

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

UTILISATION DE LA REMÉDIATION COGNITIVE COMME STRATÉGIE
D'INTERVENTION AUPRÈS D'ENFANTS PRÉSENTANT DES DIFFICULTÉS
D'ADAPTATION

THÈSE
PRÉSENTÉE
COMME EXIGENCE PARTIELLE
DU DOCTORAT EN PSYCHOLOGIE

PAR
VÉRONIQUE PARENT

MARS 2010

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL
Service des bibliothèques

Avertissement

La diffusion de cette thèse se fait dans le respect des droits de son auteur, qui a signé le formulaire *Autorisation de reproduire et de diffuser un travail de recherche de cycles supérieurs* (SDU-522 – Rév.01-2006). Cette autorisation stipule que «conformément à l'article 11 du Règlement no 8 des études de cycles supérieurs, [l'auteur] concède à l'Université du Québec à Montréal une licence non exclusive d'utilisation et de publication de la totalité ou d'une partie importante de [son] travail de recherche pour des fins pédagogiques et non commerciales. Plus précisément, [l'auteur] autorise l'Université du Québec à Montréal à reproduire, diffuser, prêter, distribuer ou vendre des copies de [son] travail de recherche à des fins non commerciales sur quelque support que ce soit, y compris l'Internet. Cette licence et cette autorisation n'entraînent pas une renonciation de [la] part [de l'auteur] à [ses] droits moraux ni à [ses] droits de propriété intellectuelle. Sauf entente contraire, [l'auteur] conserve la liberté de diffuser et de commercialiser ou non ce travail dont [il] possède un exemplaire.»

REMERCIEMENTS

La réalisation d'une thèse de doctorat est certes un long chemin, très difficile à parcourir sans le support et l'appui de riches collaborateurs. Merci au professeur André Achim, mon directeur, pour la confiance accordée et pour sa flexibilité. Merci à la professeure Marie-Claude Guay, ma co-directrice, pour l'inspiration, le goût de la recherche, l'autonomie et ses grandes aspirations à mon égard.

Un merci tout spécial à toute l'équipe de la Clinique des troubles de l'attention de l'Hôpital Rivière-des-Prairies qui m'a tout d'abord transmis sa passion pour l'avancement des connaissances. Merci également à l'équipe pour son support et son implication dans le projet.

Merci aux milieux qui ont participé à la cueillette de données et qui m'ont également offert un grand support. Merci donc à la Commission scolaire de la Pointe-de-l'Île et à l'école La Passerelle de la Commission scolaire des Affluents. Merci à la Commission scolaire de la Seigneurie-des-Milles-Îles, plus particulièrement à Mme Marie-Josée Arseneault, Mme Anik Laurin, Mme Marie-Claire Bergeron, Mme Monique Nadon et M. Guy Thomas, psychologues.

Merci à mes collègues du tout début, Caroline Picard pour les éclats de rire et le soutien, Josée Delisle pour les conseils judicieux, Geneviève Moreau pour l'exemple donné et sa vivacité d'esprit et Mélanie Demers pour sa disponibilité.

Merci à mes amies de toujours, Mélanie, Maryse et Nadia. Merci à Christian pour son regard vers le futur. Merci à ma famille qui croit en moi depuis toujours, ma mère, Aline, mon père, Benoit, et mon frère, Maxime. Merci à Jocelyn, mon amoureux, pour son précieux support dans les derniers moments.

Pour le soutien financier, merci aux Fonds québécois de recherche sur la société et la culture pour la bourse de doctorat et le soutien financier octroyé au projet et à l'Université du Québec à Montréal pour les bourses de doctorat (FARE).

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES TABLEAUX	iv
LISTE DES FIGURES	vi
RÉSUMÉ	vii
CHAPITRE I – INTRODUCTION GÉNÉRALE	1
CHAPITRE II – ARTICLE 1	18
Préambule	19
<p>Parent, V., Guay, M. C., & Achim, A. (2007). Cognitive remediation impacts on children with conduct disorder. <i>Annual Review of CyberTherapy and Telemedicine : Transforming Healthcare Through Technology</i>, 5, 90-98.</p>	
Résumé	21
Introduction	25
Méthode	28
Résultats	30
Discussion	33
Références	38
Appendice : Complément à l'étude 1	45
CHAPITRE III – ARTICLE II	67
<p>Parent, V., Guay, M. C., & Achim, A. (soumis). Évaluation de l'efficacité de programmes de remédiation cognitive auprès d'enfants présentant un trouble déficitaire de l'attention/hyperactivité.</p>	
Résumé	69
Introduction	70
Méthode	81
Résultats	91
Discussion	96
Références	106
CHAPITRE IV – CONCLUSION GÉNÉRALE	120
RÉFÉRENCES (Introduction générale et Conclusion générale)	133

LISTE DES TABLEAUX

ARTICLE 1

Tableaux	Page
1 Means and standard deviation on cognitive measures	43
2 Means and standard deviation on behavioural measures	44

APPENDICE : Complément à l'étude 1

Tableaux	Page
1 Mesures cognitives : données descriptives	62
2 Mesures comportementales : données descriptives (parents)	63
3 Mesures comportementales : données descriptives (enseignants)	64

ARTICLE 2

Tableaux	Page
1 Caractéristiques des participants	116
2 Mesures cognitives : données descriptives	117

3	Mesures comportementales : données descriptives	118
---	---	-----

DISCUSSION GÉNÉRALE

	Tableaux	Page
1	Données d'entraînement : données descriptives	135

LISTE DES FIGURES

CHAPITRE 1

Figures	Page
1 Programme inhibition	65
2 Programme mémoire de travail.....	66

CHAPITRE 2

Figures	Page
1 Résumé de la procédure expérimentale	119

RÉSUMÉ

Cette thèse de doctorat a pour objectif général d'évaluer l'efficacité d'interventions de remédiation cognitive auprès d'enfants qui présentent des difficultés d'adaptation, plus spécifiquement un trouble oppositionnel avec provocation (TOP) ou un trouble déficitaire de l'attention/hyperactivité (TDAH). La remédiation cognitive, développée à partir d'études sur la plasticité cérébrale, est en fait une méthode d'intervention qui a pour objectif principal d'améliorer les fonctions cognitives déficitaires au sein d'une population clinique. L'hypothèse sous-tendant la remédiation cognitive est que les déficits cognitifs affectent la capacité des personnes à fonctionner adéquatement dans la vie de tous les jours et que cette intervention peut améliorer leur sort (Medalia & Lim, 2004). Bien que cette stratégie d'intervention soit utilisée depuis plusieurs années auprès de diverses populations cliniques (traumatisés cranio-cérébral, victimes d'accidents vasculo-cérébral, schizophrènes, personnes âgées), elle a fait l'objet de peu d'investigations auprès d'une clientèle d'enfants présentant des difficultés d'adaptation. En particulier, aucune étude n'a à ce jour permis d'évaluer l'efficacité de la remédiation cognitive comme stratégie d'intervention auprès d'enfants présentant un TOP. Quelques études se sont en revanche intéressées à l'utilisation de la remédiation cognitive comme stratégie d'intervention auprès d'enfants avec un TDAH. Toutefois, les études qui s'intéressent à l'apport d'entraînements cognitifs spécifiques sur une fonction cognitive déficitaire et à la généralisation de tels entraînements sur des fonctions cognitives secondaires demeurent peu nombreuses. De plus, à notre connaissance, aucune étude n'a comparé l'efficacité d'un programme de remédiation cognitive axé sur le déficit cognitif primaire selon le modèle explicatif du TDAH de Barkley (1997), soit l'inhibition, à un second programme de remédiation cognitive axé sur la mémoire de travail (déficit cognitif secondaire selon le modèle de Barkley).

La première étude proposée s'intéresse donc à l'utilisation de la remédiation cognitive comme stratégie d'intervention auprès d'une clientèle d'enfants présentant un TOP. L'objectif principal de cette étude est d'évaluer l'efficacité de programmes de remédiation cognitive visant le développement des habiletés d'inhibition ou le développement des habiletés de mémoire de travail quant à l'amélioration du fonctionnement cognitif et de l'autorégulation du comportement, auprès d'enfants avec un TOP. Afin de vérifier cet objectif, le rendement des enfants recevant l'un ou l'autre des programmes de remédiation cognitive et le rendement des enfants d'un groupe de comparaison ne recevant aucune intervention sont comparés. Les résultats montrent une amélioration du rendement à des mesures secondaires d'inhibition et de résolution de problèmes, pour les enfants ayant bénéficié du programme mémoire de travail seulement. Sur le plan comportemental, des améliorations sont également rapportées par les enseignants en ce qui concerne les comportements de bris de

règles, d'inattention et d'hyperactivité-impulsivité, toujours pour les enfants ayant reçu le programme mémoire de travail. Aucun effet d'intervention n'est observé par les enfants ayant reçu le programme inhibition. Dans leur ensemble, ces résultats tendent donc à appuyer l'utilité d'un programme de remédiation cognitive visant le développement des habiletés de mémoire de travail avec une population d'enfants présentant un TOP.

La seconde étude proposée a, quant à elle, pour objectif de vérifier l'impact de deux programmes de remédiation cognitive axés spécifiquement sur deux fonctions exécutives déficitaires dans le TDAH, soit l'inhibition et la mémoire de travail, sur (1) les fonctions attentionnelles et exécutives (attention soutenue, inhibition, résolution de problèmes et mémoire de travail) et (2) l'autorégulation du comportement. Pour ce faire, le rendement des groupes d'enfants recevant un programme de remédiation cognitive (groupe mémoire de travail et groupe inhibition) et le rendement d'un groupe d'enfants en liste d'attente sont comparés. Les résultats obtenus montrent uniquement une amélioration des capacités de mémoire de travail non-verbale directement entraînées et une diminution des comportements d'inattention rapportée par les parents seulement pour les enfants ayant bénéficié du programme mémoire de travail, ce qui constitue un effet limité de l'intervention. Pour expliquer ces résultats, deux hypothèses sont avancées et discutées, soit l'intensité de l'intervention et la motivation de l'enfant.

En conclusion, les résultats obtenus par ces études supportent l'idée que la remédiation cognitive peut s'avérer une stratégie d'intervention intéressante pour certains enfants. Toutefois, les *conditions* dans lesquelles l'intervention se tient doivent être favorables et il demeure nécessaire de bien documenter ces conditions à l'aide de devis expérimentaux. Ainsi, la vente libre de programmes informatisés ayant pour objectif l'entraînement cognitif n'est pas suffisante pour en justifier l'efficacité et l'utilisation universelle.

Mots clés : Remédiation cognitive, trouble déficitaire de l'attention/hyperactivité, trouble oppositionnel avec provocation, fonctionnement cognitif, autorégulation du comportement

CHAPITRE I

INTRODUCTION GÉNÉRALE

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Remédiation cognitive

La remédiation cognitive est une stratégie d'intervention qui a pour objectif d'améliorer les fonctions cognitives déficitaires (Medalia & Lim, 2004). Le développement de ce type d'intervention trouve principalement son origine dans les études sur la plasticité cérébrale. La plasticité cérébrale permet le rétablissement fonctionnel et la réorganisation structuro-fonctionnelle des réseaux neuronaux qui sous-tendent les fonctions cognitives (Will, Dalrymple-Alford, Wolff, & Cassel, 2008) et intervient notamment dans le cas de lésions cérébrales. Au cours des dernières décennies, cette stratégie d'intervention s'est avérée efficace pour améliorer des fonctions cognitives déficitaires associées à certaines populations cliniques.

Dans ce premier chapitre de la thèse, nous allons brièvement aborder les études de remédiation cognitive réalisées auprès de populations cliniques. Par la suite, nous allons détailler les quelques études de remédiation cognitive réalisées auprès d'enfants présentant des difficultés d'adaptation. Dans un troisième temps, nous allons faire un survol des principes généraux utiles dans l'implantation de programmes de remédiation cognitive puis finalement, nous présenterons les objectifs et hypothèses des deux études de la présente thèse.

Études de remédiation cognitive réalisées auprès de populations cliniques

Depuis plus d'une trentaine d'années, l'intérêt clinique porté au réentraînement des processus cognitifs communément affectés à la suite d'un traumatisme cranio-cérébral ou d'un accident vasculo-cérébral a permis de faire avancer la recherche dans le domaine de la remédiation cognitive. En effet, les résultats de revues sur la thématique ont permis de mettre en évidence que ce type d'intervention permet d'améliorer les déficits langagiers, l'héminégligence, les déficits attentionnels, les atteintes de la mémoire ou les symptômes apraxiques (Cappa et al., 2003; 2005; Cicerone et al., 2000; 2005).

