>

Tableau d'extraction des données (suite)

Auteurs (année), but, groupe	Inclusion, procédure, analyse de données	Résultats	Conclusion des auteurs
<p><i>Groupe :</i> 2 groupes (9 TAC; 9 DT).</p>	<p>(3) VK : K (4) K : K² <i>Analyse de données :</i> ANOVA.</p>	<p>- Différence la plus importante entre les groupes était dans les tâches V : VK ($p = 0,002$).</p>	<p>- La perception de la distance et de la direction pourrait être affectée chez les enfants ayant un TAC ce qui pourrait avoir des impacts dans les activités tel qu'écrire et attraper une balle.</p>
<p>Huh, Williams et Burke (1998)</p> <p><i>Buts :</i> (1) Décrire les aspects neuromusculaires et le temps de mouvement dans des tâches de coordination motrice bilatérales chez des TAC en les comparants avec des DT. (2) Étudier la relation entre le développement moteur et le TAC.</p> <p><i>Groupe :</i> 4 groupes (10 TAC de 6 à 7 ans; 10 DT de 6 à 7 ans; 10 TAC de 9 à 10 ans; 10 DT de 9 à 10</p>	<p><i>Inclusion :</i> Développement moteur normal; niveau d'intelligence normal; réussite scolaire normale. TAC : écart-type de 0,5 à 1,5 en-dessous de la moyenne des DT aux batteries de test.</p> <p><i>Procédure :</i> 4 tâches unilatérales; 4 tâches bilatérales symétriques et asymétriques.</p> <p><i>Analyse de données :</i> ANOVA.</p>	<p><i>Différences de groupe significatives (TAC p/r aux DT) :</i></p> <p>- Temps de mouvement plus lent autant pour les mouvements unilatéraux que bilatéraux ($p < 0,05$);</p> <p>- Début de contraction du muscle antagoniste retardé ($p < 0,05$);</p> <p>- Temps de contraction du muscle agoniste plus long ($p < 0,05$);</p> <p>- Plus d'erreurs dans toutes les conditions ($p < 0,05$).</p>	<p>- La contraction prolongée du muscle agoniste et le retardement de la contraction du muscle antagoniste peut contribuer à la difficulté des enfants ayant un TAC à faire des mouvements unilatéraux rapides et précis.</p> <p>- Aucune relation entre la vitesse et la précision chez les TAC.</p>

² V : Vision; K : kinesthésique seulement; VK : Vision et kinesthésique.

Tableau d'extraction des données (suite)

Auteurs (année), but, groupe	Inclusion, procédure, analyse de données	Résultats	Conclusion des auteurs
<p>ans).</p> <p>Rosenblum et Livneh-Zirinski (2008)</p> <p><i>But :</i> Comparer le processus et les caractéristiques de l'écriture des enfants ayant un TAC à ceux qui ont un développement typique.</p> <p><i>Groupe :</i> 2 groupes (20 TAC; 20 DT).</p>	<p><i>Inclusion :</i> TAC : <i>DSM-IV</i>; < 15^e percentile <i>M-ABC</i>; score final < 3,82 au <i>Children Activity Scale-Parent</i> (Rosenblum, 2006).</p> <p><i>Procédure :</i> 3 tâches d'écriture sur une tablette électronique: 1- écrire un nom; 2- écrire la séquence de l'alphabet de mémoire; 3- copier un paragraphe.</p> <p><i>Analyse de données :</i> Analyses statistiques descriptives; <i>T-test</i>; Mann Whitney; Analyses discriminantes.</p>	<p><i>Différences de groupe significatives (TAC p/r aux DT) :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Plus de temps le crayon dans les airs; - Plus de transitions complexes entre les lettres et les mots; - Produit écrit moins lisible ($p = 0,03$), moins organisé ($p = 0,02$), plus de corrections des lettres ($p = 0,001$) et moins de lettres écrites dans la première minute de la tâche ($p < 0,001$). 	<ul style="list-style-type: none"> - Il semblerait que le déficit temporel a/n du processus est inhérent et n'est pas dépendant au type de tâche dans laquelle l'enfant ayant un TAC performe : même en écrivant leur nom (qui est très familier et qui est supposément automatique avec un an de pratique d'écriture à l'école), les enfants ayant un TAC étaient plus lents que les enfants DT. - Les résultats étaient compatibles avec les conclusions d'autres études qui mentionnent que les déficits sensori-moteurs ne sont pas les seules et uniques causes de difficulté à l'écriture. - Les enfants ayant un TAC ont des déficits dans les deux facteurs requis pour une écriture fonctionnelle : la

Tableau d'extraction des données (suite)