Plus précisément, les déficits langagiers à la suite d'une atteinte cérébrale sont les déficits pour lesquels le réentraînement cognitif est étudié depuis le plus longtemps (Howard & Hartfiels, 1987, cités dans Cappa et al., 2005). Cicerone et al. (2000; 2005), à la suite de leur revue des écrits scientifiques, concluent en effet que le réentraînement des fonctions langagières est efficace comme pratique courante d'intervention après un accident vasculo-cérébral (majoritairement à l'hémisphère gauche). Cette méthode d'intervention serait également efficace pour les traumatisés cranio-cérébral, toutefois les données empiriques permettant d'appuyer cette conclusion sont moins solides. Cappa et al. (2005) soulignent de plus que, dans le cas des déficits langagiers, plus l'intervention est intense, c'est-à-dire que plus le nombre d'heures d'intervention effectué au cours d'une semaine est grand, plus les effets bénéfiques sont importants.

En ce qui concerne les déficits attentionnels, une étude pionnière menée par Ben-Yishay, Diller et Rattok (1978, citée dans Cappa et al., 2005) a permis de faire la démonstration que, à la suite d'un entraînement de l'attention soutenue auprès de traumatisés cranio-cérébral, il est possible d'observer des améliorations non seulement à des tâches d'attention soutenue, mais également à d'autres mesures psychométriques de l'attention. Les acquis sont maintenus 6 mois après l'arrêt de l'intervention. Dans le même ordre d'idées, Cicerone et al. (2000) stipulent que, de façon générale, l'entraînement des fonctions attentionnelles est efficace pour les individus victimes d'un traumatisme cranio-cérébral ou d'un accident vasculo-cérébral. Les données d'une méta-analyse menée par Park et Ingles (2001) vont également en ce sens. Plusieurs études suggèrent par ailleurs que l'entraînement des processus attentionnels serait plus efficace lorsque les tâches impliquées requièrent des fonctions complexes (attention sélective ou attention partagée) plutôt que des fonctions simples (temps de réaction ou vigilance) (Gray, Robertson, Pentland, & Anderson, 1992; Sturm & Wilmes, 1991; Sturm, Wilmes, & Orgass, 1997, cités dans Cappa et al., 2005). Il est de plus suggéré que la combinaison d'interventions

cognitive et pharmacologique donne lieu à des améliorations plus importantes auprès des personnes qui ont un traumatisme cranio-cérébral (Cicerone et al., 2005).

Sur le plan de la mémoire, les résultats apparaissent plus mitigés. Cicerone et al. (2000) précisent qu'un entraînement compensatoire de la mémoire (p. ex., utilisation adéquate de l'agenda) peut être efficace pour des individus ayant des atteintes légères seulement. Cappa et al. (2005) jugent pour leur part que l'utilisation de stratégies mnésiques semble assez efficace, mais que le lien entre les améliorations observées à la suite de l'utilisation de telles stratégies et la gravité de l'atteinte demeure ambigu. L'entraînement spécifique de la mémoire de travail apparaît aussi comme une intervention efficace à la suite d'un accident vasculo-cérébral. À cet effet, Westerberg et al. (2007) ont évalué l'efficacité d'un entraînement de la mémoire de travail (verbale et non-verbale) auprès de patients ayant subi un accident vasculo-cérébral ($n = 9$). L'entraînement s'effectuait 5 jours par semaine pendant 5 semaines, à raison de 40 minutes par jour (90 essais effectués). Leurs résultats montrent que les patients ayant reçu le programme d'entraînement s'améliorent de façon significative, comparativement à ceux d'un groupe contrôle, à des mesures de mémoire de travail et de l'attention (tâche d'annulation). De plus, les patients rapportent, par le biais d'un questionnaire, une diminution significative de leurs difficultés cognitives au quotidien.

La remédiation cognitive est également apparue comme une nouvelle avenue dans le traitement de psychopathologies. Plusieurs études se sont notamment intéressées à l'utilisation de la remédiation cognitive comme moyen d'intervention auprès d'individus présentant une schizophrénie (p. ex., Fiszdon, Bryson, Wexler, & Bell, 2004; Wykes, Reeder, Corner, Williams, & Everitt, 1999; Wykes et al., 2003). De façon générale, ces études ont permis de démontrer que la remédiation cognitive permet non seulement d'améliorer les fonctions cognitives déficitaires, mais qu'elle a aussi un impact positif sur l'estime de soi et la qualité de vie des patients, ce qui aurait également comme effet d'améliorer la sensibilité des patients aux thérapies psychosociales conventionnelles (Wykes et al., 1999). Fiszdon et al. (2004) ont de surcroît fait la démonstration que les acquis faits à la suite de l'intervention se

maintenaient encore 12 mois après l'arrêt du programme. Plus récemment, les résultats obtenus par Lecardeur et al. (2009) permettent de confirmer que la remédiation de processus cognitifs spécifiques, comme la flexibilité mentale, permet de réduire les symptômes, plus particulièrement les symptômes positifs, associés à la schizophrénie et ce, à la suite d'une intervention brève (1 heure, 2 fois par semaine, pendant 5 semaines). Ces résultats témoignent donc de l'efficacité des programmes de remédiation cognitive auprès des patients schizophrènes.

La remédiation cognitive a également fait ses preuves comme moyen d'intervention auprès de personnes âgées (Belleville, 2008; Valenzuela & Sachdev, 2009; Vance et al., 2008) ainsi qu'auprès d'individus présentant des problèmes d'abus de substances, pour qui la remédiation des déficits cognitifs associés (attention, inhibition, résolution de problèmes) favoriserait l'adhérence au traitement de leur dépendance (pour une revue, voir Voici, 2008).

La remédiation cognitive a toutefois été peu étudiée au sein de populations d'enfants présentant des difficultés d'adaptation et pour qui la présence de déficits cognitifs associés soutient l'utilisation de ce type d'intervention, par exemple les enfants présentant un trouble déficitaire de l'attention/hyperactivité (TDAH) ou un trouble oppositionnel avec provocation (TOP).

Études de remédiation cognitive réalisées auprès d'enfants présentant des difficultés d'adaptation

À ce jour, le nombre d'études ayant évalué l'efficacité de programmes de remédiation cognitive auprès de jeunes demeure limité. Cela dit, un intérêt croissant pour ce type d'études est tout de même observé, particulièrement auprès de jeunes qui ont un TDAH.

L'intérêt pour la remédiation cognitive auprès de cette clientèle est né des résultats de recherches en neurosciences cognitives qui ont clairement identifié des déficits cognitifs associés au TDAH. Ces déficits cognitifs touchent certes les fonctions attentionnelles, mais également les fonctions exécutives telles que

l'inhibition, la flexibilité cognitive, la mémoire de travail, la planification de l'action et la résolution de problèmes (Barkley, 2006; Berlin, Bohlin, Nyberg, & Janols, 2004; Pennington & Ozonoff, 1996; Rapport, Van Voorhis, Tzelepis, & Friedman, 2001; Schachar, Mota, Logan, Tannock, & Klim, 2000; Sergeant, Geurts, & Oosterlaan, 2002; Shallice et al., 2002; Willcutt, Pennington, Olson, Chhabildas, & Hulslander, 2005).

Les programmes de remédiation cognitive utilisés auprès des enfants avec un TDAH se distinguent toutefois des approches de remédiation métacognitive, également utilisées auprès de cette clientèle. La remédiation métacognitive vise plutôt l'amélioration du fonctionnement cognitif par l'utilisation de stratégies de gestion, d'éducation cognitive ainsi que d'exercices et d'outils pédagogiques s'appuyant souvent sur des principes cognitifs-comportementaux. Ainsi, ce type d'intervention se caractérise plutôt par des aspects de prise de conscience, d'autocontrôle et de gestion volontaire puis vise plus « indirectement » les réseaux neuronaux mobilisés (Laporte & Guay, 2006). Plusieurs programmes de ce type sont employés dans l'intervention auprès d'enfants présentant des difficultés d'adaptation et plus particulièrement auprès d'enfant présentant un TDAH (p. ex., Caron, 2001; 2006; Chevalier, 2006; Gagné & Longpré, 2004; Kerns, Eso, & Thomson, 1999). À l'instar des programmes de remédiation cognitive, l'impact de plusieurs programmes de remédiation métacognitive sur le fonctionnement de l'enfant reste à démontrer d'un point de vue empirique. En somme, la principale distinction entre les deux types d'intervention est que la remédiation cognitive porte plus directement sur les fonctions cognitives atteintes et sur les réseaux neuronaux concernés. Le construit des tâches proposées se rapproche donc plus spécifiquement du fonctionnement neurologique (Laporte & Guay, 2006), ce qui constitue un élément important dans un objectif de maintien des acquis. Ainsi, considérant l'effort important de recherche fait au cours des dernières décennies dans la compréhension des substrats neurologiques impliqués et des fonctions cognitives atteintes dans le cas d'enfants présentant un TDAH, la remédiation cognitive apparaît comme une nouvelle perspective d'intervention.

Remédiation cognitive de l'attention. Slate, Meyer, Burns et Montgomery (1998) ont entraîné quatre enfants avec un TDAH âgés entre 7 et 11 ans à l'aide du programme informatisé *Captain's Log*. Le programme vise le développement des habiletés d'attention et de concentration, mais également des habiletés de mémoire et de résolution de problèmes. Par exemple, une des tâches proposées à l'intérieur du programme et visant plus spécifiquement l'attention sélective consiste à cliquer sur la souris si et seulement si une carte avec des carreaux apparaît à l'écran. Les enfants sont ici soumis à 64 sessions d'entraînement, effectuées sur une période de 16 semaines. Les résultats révèlent une amélioration significative du contrôle de la réponse, du contrôle des comportements impulsifs et une diminution des comportements hyperactifs, après l'intervention. Trois des quatre participants ont également amélioré leur rendement à des tâches d'attention partagée, de mathématiques et de vocabulaire. La petite taille de l'échantillon et l'absence d'un groupe de comparaison limitent toutefois la portée des résultats.

Shalev, Tsal et Mevorach (2007) se sont quant à eux intéressés à l'impact d'un entraînement de l'attention sur le rendement scolaire. Pour ce faire, le rendement de 20 enfants avec un TDAH, âgés de 6 à 13 ans, est comparé à celui d'enfants d'un groupe contrôle (TDAH sans intervention, $n = 16$). L'entraînement s'effectue à l'aide du programme *Computerized Progressive Attentional Training* (CPAT). Basé sur le modèle attentionnel de Posner et Petersen (1990), ce programme comprend des tâches visant le développement de l'attention soutenue, de l'attention sélective, de l'orientation et de l'attention exécutive. Les tâches proposées sont en fait des adaptations de tâches bien reconnues dans la documentation scientifique comme des mesures de processus attentionnels spécifiques. Les tâches incluent donc le *Computerized Continuous Performance Task* (CCPT; Rosvold, Mirsky, Sarason, Bransome, & Beck, 1956) pour le développement de l'attention soutenue, le *Conjunctive Search Task* (Treisman & Gelade, 1980) pour le développement de l'attention sélective, le *Combined Orienting and Flanker Task* (Eriksen & Eriksen, 1974; Posner, Snyder, & Davidson, 1980), pour améliorer la fonction d'orientation de

l'attention et le *Shift Stroop-like Task* (Navon, 1977) pour la stimulation du contrôle exécutif. Le niveau de difficulté de chacune des tâches est ajusté de façon graduelle et des rétroactions sont fournies par l'accumulation de points. L'entraînement s'effectue sur une période de 8 semaines à raison de 2 séances par semaine d'une durée de 1 heure chacune. Les résultats montrent des améliorations significatives, après intervention, des habiletés de compréhension en lecture et de copie d'un passage de texte pour le groupe ayant bénéficié de l'entraînement attentionnel. Aucune amélioration du rendement à une tâche impliquant les habiletés mathématiques n'est toutefois observée. De plus, les parents rapportent une diminution significative des symptômes d'inattention pour les jeunes ayant bénéficié de l'entraînement attentionnel, alors qu'aucun changement n'est rapporté pour le groupe contrôle. Toutefois, l'étude ne comprenait pas d'évaluation provenant des enseignants quant au fonctionnement de l'enfant en classe, ce qui limite la généralisation des acquis sur le fonctionnement quotidien de l'enfant. De plus, l'impact de l'intervention sur les fonctions cognitives directement entraînées et le maintien des acquis dans le temps n'ont pas été évalués.

Au Québec, 28 enfants présentant un TDAH et âgés de 7 à 9 ans ont été entraînés à l'aide des tâches tirées du logiciel *RÉÉDUC* (Guay, Parent, & Lageix, en révision). Les tâches sélectionnées sollicitaient plus précisément la capacité à maintenir un effort mental soutenu tout en résistant aux distracteurs, la capacité à interrompre une tâche au moment opportun et la capacité à inhiber un distracteur pour repérer une cible. Par exemple, dans une des tâches utilisées, des stimuli-cibles, qui changent régulièrement, sont présentés dans le coin supérieur de l'écran. D'autres stimuli (cibles et distracteurs) sont présentés au centre de l'écran et la tâche requiert que l'enfant sélectionne les cibles lorsqu'elles se présentent, à l'aide de la souris. Le maximum de cibles présentées est de quatre (trois visuelles et une auditive). Une rétroaction est fournie à l'enfant et le niveau de difficulté augmente quand le nombre de cibles présentées augmente également. L'intervention incluait 48 séances (4 fois par semaine pendant 12 semaines) d'une durée minimale de 20 minutes. Le

rendement du groupe d'enfants recevant l'intervention est comparé à celle d'un groupe d'enfants en liste d'attente, qui ne reçoit aucune intervention spécifique. Les résultats montrent que les jeunes avec un TDAH qui ont pris part au programme de remédiation cognitive s'améliorent de façon significative à des mesures reliées à la capacité d'inhibition et au contrôle de l'interférence. Ces améliorations sont observées sur des mesures de type papier-crayon distantes des tâches informatisées utilisées durant l'entraînement cognitif. Les analyses montrent également un maintien des acquis dans le temps, soit 3 mois et 6 mois après l'intervention. Toutefois, aucune mesure de généralisation des acquis à la capacité d'autorégulation des comportements n'était incluse dans l'étude.

Remédiation cognitive de la mémoire de travail. Klingberg et ses collaborateurs se sont, quant à eux, intéressés à l'entraînement des habiletés de mémoire de travail chez des enfants avec un TDAH. La mémoire de travail se définit par la capacité à retenir une information durant une courte période de temps et à fournir une réponse basée sur la représentation interne de cette information (Klingberg et al., 2005). Le rationnel sous-tendant l'entraînement des habiletés de mémoire de travail auprès de jeunes présentant un TDAH est que, selon le modèle explicatif du TDAH de Barkley (1997), l'inhibition constitue un déficit central qui entraîne, de façon secondaire, une perte d'efficacité de quatre fonctions exécutives, soit la mémoire de travail non-verbale, le langage internalisé (qui réfère en partie à la mémoire de travail verbale), l'autorégulation de l'affect et la reconstitution (ou capacité de synthèse). La mémoire de travail constitue donc un déficit spécifique dans le TDAH.

Dans une première étude effectuée en 2002, Klingberg, Forssberg et Westerberg ont vérifié l'efficacité d'un programme d'entraînement de la mémoire de travail comprenant des tâches verbales et non-verbales, soit (1) un empan visuo-spatial où des cercles sont présentés un par un dans une grille 4 x 4, (2) un empan de

chiffres en ordre inverse, (3) un empan de lettres et (4) une tâche de temps de réaction où l'on demande à l'enfant d'appuyer sur une clé quand les cercles présentés deviennent verts et de s'abstenir quand les cercles deviennent rouges (cette dernière tâche a été abandonnée par la suite). Le niveau de difficulté (nombre d'items présentés dans une même séquence) s'ajuste en fonction du rendement du participant. L'entraînement est effectué au moins 20 minutes par jour, de 4 à 6 jours par semaine, pendant au moins 5 semaines. Les résultats montrent une amélioration du rendement post-entraînement en mémoire de travail des enfants avec un TDAH, comparativement au rendement d'un groupe contrôle, à qui les mêmes tâches sont présentées, mais maintenues à un niveau très facile, ce qui en restreint l'effet. Des améliorations secondaires sont également observées à des tâches impliquant le raisonnement et l'inhibition, suggérant une généralisation des acquis à d'autres fonctions cognitives que celles directement entraînées. Une réduction significative du nombre de mouvements de tête enregistrés pendant une tâche informatisée est également mesurée, ce qui est interprété par les chercheurs comme une diminution de l'activité motrice.

Dans une étude multi centres ultérieure, Klingberg et al. (2005) évaluent l'impact de l'entraînement de la mémoire de travail auprès de 53 enfants avec TDAH. Ici, les objectifs de l'étude consistent de plus à évaluer le maintien des acquis dans le temps et à vérifier l'impact d'une telle intervention sur le fonctionnement de l'enfant au quotidien et ce, à l'aide d'un échantillon plus important. Le programme d'entraînement comprend uniquement des tâches de mémoire de travail visuo-spatiale (rappeler la position d'objets dans une grille 4 x 4) et verbale (rappeler des phonèmes, des lettres ou des chiffres). Au cours d'une séance d'entraînement, l'enfant doit effectuer 90 essais (temps moyen par séance de 40 minutes), pour un total de 25 séances réparties sur 5-6 semaines. Le rendement d'un groupe en traitement est comparé à celui d'un groupe de comparaison (mêmes tâches toujours faciles). Les résultats montrent des améliorations significatives des performances en mémoire de

travail non-verbale et verbale et, de façon secondaire, à des tâches d'inhibition de la réponse et de raisonnement complexe, exclusivement pour le groupe expérimental. Les acquis sont maintenus 3 mois après l'intervention. On note également chez le groupe expérimental une diminution des symptômes d'inattention et d'hyperactivité-impulsivité, selon les observations des parents. Les enseignants n'observent toutefois pas de diminution des symptômes de TDAH similaire à celle rapportée par les parents. De plus, les résultats ne mettent en évidence aucune diminution significative des mouvements de tête, telle qu'observée lors de l'étude de 2002, ce qui limite l'évaluation de la généralisation des acquis sur l'autorégulation des comportements.

L'efficacité de l'entraînement de la mémoire de travail est de plus démontrée à l'aide de techniques d'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle chez de jeunes adultes normaux où l'on observe une augmentation de l'activité cérébrale à l'intérieur des réseaux neuronaux sous-tendant la mémoire de travail après un entraînement de celle-ci (gyrus frontal médian et cortex pariétal supérieur et inférieur) (Olesen, Westerberg, & Klingberg, 2004). Ces aires corticales chevauchent, en partie du moins, les régions préfrontales touchées dans le cas du TDAH, ce qui appuie également le rationnel d'entraîner la mémoire de travail chez les jeunes avec un TDAH.

À la lumière de ces résultats, la remédiation cognitive s'avère donc prometteuse comme stratégie d'intervention pour les jeunes présentant un TDAH. Toutefois, les études expérimentales qui évaluent systématiquement l'apport d'entraînements cognitifs spécifiques sur une fonction cognitive déficitaire de même que la généralisation des acquis, de façon secondaire, à d'autres fonctions cognitives, sont limitées. De plus, l'impact de la remédiation cognitive sur l'autorégulation des comportements s'avère une question de première importance qui demeure peu étudiée. En effet, la question de la validité écologique des interventions de remédiation cognitive se pose depuis longtemps (Gordon, 1987).

Principes généraux d'implantation d'un programme de remédiation cognitive centré sur les fonctions attentionnelles

Bien que les principes sous-tendant l'efficacité de la remédiation cognitive n'aient pas encore fait l'objet de consensus, certaines recommandations peuvent être faites à l'usage des cliniciens dans le but de rendre optimal ce type d'intervention. Ainsi, Cicerone et al. (2000) soulignent par exemple que, pour les tâches de remédiation cognitive spécifiques aux déficits attentionnels, l'entraînement devrait inclure plus d'une modalité sensorielle, différents niveaux de complexité et que le type de réponses demandées devrait varier. Ils recommandent également l'implication d'un thérapeute afin de vérifier les performances du patient, de lui fournir une rétroaction et de lui enseigner des stratégies pour améliorer ses performances. Toujours selon les auteurs, l'entraînement des fonctions attentionnelles serait plus efficace lorsque le patient effectuerait des tâches plus complexes et fonctionnelles, c'est-à-dire des tâches qui ressemblent à celles faites dans la vie courante.

Dans le même ordre d'idées, Sohlberg et Mateer (2001) suggèrent cinq grands principes à respecter afin de favoriser l'efficacité de la remédiation cognitive dans l'amélioration des fonctions attentionnelles, soit (1) d'utiliser un modèle de traitement basé sur un modèle théorique solide, (2) d'utiliser des activités thérapeutiques qui sont organisées de façon hiérarchique (afin de permettre une stimulation et une activation répétée des processus ciblés, en bâtissant d'abord ceux sur lesquels s'appuient d'autres processus plus complexes aussi à entraîner), (3) de permettre un nombre suffisant de répétitions (avec suffisamment d'intensité pour stimuler les processus ciblés), (4) d'ajuster l'intervention en fonction de la performance de l'individu et (5) de favoriser la généralisation des acquis à des tâches de la vie quotidienne.

Medalia et Lim (2004) suggèrent de surcroît une amélioration plus importante de la performance lorsque les exercices utilisés pour la remédiation cognitive des fonctions attentionnelles sont informatisés. En effet, l'utilisation de programmes informatisés offre différents avantages, soit (1) la présentation standardisée de

l'information, (2) la possibilité d'isoler des composantes attentionnelles spécifiques (attention sélective ou partagée ou attention visuelle ou auditive), (3) la possibilité d'offrir des rétroactions instantanées et (4) un ajustement aisé du niveau de difficulté en fonction des performances (Medalia & Revheim, 1999).

La recherche proposée

La présente thèse vise l'évaluation de l'efficacité d'interventions de remédiation cognitive, à l'aide de programmes informatisés, auprès de jeunes présentant des difficultés d'adaptation, en l'occurrence un TOP ou un TDAH. En effet, la remédiation cognitive s'avère prometteuse pour les jeunes présentant un TDAH. Toutefois, les études qui s'intéressent à l'apport d'entraînements cognitifs spécifiques sur une fonction cognitive déficitaire et à la généralisation de tels entraînements sur des fonctions cognitives secondaires demeurent peu nombreuses. De plus, les résultats relatifs à l'impact de la remédiation cognitive sur l'autorégulation du comportement demeurent peu convaincants. Il apparaît donc nécessaire de poursuivre les recherches visant à évaluer l'efficacité de ce type d'intervention auprès d'enfants présentant un TDAH, pour qui de nouvelles pistes d'intervention sont toujours recherchées.

Par ailleurs, à l'instar des jeunes présentant un TDAH, les jeunes ayant un TOP présentent d'importantes difficultés d'adaptation. En effet, ce trouble se caractérise par la présence de comportements négativistes, hostiles ou provocateurs et entraîne une altération cliniquement significative du fonctionnement social, scolaire ou professionnel (DSM-IV-TR; American Psychiatric Association [APA], 2000). Malgré les difficultés associées, peu d'interventions sont aisément accessibles aux enfants présentant un TOP et de nouvelles avenues de traitement sont constamment recherchées.

Bien qu'il existe une controverse dans les écrits scientifiques en ce qui a trait à la présence ou non de déficits cognitifs associés à ce trouble, les résultats de récentes recherches tendent à mettre en évidence des déficits attentionnels, des déficits

exécutifs et des déficits de la mémoire de travail. À titre d'exemple, Baving, Rellum, Laucht et Schmidt (2006) examinent les fonctions attentionnelles d'enfants avec un TOP sans TDAH en comorbidité, à l'aide de techniques de potentiels évoqués. Leurs résultats montrent clairement que les fonctions attentionnelles des jeunes avec un TOP diffèrent de celles d'enfants normaux. De façon plus spécifique, leurs résultats mettent en évidence une réduction, pour le groupe avec un TOP, des ondes P3a et P3b qui reflètent la capacité d'orientation de l'attention. Les auteurs discutent du fait que ces difficultés sont difficilement décelables à l'aide de tests neuropsychologiques, ceux-ci étant souvent trop simples. Dans le même ordre d'idées, Baving, Laucht et Schmidt (2000) ont identifié une activité EEG anormale dans le cortex frontal chez des enfants présentant un TOP, sans TDAH comorbide. D'autres auteurs précisent pour leur part que les déficits cognitifs chez les individus présentant un TOP, ou plus spécifiquement les déficits exécutifs, seraient associés à la présence de comportements agressifs (Giancola, Mezzich, & Tarter, 1998; Séguin, Boulerice, Harden, Tremblay, & Pihl, 1999). De surcroît, certains auteurs suggèrent que le fonctionnement exécutif en général (Toupin, Déry, Pauzé, Mercier, & Fortin, 2000), ou plus spécifiquement de la mémoire de travail (Giancola et al., 1998), est faiblement développé chez les individus avec des antécédents de comportements agressifs, sans TDAH. Les individus présentant la comorbidité (TOP et TDAH) présenteraient toutefois des déficits cognitifs plus importants (Lynham, 1998; Séguin, Nagin, Assaad, & Tremblay, 2004). En somme, ces résultats témoignent de la présence de déficits cognitifs chez les individus présentant un TOP, en l'absence d'un TDAH associé. De ce point de vue, la remédiation cognitive apparaît comme une nouvelle piste d'intervention à explorer avec les enfants ayant un TOP. Toutefois, à notre connaissance, aucune étude n'a à ce jour tenté d'évaluer l'efficacité de ce type d'intervention auprès de cette population.