Auteurs (année), but, groupe	Inclusion, procédure, analyse de données	Résultats	Conclusion des auteurs
<p>Wilson, Maruff, Ives et Currie (2001)</p> <p><i>But :</i> Vérifier si la difficulté à se conformer à la loi de Fitts lors de mouvements imaginés chez les enfants ayant un TAC est attribuable au manque de précision de l'imagerie mentale par rapport à la force.</p> <p><i>Groupe :</i> 2 groupes (20 TAC; 20 DT).</p>	<p><i>Inclusion :</i> TAC : Critère A (< 15^e percentile <i>M-ABC</i>), critère B (enseignants d'éducation physique), critère C (direction école) du <i>DSM-IV</i>.</p> <p><i>Procédure :</i> Tâche imaginée et en réel en utilisant la main dominante avec une tâche de pointage guidée visuellement sous deux conditions : avec et sans poids ajouté au crayon.</p> <p><i>Florida Praxis Imagery Test (FPIT)</i> (Ochipa, et coll., 1997) modifié (catégories : kinesthésique, position, action et objet).</p> <p><i>Analyse de données :</i> Loi de Fitts; tests de Shapiro-Wilks et Levene; ANOVA; <i>Mann-Whitney U test</i>; corrélation de <i>Pearson</i>.</p>	<p>- Chez les TAC, le mouvement fait avec et sans poids correspondait à la loi de Fitts, mais pas les mouvements imaginés avec et sans poids pour lesquels les DT répondaient à la loi de Fitts.</p> <p>- Durée du mouvement fait et du mouvement imaginé plus lent chez les TAC que les DT ($p = 0,003$).</p> <p>- Pas de corrélation significative entre la durée du vrai mouvement ou du mouvement imaginé avec le poids ($p = 0,172$) et sans le poids ($p = 0,051$).</p> <p>- TAC ont moins bien performé que les DT dans la catégorie « kinesthésique » du FPIT ($p = 0,024$).</p> <p>- Plus de variabilité entre les résultats des enfants TAC que DT et davantage pour les mouvements faits que imaginés.</p>	<p>vitesse et la lisibilité.</p> <p>- L'étude supportait les études antérieures qui mentionnaient que lors de mouvements imaginés, les enfants ayant un TAC n'étaient pas contraints par les mêmes facteurs physiologiques et environnementaux que dans un vrai mouvement. Ainsi, en ajoutant un poids, les enfants ayant un TAC n'avaient pas un mouvement plus lent contrairement aux enfants ayant un DT.</p> <p>- Les enfants TAC pourraient bénéficier de l'entraînement à l'imagerie motrice.</p>

Tableau d'extraction des données (suite)

Auteurs (année), but, groupe	Inclusion, procédure, analyse de données	Résultats	Conclusion des auteurs
<p>Smits-Engelsman, Westenberg et Duysens (2008)</p> <p><i>But :</i> Tester l'hypothèse que les enfants ayant un TAC ont de faibles habiletés pour mesurer la force requise pour atteindre un certain niveau de force et la maintenir. Tester si les tendances développementales étaient différentes entre les enfants ayant un TAC et un DT.</p> <p><i>Groupe :</i> 6 groupes (24 TAC dans 3 groupes de 7, 9 et 11 ans; 24 DT dans 3 groupes de 7, 9 et 11 ans).</p>	<p><i>Inclusion :</i> TAC : critères néerlandais du TAC; < 15^e percentile <i>M-ABC</i>; Aucun trouble médical, sensoriel, physique, intellectuel ou neurologique. DT : aucun retard développemental, problèmes moteurs ou maladie musculaire; Bon score au <i>M-ABC</i>.</p> <p><i>Procédure :</i> Peser sur une barre avec l'index jusqu'à un certain niveau de force et la maintenir par la suite.</p> <p><i>Analyse de données :</i> Analyse <i>post-hoc</i>.</p>	<p>- Le contrôle de la force diminuait avec l'augmentation de force exigée. Cet effet était plus prononcé chez les jeunes enfants TAC que chez les plus vieux ($p < 0,001$).</p> <p>- Les jeunes TAC avaient une force plus variable que les plus vieux ($p = 0,01$).</p> <p>- Les TAC étaient plus rapides que les DT pour atteindre leur force maximale ($p = 0,03$).</p> <p>- Les TAC pouvaient produire le même niveau de force maximale des doigts que les DT.</p>	<p>- Les résultats de l'étude n'indiquent pas de problèmes de traitement visuel chez les enfants ayant un TAC.</p>
<p>Bo, Bastian, Kagerer, Contreras-Vidal et Clark (2008)</p> <p><i>But :</i> Étudier si les enfants ayant un TAC ont des déficits de synchronisation dans des mouvements continus vs discontinus afin d'investiguer la possibilité que le cervelet soit</p>	<p><i>Inclusion :</i> TAC : < 5^e percentile <i>M-ABC</i>; Habiletés cognitives normales au <i>Woodcock-Johnson Revised Cognitive Ability Early Development Scale</i> (Woodcock & Johnson, 1990); Diagnostic de TAC émis par un pédiatre.</p> <p><i>Procédure :</i></p>	<p>- Les TAC bougeaient de façon beaucoup plus variable que les DT ($p = 0,013$).</p> <p>- 5/10 TAC avaient plus de variabilité dans le dessin de la ligne discontinue que les DT.</p> <p>- 2/10 TAC avaient plus de variabilité temporelle dans le</p>	<p>- Il semblerait que certains sous-groupes d'enfants ayant un TAC aient des déficits tels qu'au niveau du cervelet.</p> <p>- Étant donné que la population des enfants ayant un TAC est hétérogène en ce qui concerne leur performance, il est important</p>

Tableau d'extraction des données (suite)

Auteurs (année), but, groupe	Inclusion, procédure, analyse de données	Résultats	Conclusion des auteurs
impliqué dans les déficits de synchronisation observés chez les enfants ayant un TAC. <i>Groupe :</i> 2 groupes (10 TAC; 10 DT).	Dessiner des lignes et des cercles de façon continue et discontinue. <i>Analyse de données :</i> ANOVA; Test <i>post-hoc</i> .	dessin d'un cercle continu que les DT. - 5/10 TAC avaient plus de variabilité temporelle dans le dessin d'un dessin discontinu que les DT.	de regarder la performance de chaque individu afin de mieux comprendre chacun de leur mécanisme de contrôle temporel.