La présente thèse vise donc à évaluer l'efficacité d'une nouvelle perspective d'intervention auprès d'enfants présentant des difficultés d'adaptation, soit un TOP ou un TDAH. Considérant la présence de déficits cognitifs associés à ces troubles et

le développement des connaissances sur la plasticité cérébrale, la remédiation cognitive s'avère une avenue intéressante. Malgré l'intérêt porté à l'égard de ce type d'intervention auprès d'enfants ayant un TDAH, plusieurs éléments restent à préciser quant à son efficacité, notamment en ce qui concerne la généralisation des acquis cognitifs sur le plan de l'autorégulation du comportement.

Buts et hypothèses de l'Étude 1. L'objectif de la première étude est donc d'évaluer, à l'intérieur d'une étude pilote, l'efficacité de programmes de remédiation cognitive dans l'amélioration des fonctions cognitives d'enfants présentant un TOP. Un premier programme vise le développement des habiletés d'inhibition, alors que le second programme est centré spécifiquement sur la mémoire de travail. Notamment, les résultats obtenus par le groupe de recherche de Klingberg (2002, 2005) auprès d'enfants ayant un TDAH nous amènent à vérifier l'impact d'un programme similaire auprès d'enfants avec un TOP qui présentent, à l'instar des enfants ayant un TDAH, des déficits sur le plan des fonctions attentionnelles et exécutives. De plus, considérant les modèles théoriques élaborés, notamment dans le cas du TDAH (Barkley, 1997), et mettant en lien les déficits cognitifs et les problèmes d'autorégulation du comportement, un second objectif consiste à évaluer l'impact de ces programmes de remédiation cognitive sur l'autorégulation du comportement. Pour ce faire, le rendement d'enfants présentant un TOP et recevant un des programmes de remédiation cognitive et le rendement d'enfants d'un groupe de comparaison, qui ne reçoit aucune intervention spécifique, sont comparés. Les enfants avec un TOP sont recrutés à l'intérieur de classes spécialisées pour élèves présentant des troubles du comportement. Selon le Ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport du Québec (MELS), l'élève ayant des troubles du comportement est « celle ou celui dont l'évaluation psycho-sociale, réalisée en collaboration par un personnel qualifié et par des personnes visées, avec des techniques d'observation ou d'analyse systématique, révèle un déficit important de la capacité d'adaptation se manifestant par des difficultés significatives d'interaction avec un ou plusieurs éléments de

l'environnement scolaire, social ou familial ». Il s'agit principalement de comportements sur-réactifs en regard des stimuli de l'environnement (p. ex., paroles et actes injustifiés d'agression, d'intimidation, de destruction, refus persistant d'un encadrement justifié). Les élèves se trouvant en classes spéciales pour élèves présentant des troubles du comportement correspondent donc, pour la plupart, aux critères diagnostiques du TOP (DSM-IV-TR; APA, 2000), bien que le diagnostic n'ait pas été formellement établi pour tous.

Le premier article publié dans : *Annual Review of Cybertherapy and Telemedicine : Transforming Healthcare Through Technology*, en 2007, présente toutefois les résultats des comparaisons entre le groupe ayant bénéficié du programme mémoire de travail et le groupe de comparaison seulement et ce, en raison des objectifs de la publication, du public à qui elle s'adressait et des résultats obtenus. L'objectif principal de ce premier article est donc de vérifier l'impact d'un entraînement spécifique de la mémoire de travail dans l'amélioration des fonctions cognitives et de l'autorégulation du comportement auprès d'enfants présentant un trouble du comportement tel que défini par le MELS¹. Plus spécifiquement, trois hypothèses sont émises. Premièrement, le programme d'entraînement de la mémoire de travail permettra d'améliorer directement la fonction entraînée, soit la mémoire de travail. Deuxièmement, considérant les relations qu'entretiennent ensemble les différentes fonctions cognitives, il est attendu que des améliorations soient notées à d'autres fonctions exécutives (inhibition et résolution de problèmes) (Adleman et al., 2002; Engle, Kane, & Tuholski, 1999; Klingberg et al., 2002). En dernier lieu, le programme d'entraînement de la mémoire de travail permettra d'augmenter la capacité d'autorégulation des comportements problématiques souvent associés au TOP (difficultés d'attention, hyperactivité-impulsivité, opposition, comportements de bris de règles, comportements agressifs). Par ailleurs, afin de rendre compte de

¹ Le terme « conduct disorder » employé à l'intérieur de l'article 1 fait référence à la définition des troubles du comportement du Ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport et non à un trouble des conduites, en référence à la nosologie du DSM-IV.

l'ensemble du projet et pour alimenter la discussion générale de la thèse, des précisions méthodologiques et les résultats des analyses statistiques en lien avec les participants ayant reçu le programme inhibition sont présentés en Appendice, à la suite de l'article.

Buts et hypothèses de l'Étude 2. La seconde étude de la thèse est réalisée auprès de jeunes présentant un TDAH. Les jeunes qui présentent un TDAH ont aussi plusieurs difficultés d'adaptation, ce qui nécessite la mise en place d'interventions efficaces. D'après le modèle théorique classique du TDAH (Barkley, 1997), ce sont les déficits cognitifs, plus particulièrement le déficit d'inhibition, qui entraînent secondairement des déficits exécutifs, qui sont responsables des difficultés d'autorégulation du comportement. L'objectif général de la seconde étude est donc d'évaluer l'impact de deux programmes de remédiation cognitive axés spécifiquement sur des fonctions cognitives déficitaires dans le TDAH, soit l'inhibition (niveau supérieur du modèle de Barkley) et la mémoire de travail (niveau inférieur du modèle de Barkley). Le second objectif consiste pour sa part à évaluer si les deux programmes de remédiation cognitive proposés permettent de diminuer les comportements perturbateurs associés au TDAH (inattention et hyperactivité-impulsivité). Pour ce faire, le rendement d'enfants présentant un TDAH et recevant un des deux programmes d'intervention est comparé à celui des enfants d'un groupe de comparaison. Les participants du groupe de comparaison ne reçoivent aucune intervention. De façon plus spécifique, trois hypothèses sont avancées : (1) chaque programme permettra d'améliorer les fonctions cognitives directement ciblées (inhibition ou mémoire de travail); (2) compte tenu des relations qu'entretiennent les fonctions cognitives dans le modèle du TDAH (Barkley, 1997), une amélioration de fonctions cognitives secondaires (autres que celle visée directement par l'entraînement) devrait être observée et (3) chaque programme d'intervention permettra d'augmenter la capacité d'autorégulation des comportements problématiques associés au TDAH .

CHAPITRE II

ARTICLE 1

CHAPITRE II

Préambule

Le présent chapitre expose les résultats de l'Étude 1, qui a pour objectif général d'évaluer l'impact de deux programmes de remédiation cognitive sur le fonctionnement cognitif et sur l'autorégulation du comportement auprès d'enfants présentant un trouble oppositionnel avec provocation (TOP). Le premier programme de remédiation cognitive proposé vise le développement des capacités d'inhibition et le second programme, la stimulation des habiletés de mémoire de travail.

La première partie de ce chapitre est présentée sous la forme d'un article scientifique. En raison des objectifs de la publication, du public à qui elle s'adressait et des résultats obtenus, ce premier article, publié en juin 2007 dans : *Annual Review of Cybertherapy and Telemedicine : Transforming Healthcare Through Technology*, fait état des comparaisons entre le groupe ayant bénéficié du programme mémoire de travail et le groupe de comparaison uniquement. L'objectif de cet article est donc de vérifier l'impact d'un entraînement spécifique de la mémoire de travail sur les fonctions cognitives ainsi que sur l'autorégulation du comportement chez des enfants présentant un TOP.

La seconde partie du chapitre se veut quant à elle un complément à cet article. Elle a pour objectif de faire état de précisions relatives à la méthode employée. De même, afin de rendre compte de l'ensemble du projet, les résultats des analyses statistiques effectuées incluant le groupe ayant bénéficié du programme inhibition sont présentés. L'ensemble des résultats sont discutés de façon plus précise à l'intérieur de la conclusion générale de la thèse.

Cognitive remediation impacts on children with conduct disorder
(Impacts de la remédiation cognitive auprès d'enfants présentant
un trouble du comportement)

Véronique Parent, M.Ps.^{1,2}, Marie-Claude Guay, Ph.D.^{1,2}, Philippe Lageix, M.D.²,
André Achim, Ph.D.¹

1. Université du Québec à Montréal
2. Hôpital Rivière-des-Prairies

(Publié : Annual Review of Cybertherapy and Telemedicine: Transforming
Healthcare Through Technology, 2007, 5, 90-98)

Résumé de la publication en français

Le trouble du comportement (TC) est souvent associé à la présence de problèmes d'apprentissage ou de difficultés sociales (Greene et al., 2002) et accroît le risque de présenter à l'âge adulte un trouble de santé mentale (Kim-Cohen et al., 2003). Bien que le TC soit généralement expliqué par des facteurs psychosociaux, certains auteurs suggèrent la présence de déficits cognitifs spécifiques associés, plus particulièrement en ce qui concerne les fonctions attentionnelles et exécutives (Baving, Rellum, Laucht, & Schmidt, 2005; Moffit, 1993; Morgan & Lilienfeld, 2000). Par ailleurs, certaines études ont permis de démontrer que la remédiation cognitive auprès d'enfants avec un TDAH, lesquels présentent également des déficits exécutifs, est efficace (Klingberg, Forssberg, & Westerberg, 2002; Klingberg et al., 2005). Dans ce contexte, il apparaît prometteur d'explorer l'utilisation de cette nouvelle stratégie d'intervention auprès d'enfants présentant un TC. L'objectif principal de cette étude est donc d'évaluer l'impact d'un programme de remédiation cognitive sur le fonctionnement cognitif et l'autorégulation du comportement auprès d'enfants présentant un TC.

Trente-six enfants âgés de 7 à 14 ans sont recrutés à l'intérieur de classes spécialisées pour enfants ayant un TC. Les enfants présentant des difficultés d'apprentissage sont exclus de l'étude. Les participants sont distribués de façon aléatoire entre les deux groupes expérimentaux, soit un groupe recevant le programme de remédiation cognitive ($n = 17$) et un groupe de comparaison sans traitement expérimental ($n = 19$). Quatre de ces participants n'ont pas complété

l'étude en raison d'un manque de motivation. Le programme de remédiation cognitive est informatisé et comprend diverses tâches de mémoire de travail. L'intervention se déroule à l'école de l'enfant, 3 fois par semaine (30 minutes) pendant 10 semaines. Des évaluations pré et post intervention, comprenant des mesures neuropsychologiques (fonctions attentionnelles et exécutives) et des mesures comportementales, sont effectuées.

Des analyses de variance à plan mixte (2 Groupes x 2 Temps de mesure) sont effectuées sur chaque variable dépendante. Les résultats montrent que les participants du groupe ayant reçu le programme de remédiation cognitive ont amélioré leur capacité d'inhibition, comparativement aux participants du groupe de comparaison. De plus, aux questionnaires comportementaux (version enseignant), les résultats montrent une diminution significative des comportements de bris de règles, d'inattention et d'hyperactivité, pour les participants ayant reçu le programme de remédiation cognitive seulement. En conclusion, l'utilité et les limites de la remédiation cognitive avec des enfants présentant un TC sont discutées et les perspectives de recherches futures, présentées.

Abstract

Conduct disorder (CD) is often associated with learning disabilities and social difficulties (Greene et al., 2002) and it is a risk for psychiatric disorder in adulthood (Kim-Cohen et al., 2003). Even though CD is generally explained by psychosocial factors, some authors suggest that it could be associated with specific cognitive deficits, especially in attention and executive functions (Baving, Rellum, Laucht, & Schmidt, 2005; Moffit, 1993; Morgan & Lilienfeld, 2000). Since research has shown that a cognitive remediation program is efficient with ADHD children who also have an executive dysfunction (Klingberg, Forssberg, & Westerberg, 2002; Klingberg et al., 2005), it also appears promising to explore new intervention strategies adapted to CD children. The main goal of this study is to assess the efficiency of the cognitive remediation program to improve the executive functions in children with CD and to evaluate the impact of such a program on behaviour regulation.

Thirty-six children between 7 and 14 years old were recruited from specialized CD classes. Children presenting learning disabilities were excluded from the study. Participants were assigned randomly to one of two groups, a cognitive remediation group (n = 17) and an untreated comparison group (n = 19). Four participants withdrew themselves from the study from lack of motivation. The cognitive remediation program used computerized working memory tasks. The cognitive remediation program was integrated in the children's daily school activities, 3 times a week (30 minutes) for 10 weeks. Evaluations were conducted pre and post

treatment using neuropsychological measures (attention and executive functions) and behavioural questionnaires.

Analyses of variance (2 Groups x 2 Time measure) were conducted on each dependant variable. The results showed that participants in the cognitive remediation group improved their inhibition control comparatively to the participants in the comparison group. Furthermore, on behavioural questionnaires (teachers version), the results showed an improvement on rule-breaking behaviour, inattention and hyperactivity scales, exclusively for the participants in the cognitive remediation group. In conclusion, strengths and limits of cognitive remediation programs with CD children are discussed. Further research perspectives are also presented.

Introduction

Conduct disorder (CD) is defined by persistent disruptive behaviours that affect diverse domains of functioning (DSM-IV-TR; American Psychiatric Association [APA], 2000). CD is frequently associated with ADHD in comorbidity (Banaschewski et al., 2003). ADHD is characterised by the presence of inattention, hyperactivity, impulsivity behaviours (DSM-IV-TR, APA, 2000) and by executive dysfunctions (Barkley, 1997; Shallice et al., 2002; Willcutt, Pennington, Olsen, Chhabildas, & Hulslander, 2005). Moreover, CD is frequently associated with social relation difficulties and learning disabilities (Greene et al., 2002). CD constitutes therefore an important risk factor for several psychiatric disorders during adulthood (Kim-Cohen et al., 2003) and it is important to develop effective intervention programs, making it possible for these young people to better adapt.

In addition to adaptation difficulties, certain authors suggest the presence of cognitive deficits in young people presenting CD, more particularly with regard to attention and executive functions (Moffitt, 1993; Morgan & Lilienfeld, 2000; Oosterland, Logan, & Sergeant, 1998; Sergeant, Geurts, & Oosterland, 2002). However, the presence of cognitive deficits in CD remains an object of discussion. In fact, some researchers argue that the presence of executive deficits observed in children with CD are more likely to be associated with ADHD in comorbidity than to CD (Klorman et al., 1999; Pennington & Ozonoff, 1996; Van Goozen et al., 2004). Recently, Oosterland, Scheres, and Sergeant (2005) compared the performance of an ADHD group, a CD group, an ADHD+CD group and a group of children who are

typically developed on neuropsychological tests. Their results did not show any executive deficit associated with CD. They concluded that the presence of an ADHD in comorbidity explains the cognitive deficits observed in young people with CD. Baving, Rellum, Laucht, and Schmidt (2005) used evoked potentials in order to examine attention functions in children with CD not having ADHD as comorbidity. Contrary to the results noted by Oosterland et al. (2005), their results clearly showed that attention functions in children with CD differed from children who are typically developed. More precisely, they demonstrated a reduction in the P3a and P3b waves in the CD group, which both reflect orientation of their attention. The authors discuss that these difficulties would not be easily detected or observed with neuropsychological tests, the tasks used often being too simple to target. Similarly, Baving, Laucht, and Schmidt (2000) report abnormal EEG activity over the frontal cortex of children without ADHD. Thus, while children with CD and ADHD are expected to show attention and executive deficits, even those without an ADHD comorbidity can be suspected of subtle deficits in attention and executive functions.

From this point of view, cognitive remediation seems worth investigating as a new intervention strategy with children with CD. Although it does not use virtual reality, cognitive remediation that uses computerized exercises is cybertherapy. Cognitive remediation in general encompasses a spectrum of interventions which aim to improve deficient cognitive functions within a clinical population by strategic teaching or extensive exercising (Medalia & Lim, 2004). Computerized cognitive remediation offers two main advantages. First of all, the difficulty level of the

computerized exercises is adjusted according to the performance of each child.

Secondly, the computerized exercises can take place anywhere, at school, at home or in a clinic.

For instance, the majority of studies assessing the effectiveness of cognitive remediation have been carried out with individuals with schizophrenia (Fiszdon, Bryson, Wexler, & Bell, 2004; Wykes, Reeder, Corner, Williams, & Everitt, 1999; Wykes et al., 2003). These studies have demonstrated that cognitive remediation can have a significant impact on the quality of life and self-esteem of patients and can significantly increase their sensitivity to other conventional psychosocial therapies (Wykes et al., 1999). Recently, Klingberg et al. (2005) evaluated the effectiveness of a computerized cognitive remediation program with ADHD children, addressing the working memory functions. They compared two groups, a treatment group and a comparison program group. In the treatment group, the level of difficulty was adjusted to the performance of the participants. In the comparison group, the same computer program was used but the difficulty level remained at the initial level. The computer program in the comparison group was therefore too weak to be efficient. Their results showed an improvement of working memory and of certain executive functions (inhibition and reasoning).

Objectives

The objective of this pilot study is to evaluate the effectiveness of a cognitive remediation program centered on working memory to improve cognitive functions of children with CD. Results obtained by Klingberg et al. (2005) with ADHD children lead us to investigate whether a working memory cognitive remediation program could have a similar impact on children with CD. A second objective is to evaluate the impact of the cognitive remediation program on behaviour regulation. For these purposes, the performance of children with CD receiving the program (cognitive remediation group) is compared with the performance of children with CD in a comparison group. It is anticipated that children in the intervention group will improve more than children in the comparison group, regarding cognitive and behavioural measures.

Method

Participants

Thirty-six boys were recruited in specialized CD classes. The participants were between 7 and 14 years old ($M = 11.3$, $SD = 1.9$). They were randomly assigned into two experimental groups, a cognitive remediation group ($n = 17$) and a comparison group ($n = 19$). Four additional participants in the cognitive remediation group withdrew themselves from the study and did not complete the cognitive remediation program due to a lack of motivation.

Intervention

The cognitive remediation program specifically addressed working memory skills using computerized exercises. The program included non-verbal tasks (to reproduce the successive positions of object inside a 3 x 3 grid in either direct and inverse temporal order) and verbal tasks (to reproduce sequences of letters and figures in direct and opposite temporal order). The difficulty level was adjusted according to the performance of the child.

Procedure

Participants in the cognitive remediation group performed the exercises for 30 minute periods, 3 times a week over 10 weeks. The program took place at their school, under the supervision of a professional.

Measures

Participants in both groups were assessed before the beginning of the cognitive remediation program (pre-test) and after the program (post-test). The evaluation in pre and post-test included neuropsychological measures that differed from the computerized tasks used in the program. More precisely, sustained attention was evaluated with omission errors and vigilance in a Continuous Performance test (CPT-II; Conners, 2000). Executive control was evaluated with d2 test (Brickenkamp & Zillmer, 1998), Color word interference Test (Stroop; D-Kefs, 2001) and errors of commission in CPT-II, and reasoning with Tower Test (D-Kefs, 2001) and Matrices of the Kaufman Intelligence Assessment (K-Bit; Kaufman & Kaufman, 1990). The selected tests were already validated and normalized. Finally, working memory was

evaluated with visuo-spatial span test and n-back test. These tasks were computerized to facilitate their administration.

The behavioural dimension was assessed using questionnaires (parent and teacher versions), namely the ADHD Rating Scale IV (DuPaul, Reid, Power, & Anastopoulos, 1998) and the Achenbach System of Empirically Based Assessment (CBCL; Achenbach & Rescorla, 2001).

The participants who usually took medication (methylphenidate) ($n = 4$ in cognitive remediation group; $n = 2$ in comparison group) were evaluated without medication, but remained under medication during the cognitive remediation exercises. For these participants, the amount (mg/day) remained stable throughout the cognitive remediation program.

Results

Mixed 2×2 (Groups \times Time measure) analyses of variance were carried out on each dependent variable measuring cognitive functions or behavioural aspects. Although a Time effect could reflect test-retest effects, the Groups \times Time measure interaction directly reflects differential change between the groups and is the relevant test of the effectiveness of the cognitive remediation program. The extreme data (tabulated at more than three standard deviations above or below the average) were excluded from the analyses and the data that were not normally distributed were

transformed (Tabachnick & Fidell, 2001). The results did not show any significant difference between the groups before the beginning of the program.

Cognitive measures

The first analysis conducted was on the commission errors using the CPT-II test. It analyzed the data of only 20 participants (10 in each group) because of technical problems with the testing software. The results showed a significant Groups x Time interaction ($F(1, 18) = 4.49, p = 0.048$). The participants who took part in the cognitive remediation program made significantly fewer errors than those in the comparison group.

A second analysis was performed on the commission errors on the d2 test. One participant in the cognitive remediation group did not complete the task. The results again showed a significant Groups x Time interaction effect ($F(1, 29) = 9.89, p = 0.004$), with the participants in the cognitive remediation group making fewer errors than those in the comparison group.

The results of a mixed variance analysis conducted on the total score of the D-Kefs Tower test also demonstrated a significant Groups x Time interaction ($F(1, 30) = 4.33, p = 0.046$) in favour of the participants in the cognitive remediation group. Table 1 presents the descriptive data of the cognitive variables for which a significant interaction effect in favour of the trained group was noticed. No significant interaction effect was observed for other cognitive measures, indicating that

participants in the cognitive remediation program did not differ from those in the comparison group.

Insert Table 1

Behavioural measures

Mixed analyses of variance were also carried on the behavioural questionnaire measures. The questionnaires were collected for 24 participants (9 in the cognitive remediation group and 15 in the comparison group). On the rule-breaking behaviour scale (CBCL - teacher version), the results of the analysis showed a significant interaction effect ($F(1, 22) = 4.98, p = 0.036$). Teachers reported significantly fewer rules transgression behaviours, relative to pre-treatment, for the participants taking part in the cognitive remediation program.

A significant interaction effect was also noted with the ADHD scale (CBCL - teacher version), ($F(1, 22) = 5.29, p = 0.031$). The results of the analysis carried out on the Hyperactivity scale (DuPaul - teacher version) also showed a significant interaction effect ($F(1, 22) = 10.410, p = 0.004$). The teachers reported fewer ADHD symptoms, relative to pre-treatment, for the young people having received the cognitive remediation program, compared to the young people in the comparison group.

Table 2 presents the descriptive data of the behavioural variables for which a significant interaction effect was observed. No other significant interaction was observed for the other behavioural measures.

Insert Table 2

Discussion

The main objective of this pilot study consisted of evaluating the effectiveness of a cognitive remediation program addressing working memory with children with CD. The cognitive and behavioural results of participants in a cognitive remediation group were compared with those of participants in a comparison group, relative to their initial scores.

The results showed that participants in the cognitive remediation group improved significantly more than the participants in the comparison group on tasks connected with executive control functions and problem solving. The results showed that children with CD who received the program reduced their commission errors on the CPT-II task more than those who did not receive the program. For this task, the commission errors correspond to the number of times the child responded whereas the objective was to abstain from responding. This task constitutes a measure of response inhibition. Similar results were observed for the d2 task. Indeed, the results indicated that participants in the cognitive remediation group significantly reduced

their commission errors, yet treated as many stimuli as the participants in the comparison group. The cognitive remediation program thus caused an increase in the capacity of response inhibition. As observed by Klingberg et al. (2005), these results indicated that working memory remediation benefits executive functions other than those specifically targeted by the program. The authors explain this result mainly by the fact that non-verbal working memory and response inhibition capacity share common neuroanatomical networks. More specifically, the higher parts of the prefrontal cortex underlie the development of storage capacities for work and response inhibition (Adleman et al., 2002; Klingberg et al., 2002).

The results also showed that the participants who benefited from the cognitive remediation program performed significantly better with problem resolution tasks (D-Kefs Tower). Contrary to Klingberg et al. (2005), the improvement of problem resolution abilities was not observed with a complex reasoning task (Raven Matrices). This divergence could be explained by the fact that we used a different measure (Matrices of the K-Bit), which could be less sensitive. Other research thus remains necessary to evaluate the impact of the treatment on this type of task. Nevertheless, the results supported the idea that there is a bond between reasoning and working memory (Engle, Kane, & Tuholski, 1999).

Oddly, two measures of working memory were not affected by the cognitive remediation program. In an attempt to understand this, we noted that the working memory test used in this study, a visuo-spatial span test, was not standardized, contrary to Klingberg and his collaborators who used the span-board task of the

WAIS-RNI. The choice of using a computerized version of this task was made to facilitate the assessment of the children but the low level of sensibility of this task might explain the difficulty in detecting improvement between the pre and post test. Span-board task of the WAIS-RNI should be used in future research. The second measure of working memory was an n-back test. Regardless of the fact that this task has not been normalised yet, it is well known that the n-back task demands mental effort to maintain and manipulate information in working memory (Cicerone, 2002). However, we noticed that the n-back test used was difficult for the participants to comprehend and consequently, few succeeded. The tasks used were possibly inadequate to evaluate the improvement of working memory following this cognitive remediation program.

Furthermore, it is possible to observe an impact of the cognitive remediation program on the behaviours of the children. More specifically, teachers noticed an improvement regarding the rule-breaking behaviour, attention span and hyperactivity. These improvements follow suit with the improvements observed in response inhibition tasks. Indeed, according to Barkley (1997), an inhibition deficit involves, in a secondary way, deficits concerning executive functions and behaviour self-regulation. It is thus possible that the improvement of the response inhibition allows the improvement of self-regulation. However, parents did not notice improvement in the behaviour of their children. This difference remains to be explored. It is important to note that very few parents completed the questionnaires following the program.

This project remains a pilot study and includes some limits. In particular, the small number of participants constitutes an important limit for the interpretation of the results. Furthermore, the unequal loss of participants is another limitation in the result's interpretation that has to be address. In fact, the loss of participants in the cognitive remediation group only is mostly related to motivational aspects, often seen in children with CD condition (DSM-IV-TR; APA, 2000). Another limitation of this research comes from the fact that the comparison group was not provided with an intervention. Therefore it did not take the placebo effect into account. We believe that from an ethical point of view, it was more important to observe significant results with a comparison group prior to the inclusion of a placebo effect control condition. Nevertheless, the use of such a control group remains an important preoccupation that will be addressed in future research.

It should also be stressed that the participants were recruited directly from their schools, inside specialized classes for children with CD. For the majority, the diagnosis was thus made by educators from the school. In addition, the divergence observed on behaviours between the evaluation by the parents and by the teachers remains a source of questioning. From this point of view, the use of more ecological measures should be planned to evaluate the impact of cognitive remediation programs on the behaviours and the adaptation abilities of children with CD. In particular, direct behavioural observation would be an interesting strategy to explore.

These preliminary results are promising and justify further research. Indeed, cognitive remediation in general remains very much understudied and future research

is essential to better understand the questions that lie ahead. How and when to use these new findings in daily life remains a capital question.

References

- Achenbach, T. M., & Rescorla, L. A. (2001). *Manual for the ASEBA School-Age Forms & Profiles*. Burlington, VT : University of Vermont, Research Center for Children, Youth, and Families.
- Adleman, N. E., Menon, V., Blasey, C. M., White, C. D., Warsofsky, I. S., Glover, G. H. et al. (2002). A developmental fMRI study of the Stroop Color-Word Task. *Neuroimage*, *16*, 61-75.
- American Psychiatric Association (2000). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders Revised (4th ed. – TR)*. Washington, DC : Author.
- Banaschewski, T., Brandeis, D., Heinrich, H., Albrecht, B., Brunner, E., & Rothenberger, A. (2003). Association of ADHD and conduct disorder--brain electrical evidence for the existence of a distinct subtype. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, *44*(3), 356-376.
- Barkley, R. A. (1997). Behavioral inhibition, sustained attention, and executive functions : Constructing a unifying theory of AD/HD. *Psychological Bulletin*, *121*, 65-94.
- Baving, L., Laucht, M., & Schmidt, H. M. (2000). Oppositional children differ from healthy children in frontal brain activation. *Journal of Abnormal Child Psychology*, *28*, 267-275.
- Baving, L., Rellum, T., Laucht, M., & Schmidt, M. H. (2005). Children with

- oppositional-defiant disorder display deviant attentional processing independent of ADHD symptoms. *Journal of Neural Transmission*, 113, 685-693.
- Brickenkamp, R., & Zillmer, E. (1998). *d2 : Test d'attention concentrée*. Les Éditions du Centre de Psychologie Appliquée.
- Cicerone, K. D. (2002). Remediation of “working attention” in mild traumatic brain injury. *Brain Injury*, 16, 185-195.
- Conners, C.K. (2000). *Conners' CPT-II Continuous Performance Test II*. Toronto : Multi-Health Systems Inc.
- Delis, D. C., Kaplan, E., & Kramer, J. H. (2001). *The Delis-Kaplan Executive Function System*. San Antonio : The Psychological Corporation.
- DuPaul, G. J., Reid, R., Power, T. J., & Anastopoulos, A. D. (1998). *ADHD Rating Scale-IV: Checklists, Norms, and Clinical Interpretation*. New York : Guilford Press.
- Engle, R. W., Kane, J. M., & Tuholski, S. W. (1999). Individual differences in working memory capacity and what they tell us about controlled attention, general fluid intelligence, and function of the prefrontal cortex. In A. Miyake & P. Shah (Eds), *Models of Working Memory* (pp 102-134). New York : Cambridge University Press.
- Fiszdon, J. M., Bryson, G. J., Wexler, B. E., & Bell, M. D. (2004). Durability of cognitive remediation in schizophrenia : performance on two memory tasks at 6-month and 12-month follow-up. *Psychiatry Research*, 125, 1-7.

- Greene, R. W., Biederman, J., Zerwas, S., Monuteaux, M. C., Goring, J. C., & Faraone, S. V. (2002). Psychiatric comorbidity, family dysfunction and social impairment in referred youth with oppositional defiant disorder. *American Journal of Psychiatry, 159*, 1214-1224.
- Kaufman, A. S., & Kaufman, N.L. (1990). *Kaufman Brief Intelligence Test manual*. Circle Pines, MN: American Guidance Service.
- Kim-Cohen, J., Caspi, A., Moffitt, T.E., Harrington, H., Milne, B.J., & Poulton, R. (2003). Prior juvenile diagnosis in adults with mental disorder. *Archives of General Psychiatry, 60*, 709-717.
- Klingberg, T., Forssberg, H., & Westerberg, H. (2002). Increased brain activity in frontal and parietal cortex underlies the development of visuo-spatial working memory capacity during childhood. *Journal of Cognitive Neuroscience, 14*, 1-10.
- Klingberg, T., Fernell, E., Olesen, P. J., Johnson, M., Gustafsson, P., Dahlström, K., et al. (2005). Computerized training of working memory in children with ADHD – A randomized, controlled trial. *Journal of American Academy Child and Adolescence Psychiatry, 44*, 177-186.
- Klorman, R., Hazel-Fernandez, L. A., Shaywitz, S. E., Fletcher, J. M., Marchione, K. E., Holahan, J. M., et al. (1999). Executive functioning deficits in attention-deficit/hyperactivity disorder are independent of oppositional defiant

- or reading disorder. *Journal of the Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 38, 1148-1155.
- Medalia, A., & Lim, R. (2004). Treatment of Cognitive Dysfunction in Psychiatric Disorders. *Journal of Psychiatric Practice*, 10, 17-25.
- Moffit, T. E. (1993). The neuropsychology of conduct disorder. *Developmental Psychopathology*, 5, 135-151.
- Morgan, A. B., & Lilienfeld, S. O. (2000). A meta-analytic review of the relation between antisocial behaviour and neuropsychological measures of executive function. *Clinical Psychology Review*, 20, 113-136.
- Oosterland, J., Logan, G. D., & Sergeant, J. A. (1998). Response inhibition in AD/HD, CD, comorbid AD/HD + CD, anxious and normal children : A meta-analysis of studies with stop task. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 39, 411-426.
- Oosterland, J., Scheres, A., & Sergeant, J. A. (2005). Which executive functioning deficits are associated with AD/HD, ODD/CD, and comorbid AD/HD+ODD/CD ? *Journal of Abnormal Child Psychology*, 33, 69-85.
- Pennington, B. F., & Ozonoff, S. (1996). Executive functions and developmental psychopathology. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 37, 51-87.
- Sergeant, J. A., Geurts, H., & Oosterland, J. (2002). How specific is a deficit of executive functioning for attention-deficit/hyperactivity disorder ? *Behavioral Brain Research*, 130, 3-28.

- Shallice, T., Marzocchi, G. M., Coser, S., Del Savio, M., Meuter, R. F., & Rumiati, R. (2002). Executive function profile of children with attention deficit hyperactivity disorder. *Developmental Neuropsychology, 21*, 43-71.
- Stroop, R. J. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology, 28*, 643-662.
- Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2001). *Using Multivariate Statistics* (4th ed.). New York : Allyn & Bacon.
- Van Goozen, S. H. M., Cohen-Kettenis, P. T., Snoek, H., Matthys, W., Swaab-Barneveld, H., & Van Engeland, H. (2004). Executive functioning in children : A comparison of hospitalised ODD and ODD/ADHD children and normal controls. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 45*, 284-292.
- Willcutt, E. G., Pennington, B. F., Olson, R. K., Chhabildas, N., & Hulslander, J. (2005). Neuropsychological analyses of comorbidity between reading disability and attention deficit hyperactivity disorder : In search of the common deficit. *Developmental Neuropsychology, 27*, 35-78.
- Wykes, T., Reeder, C., Corner, J., Williams, C., & Everitt, B. (1999). The effects of neurocognitive remediation on executive processing in patients with schizophrenia. *Schizophrenia Bulletin, 25*, 291-307.
- Wykes, T., Reeder, C., Williams, C., Corner, J., Rice, C., & Everitt, B. (2003). Are the effects of cognitive remediation therapy (CRT) durable? Results from an exploratory trial in schizophrenia. *Schizophrenia Research, 61*, 163-174.

Table 1

Means and standard deviation on cognitive measures

	<u>Pre-test</u>	<u>Post-test</u>
	Mean (SD) [n]	Mean (SD) [n]
CPT, commission errors		
Cognitive remediation group	28.10 (6.79) [10]	23.20 (7.66) [10]
Comparison group	24.50 (6.38) [10]	24.30 (5.06) [10]
D2, commission errors		
Cognitive remediation group	17.00 (14.34) [12]	6.00 (4.65) [12]
Comparison group	9.37 (10.10) [19]	8.63 (7.70) [19]
Tower, global score		
Cognitive remediation group	13.23 (2.74) [13]	17.23 (2.62) [13]
Comparison group	15.05 (4.02) [19]	16.74 (2.75) [19]

Table 2

Means and standard deviation on behavioural measures

	<u>Pre-test</u>	<u>Post-test</u>
	Mean (SD) [n]	Mean (SD) [n]
Rule-breaking behaviour (CBCL-Teacher)		
Cognitive remediation group	16.67 (9.30) [9]	2.33 (2.60) [9]
Comparison group	12.27 (3.51) [15]	4.73 (4.38) [15]
ADHD scale (CBCL-Teacher)		
Cognitive remediation group	17.00 (4.74) [9]	10.44 (6.27) [9]
Comparison group	13.93 (6.32) [15]	13.87 (4.12) [15]
Hyperactivity scale (DuPaul- Teacher)		
Cognitive remediation group	12.89 (6.19) [9]	6.78 (2.49) [9]
Comparison group	8.93 (5.66) [15]	9.27 (5.52) [15]

APPENDICE

COMPLÉMENT À L'ÉTUDE 1

APPENDICE A

COMPLÉMENT À L'ÉTUDE 1

L'objectif principal de cette première étude consiste à vérifier l'efficacité de programmes de remédiation cognitive visant le développement des capacités d'inhibition ou le développement des capacités de mémoire de travail auprès de la clientèle ciblée. Afin de vérifier cet objectif général, un troisième groupe expérimental est également inclus dans le devis expérimental. Ce complément a donc pour objectif d'apporter des précisions méthodologiques et statistiques en lien avec l'article 1 puis de présenter les résultats des analyses statistiques incluant le groupe ayant bénéficié du programme de remédiation cognitive visant le développement des capacités d'inhibition.

Méthodologie

Participants

Au total, 53 garçons sont recrutés à l'intérieur de classes spécialisées pour enfants présentant des troubles du comportement de la grande région de Montréal. Les participants sont âgés de 7 à 14 ans ($M = 11,3$, $ÉT = 2,0$). Les enfants qui présentent un quotient intellectuel inférieur à 80 (évalué de façon standardisée à l'aide du *Kaufman Brief Intelligence Test*; Kaufman & Kaufman, 1990), des troubles d'apprentissage, un syndrome d'autisme ou un trouble épileptique ne sont pas retenus aux fins de la présente étude. Pour les enfants qui prennent une médication psychostimulante ($n = 16$), la dose administrée (mg/kg/jour) est contrôlée tout au long de l'expérimentation et les évaluations pré et post intervention sont effectuées alors que l'enfant n'est pas sous l'effet de sa médication.

Procédure

Les parents sont informés des modalités du projet par l'intermédiaire d'une lettre d'information transmise par le milieu scolaire. Les familles intéressées à prendre part au projet signent le formulaire de consentement, qui présente de façon détaillée les objectifs de l'étude et la procédure. Les parents complètent également un court questionnaire permettant d'évaluer les dimensions bio-psycho-sociales, touchant l'histoire familiale, les risques pré, péri et postnataux, le développement et la santé générale de l'enfant, ce qui permet de mettre en évidence la présence de critères d'exclusion. Les parents et les enseignants complètent de surcroît des questionnaires permettant d'évaluer le comportement de l'enfant, avant et après l'intervention. Les enfants participent quant à eux à une évaluation cognitive d'une durée approximative de deux heures comprenant des mesures de fonctions attentionnelles (attention soutenue) et de fonctions exécutives (inhibition, résolution de problèmes et mémoire de travail). Les évaluations cognitives sont effectuées avant et après l'intervention.

Les participants sont distribués de façon aléatoire contrainte, avec appariement en fonction de l'âge, du sexe, du quotient intellectuel, de la prise ou non de médication et de leurs résultats aux mesures cognitives utilisées (CPT : indice de performance globale; test d2 : omissions et commissions; Test d'interférence couleur-mot : temps d'exécution, erreurs corrigées et erreurs non-corrigées) entre les trois groupes expérimentaux, soit un groupe de comparaison sans traitement (n = 19), un groupe recevant le programme mémoire de travail (n = 17) et un groupe recevant le programme inhibition (n = 17). Quatre participants du groupe recevant le programme mémoire de travail et un participant du groupe recevant le programme inhibition se sont toutefois retirés de l'étude en raison d'un manque de motivation. Deux participants du groupe ayant reçu le programme inhibition ont quant à eux été exclus des analyses puisqu'ils ont complété un nombre insuffisant de séances (c.-à-d. moins de 20 séances).

Intervention

Programme inhibition. Le premier programme d'intervention proposé vise plus spécifiquement le développement des habiletés d'inhibition. Les capacités d'attention soutenue et de vigilance sont également sollicitées par le programme. Le programme prend la forme d'une station orbitale à l'intérieur de laquelle le participant doit accomplir une mission. La mission consiste à observer à l'écran une séquence de planètes présentées en alternance et à un rythme qui varie d'un essai à l'autre. Le participant a pour consigne de suivre la séquence de planètes jusqu'à ce qu'elles disparaissent de l'écran, moment où il doit alors poursuivre dans sa tête cette même séquence tout en maintenant le rythme de présentation. Après un certain temps (variable d'un essai à l'autre), l'ensemble des planètes incluses dans la séquence apparaissent à l'écran. L'enfant doit alors interrompre la séquence répétée mentalement pour sélectionner, à l'aide de la souris, la planète qui devrait suivre dans la séquence. Au milieu du programme, une seconde tâche est ajoutée. Le participant doit alors, en plus de répéter mentalement la séquence de planètes, repérer, à l'aide de la barre d'espacement, un objet étrange apparaissant dans l'espace (p. ex., arbre, épée, sandwich, chapeau, etc.). Les objets se présentent dans la séquence de façon aléatoire, ce qui implique pour l'enfant de constamment effectuer les deux tâches de façon simultanée (voir Figure 1).

Le programme est informatisé et disponible à l'aide d'une connexion Internet, ce qui permet à l'enfant de l'utiliser tant à la maison qu'à l'école. Plus spécifiquement, le programme est constitué de 15 niveaux distincts représentant un niveau croissant en termes de difficultés. Le niveau de difficulté est ajusté en fonction du rendement de l'enfant et varie selon différents paramètres préalablement déterminés, soit (1) le nombre d'éléments présentés à l'intérieur de la séquence (2 à 6), (2) l'intervalle inter-stimuli (500 ms à 2500 ms, une présentation lente étant considérée comme plus difficile), (3) la durée de chronométrage (3 s à 15 s; une durée plus longue étant considérée comme plus difficile) et (4) le nombre de fois que la séquence est présentée au cours d'un même essai (2 à 4 fois). L'enfant doit réussir 10

items d'un même niveau, au cours d'une même séance, pour passer à un niveau de difficulté supérieur. Enfin, à chaque essai et pour chacune des tâches, une rétroaction directe est fournie à l'enfant lui indiquant s'il a ou non offert la bonne réponse. Il est également possible pour l'enfant de suivre sa progression à l'intérieur du programme en consultant la section « Passeport mission » qui indique le nombre total d'items réussis ainsi que le niveau de difficulté atteint.

Programme mémoire de travail. Tel que rapporté dans l'article 1, le second programme d'intervention utilisé vise plus spécifiquement le développement des capacités de mémoire de travail. Les exercices proposés s'inspirent du programme de stimulation de la mémoire de travail développé par l'équipe de recherche de Klingberg (2002, 2004, 2005) et comprennent des tâches verbales et non-verbales. L'interface du programme comprend une grille 5 x 5 et une grille 3 x 3 de couleurs distinctes ainsi que des lettres, des chiffres et des cercles (unicolores ou de différentes couleurs) qui permettent de répondre aux différents exercices (voir Figure 2). Les exercices compris dans le programme sont proposés à l'enfant dans l'ordre suivant : (1) empan de chiffres entendus en ordre direct et indirect, (2) empan de chiffres vus en ordre direct et indirect, (3) replacer les cercles unicolores dans la grille 3 x 3, en ordre direct et indirect puis (4) replacer les cercles de couleurs différentes dans la grille 3 x 3, en ordre direct et en ordre inverse. Les exercices sont présentés de façon successive et un changement de tâche est proposé à l'enfant lorsqu'il a complété 10 items différents d'un même exercice. Les stimuli auditifs sont présentés à un rythme de 2000 ms par stimulus, alors que le rythme de présentation des stimuli visuels est de 1000 ms.

Le niveau de difficulté est ajusté en fonction du rendement de l'enfant et correspond aux nombres d'items présentés dans un même essai. L'enfant peut passer à un niveau de difficulté supérieur lorsqu'il a réussi sept items sur huit. Après chaque essai, une rétroaction directe est fournie à l'enfant (succès ou échec). En cas d'échec, l'enfant doit répéter l'item jusqu'à ce qu'il le réussisse. Un système de pointage est

également associé au nombre d'items réussis, ce qui permet à l'enfant de suivre sa progression à l'intérieur du programme. De même, un tableau de progression est présenté à l'enfant à la fin de chaque séance.

Mesures cognitives

Attention. L'attention soutenue est mesurée à l'aide du nombre d'erreurs d'omission tirées d'une tâche de performance continue (Continuous Performance test; CPT-II; Conners, 2000) et du test d2 (Brickenkamp & Zillmer, 1998). Au CPT-II, des lettres de l'alphabet sont présentées sur l'écran d'un ordinateur et la tâche consiste à appuyer le plus rapidement possible sur la barre d'espace lorsqu'une lettre (cibles) apparaît, mais à s'abstenir lorsqu'il s'agit de la lettre « X » (non-cible). Les intervalles inter-stimuli sont de 1, 2 et 4 secondes avec un temps de présentation de 250 ms. Il y a 6 blocs, comprenant 3 sous-blocs, avec 20 essais (présentation de lettres) chacun. L'ordre dans lequel les intervalles inter-stimuli sont présentés varie entre les blocs. La fidélité test-retest est bonne pour la majorité des mesures : omissions ($r = 0,84$), commissions ($r = 0,65$), temps de réaction ($r = 0,55$) et indice de confiance du TDAH ($r = 0,89$).

La tâche du test d2 consiste pour sa part à rayer le plus rapidement possible le plus grand nombre de cibles (c.-à-d. la lettre « d » accompagnée de deux traits) tout en ignorant les distracteurs (lettre « d » avec un ou trois traits ou lettre « p »). La tâche comprend 14 lignes de 47 caractères chacune et un changement de ligne s'effectue toutes les 20 secondes (à un signal donné). Cette tâche requiert donc que l'enfant interrompe une tâche entamée pour s'engager de nouveau dans la tâche, après le changement de ligne. La consistance interne est très bonne (de 0,93 à 0,98), tout comme la fidélité test-retest ($r = 0,89$ à $r = 0,94$). La mesure d'attention soutenue retenue est le nombre d'erreurs d'omission.

Inhibition. L'inhibition est évaluée à l'aide de mesures tirées de trois tests distincts, soit le nombre d'erreurs de commission au test CPT-II, le nombre d'erreurs

de commission au test d2 ainsi que le temps requis et le nombre d'erreurs au Test d'interférence couleur-mot (Color-Word Interference Test; D-Kefs; Delis, Kaplan, & Kramer, 2001).

Le Test d'interférence couleur-mot s'inspire de la procédure *Stroop* (1935). La version proposée ici comprend deux conditions de base, une première condition mesurant la vitesse de dénomination de carrés de couleurs et une seconde condition mesurant la vitesse de lecture de mots simples. À la condition retenue mesurant plus spécifiquement l'interférence, l'enfant doit inhiber une réponse automatique de lecture de mots pour nommer la couleur de l'encre (p. ex., si le mot ROUGE est écrit avec de l'encre verte, la réponse est vert). Les temps requis pour effectuer la tâche ainsi que le nombre d'erreurs (corrigées et non-corrigées) sont colligés. La fidélité test-retest pour ce test est excellente ($r = 0,90$).

Le nombre d'erreurs de commission tiré de la tâche CPT-II et le nombre d'erreurs de commission tiré du test d2 sont également retenus comme mesures d'inhibition (voir la description de ces épreuves dans la section Attention).

Résolution de problèmes. Les habiletés de résolution de problèmes et de planification de l'action sont mesurées à l'aide de la tâche de la Tour (D-Kefs; Delis et al., 2001). La tâche de l'enfant consiste à reproduire une tour à l'aide de disques de différentes grosseurs. Pour atteindre l'objectif, il faut donc planifier et anticiper une séquence de mouvements et ce, en respectant des règles établies (p. ex., ne pas prendre plus d'un disque à la fois ou ne pas déposer un disque de grande taille sur un disque de plus petite taille). Les coefficients de cohérence interne sont satisfaisants (0,55 à 0,84), tout comme la fidélité test-retest ($r = 0,51$).

Les capacités de résolution de problèmes et de raisonnement sont également évaluées à l'aide de la tâche Matrices tirée du *Kaufman Intelligence Assessment* (K-Bit; Kaufman & Kaufman 1990). À l'image des Matrices de Raven (1956, 1960), cette tâche implique de trouver la relation qui unit différents stimuli présentés visuellement, à l'aide d'un choix de réponses. Les items les plus simples impliquent

des stimuli concrets (objets ou personnages), alors que les items plus complexes impliquent des stimuli de niveau plus abstraits (formes ou motifs). Le nombre de bonnes réponses est comptabilisé. La fidélité test-retest est très bonne ($r = 0,80$ à $r = 0,92$).

Mémoire de travail. Les habiletés de mémoire de travail sont mesurées à l'aide de la tâche Séquences lettres-chiffres tirée de l'Échelle d'intelligence de Wechsler pour enfants et adolescents – Quatrième édition (WISC-IV; Wechsler, 2005). Au cours de cette tâche, une série de lettres et de chiffres est présentée oralement à l'enfant. La tâche de ce dernier consiste alors à restituer la séquence en commençant par les chiffres en ordre croissant pour ensuite rapporter les lettres en ordre alphabétique. Les qualités psychométriques sont adéquates. Ainsi, le coefficient de cohérence interne est très bon (0,90) et l'indice de fidélité test-retest est satisfaisant ($r = 0,76$).

À cette tâche, s'ajoutent deux tâches informatisées par notre laboratoire de recherche. La première tâche est un empan visuo-spatial où l'on demande à l'enfant de rappeler, à l'aide de la souris, la séquence de carrés qui se sont colorés de bleu, en ordre direct ou en ordre inverse selon la consigne. La seconde tâche est une tâche de « n-back ». La procédure générale de « n-back » consiste à présenter une séquence de stimuli et à demander au participant de signaler, de façon continue, les stimuli qui sont le même que le n-ième précédent. Par exemple, dans une condition de « 2-back », une séquence de chiffres est présentée et l'on demande au participant de signaler quand un chiffre est le même que celui qui a été présenté deux rangs avant dans la séquence (Cicerone, 2002). Ici, une séquence continue de chiffres est présentée en modalité auditive pendant deux minutes et la tâche est mixte, de type « 1-back » et « 2-back ». Ainsi, le participant doit fournir une réponse en cliquant sur le bouton gauche de la souris lorsque le chiffre entendu est identique au dernier ou à l'avant-dernier. Le nombre de bonnes détections et le nombre d'erreurs de

commission sont enregistrés. Ces tâches sont toutes deux informatisées pour faciliter leur administration.

Mesures comportementales

La dimension comportementale est, quant à elle, évaluée à l'aide de deux questionnaires. Le premier questionnaire, le *ADHD Rating Scale IV* (traduction francophone; DuPaul, Reid, Power, & Anastopoulos, 1998) comprend neuf items correspondant aux symptômes d'inattention et neuf items correspondant aux symptômes d'hyperactivité. Le répondant doit identifier dans quelle mesure le comportement cité correspond au comportement de l'enfant sur une échelle Likert de 0 à 3 (jamais ou rarement, quelques fois, souvent, très souvent). Les coefficients de consistance interne de cet instrument sont très bons et ce, tant pour la version scolaire (0,88 à 0,96) que pour la version complétée par les parents (0,86 à 0,92). De même, les indices de fidélité test-retest sont adéquats ($r = 0,78$ à $r = 0,90$).

Les versions parent et enseignant du *Achenbach System of Empirically Based Assessment* (Achenbach & Rescorla, 2001), soit la Liste de vérification des comportements des jeunes de 6 à 18 ans (CBCL) et le Rapport de l'enseignant pour les jeunes de 6 à 18 ans (TRF), sont également utilisées. Ces questionnaires permettent de mesurer les comportements de socialisation, somation, attention, hyperactivité-impulsivité, anxiété/dépression, obsession-compulsion, délinquance et trouble de la pensée, du point de vue du parent et de celui de l'enseignant. La fidélité test-retest de cet instrument est très bonne ($r = 0,85$). Les échelles Comportements de bris de règles, Agressivité et TDAH sont plus spécifiquement retenues aux fins de la présente étude.

Résultats

Considérant la présence des trois groupes inclus dans le devis expérimental, des analyses de variance (ANOVA) à plan mixte (3 Groupes x 2 Temps de mesure)

sont effectuées sur chacune des variables dépendantes. L'ANOVA à plan mixte permet de considérer l'effet principal intra-sujet (Temps), l'effet principal inter-sujet (Groupes) et l'effet d'interaction. L'effet d'interaction Temps x Groupes reflète directement les changements entre les groupes et entre les temps de mesure. Toutefois, un F -ratio suffisamment élevé pour être statistiquement significatif indique seulement qu'il existe une différence quelconque entre les trois groupes à l'étude sur le changement entre les temps de mesure. Le cas échéant, afin de préciser les résultats, des analyses d'effets simples sont effectuées pour vérifier les différences entre les temps de mesures pour chacun des groupes et ce, en utilisant le terme d'erreur global. Un effet principal Temps, sans interaction Temps x Groupes, serait en revanche plutôt le reflet de la maturation ou d'un effet d'apprentissage des tâches d'évaluation, alors qu'un effet principal Groupes, sans interaction Temps x Groupes, indique une simple différence entre les groupes indépendamment des temps de mesure. Enfin, considérant les hypothèses émises, pour les effets d'interaction Temps x Groupes, des tests unilatéraux sont utilisés. Si le groupe en liste d'attente s'améliore davantage que chacun des autres groupes, on accepte d'emblée H_0 et si H_0 est vraie, cela se produit une fois sur trois. Le calcul de l'effet Temps x Groupes par ANOVA est donc seulement fait sur les 2/3 autres fois. Par conséquent, la probabilité obtenue est multipliée par 2/3 avant d'être comparée à un alpha critique de 0.05 (Howell, 1998)¹.

¹ D. Howell (Méthodes Statistiques en Sciences Humaines, Paris, DeBoeck, 1998, pp. 176-177) explique la logique de tests non multilatéraux à partir d'un exemple d'un test de χ^2 sur le choix d'assiettes de nourriture contenant un peu, moyennement ou beaucoup de quinine. L'expérimentateur prédit clairement que plus il y a de quinine dans la nourriture, moins les rats vont être portés à choisir l'assiette en question. Il dit : « Donc, vous avez effectué un test *multilatéral* alors qu'en fait, vous pouvez prédire de façon spécifique la direction dans laquelle les totaux seront ordonnés. Une solution à ce problème consiste à décider *avant de mener l'expérience* que vous négligerez automatiquement de rejeter H_0 , quelle que soit la valeur du χ^2 , à moins que l'ordre des fréquences ne corresponde à votre prédiction. Cela signifie qu'à priori, vous avez une probabilité d'un sixième seulement de procéder même au calcul du χ^2 , puisque dans les cinq autres sixièmes des cas, si H_0 est vraie, les résultats iront dans la mauvaise direction. Comme vous vous êtes limités à ne rejeter H_0 que si l'ordre particulier en question se présente (parmi les six ordres possibles), vous pouvez à présent évaluer le χ^2 au seuil $6(\alpha)$

La distribution de chaque variable dépendante est inspectée selon les critères de Tabachnick et Fidell (2001) afin d'identifier les données aberrantes (se situant à plus ou à moins de 3 écarts-types) et de s'assurer de la normalité des distributions. Aucune donnée aberrante n'a été identifiée. Les données présentant une asymétrie positive modérée sont soumises à une transformation de type racine carrée (CPT : omissions; d2 : commissions; Test d'interférence couleur-mot : erreurs; « n-back » : détections et commissions; échelle Comportements de bris de règles (TRF, enseignant); *ADHD Rating Scale IV*, symptômes d'hyperactivité rapportés par les enseignants), alors que les données présentant une asymétrie négative ont été soumises à une transformation de type racine carrée inverse de la mesure soustraite d'une constante appropriée (CPT : commissions; Tour : score global; « n-back » : détections). Pour chaque variable dépendante, les résultats des tests omnibus ne démontrent aucune différence significative entre les trois groupes avant le début de l'intervention, ce qui témoigne de leur équivalence.

Mesures cognitives

Le Tableau 1 présente les données descriptives pour les mesures cognitives : attention soutenue, inhibition, résolution de problèmes et mémoire de travail.

Insérer Tableau 1

Attention soutenue. Une première analyse est effectuée sur le nombre d'erreurs d'omission à la tâche CPT-II. Les données sont disponibles pour 30 participants seulement en raison de problèmes éprouvés avec le logiciel

= $6(.05) = .30$. Si H_0 est vraie, la probabilité de commettre une erreur de première espèce sera égale à $(1/6)(.30) = .05$, c'est-à-dire ce que vous aviez prévu au départ.

d'administration de la tâche. Les résultats de l'analyse ne mettent en évidence qu'un effet principal Temps ($F(1,27) = 8,52, p < 0,01$). Ici, les participants des trois groupes font plus d'erreurs à la mesure post-intervention. Une augmentation de ce type d'erreur est souvent notée lors d'une seconde passation de cette tâche, compte tenu du fait qu'elle est très peu stimulante pour les enfants et qu'ils l'abordent avec réticence la seconde fois. Aucun effet d'interaction significatif n'est toutefois observé, ce qui indique une absence d'effet d'intervention.

Inhibition. Une première analyse est effectuée sur le nombre d'erreurs de commission à la tâche CPT-II. Les résultats indiquent la présence d'un effet principal Temps ($F(1,27) = 9,38, p < 0,01$). Ces résultats indiquent que l'ensemble des participants font moins d'erreurs à la mesure post-intervention. L'effet d'interaction n'est pas significatif, suggérant l'absence d'un effet de l'intervention. Toutefois, considérant les résultats des analyses ayant été effectuées seulement pour le groupe de comparaison et le groupe ayant reçu le programme mémoire de travail, des analyses descriptives d'effets simples sont tout de même faites pour mieux comprendre les résultats. Les résultats indiquent, pour le groupe ayant reçu le programme mémoire de travail seulement, une diminution significative du nombre d'erreurs effectuées après l'intervention ($t(27) = -3,16, p < 0,01$), ce qui indique un effet d'intervention. La taille de l'effet est de 0,76. Ainsi, aucune diminution significative du nombre d'erreurs n'est notée, après l'intervention, pour le groupe ayant reçu le programme inhibition ($t(27) = -1,85, n.s.$) ou pour le groupe de comparaison ($t(27) = -0,39, n.s.$). En comparant les groupes deux à deux, on observe une amélioration significativement supérieure pour le groupe mémoire de travail, comparativement au groupe de comparaison ($F(1,18) = 4,49, p < 0,05$). La comparaison entre le groupe mémoire de travail et le groupe inhibition ne met toutefois en évidence aucun effet d'interaction significatif ($F(1,18) = 0,96, n.s.$).

Une seconde analyse est effectuée sur le nombre d'erreurs de commission au test d2. Les données sont disponibles pour 43 participants seulement puisque certains

enfants ont refusé d'effectuer la tâche. Les résultats mettent en évidence un effet principal Temps ($F(1,40) = 10,62, p < 0,01$), ce qui tend à indiquer un effet d'apprentissage de la tâche ou de maturation. Toutefois, les résultats mettent également en évidence un effet d'interaction significatif ($F(2,40) = 3,64, p < 0,05$). Les analyses d'effets simples indiquent pour leur part que seuls les participants du groupe ayant bénéficié du programme mémoire de travail effectuent, de manière significative, moins d'erreurs de commission après l'intervention ($t(39) = -3,79, p < 0,001$), ce qui indique un effet de l'intervention. La taille de l'effet est de 0,44. Aucune diminution significative du nombre de commissions n'est notée pour le groupe ayant reçu le programme inhibition ($t(39) = -1,21, n.s.$) ou pour le groupe de comparaison ($t(1,18) = -0,49, p = n.s.$). De plus, les comparaisons de groupes deux à deux permettent de confirmer une amélioration supérieure du groupe mémoire de travail, comparativement au groupe de comparaison ($F(1,29) = 9,89, p < 0,01$). Le groupe mémoire de travail ne diffère toutefois pas de manière significative du groupe inhibition ($F(1,22) = 2,88, n.s.$).

Une analyse est également effectuée sur le nombre d'erreurs effectuées au Test d'interférence couleur-mot. Les résultats montrent un effet principal Temps ($F(1,43) = 20,72, p < 0,01$). Donc, avec le temps, les participants des trois groupes font moins d'erreurs, ce qui indique un effet d'apprentissage de la tâche ou de maturation.

Résolution de problèmes. Les résultats de l'ANOVA à plan mixte effectuée sur le score de performance globale à la tâche de la Tour mettent en évidence un effet principal Temps ($F(1,43) = 15,45, p < 0,001$), ce qui indique un effet d'apprentissage de cette tâche ou de maturation. L'effet d'interaction est également significatif ($F(2,43) = 3,28, p < 0,05$). Afin de préciser l'effet d'interaction, des analyses d'effets simples sont effectuées. Les résultats indiquent une augmentation significative des scores, après l'intervention, pour le groupe de comparaison ($t(43) = 1,85, p < 0,05$) et pour le groupe ayant bénéficié du programme mémoire de travail ($t(43) = 4,11, p <$

0,001), mais non significative pour le groupe inhibition ($t(43) = 0,74$, n.s.). Les tailles d'effet sont respectivement de 0,42 et de 1,86. Des effets d'interaction des groupes deux à deux confirment par ailleurs que les participants du groupe mémoire de travail présentent une amélioration supérieure comparativement à chacun des deux autres groupes, soit le groupe de comparaison ($F(1,30) = 4,24$, $p < 0,05$) et le groupe inhibition ($F(1,25) = 4,78$, $p < 0,05$).

Les résultats de l'analyse effectuée sur le score de performance globale à la tâche des matrices du K-Bit mettent pour leur part en évidence seulement un effet principal Temps ($F(1,43) = 9,55$, $p < 0,01$), ce qui témoigne ici d'un effet d'apprentissage de ce type de tâche.

Mémoire de travail. Une première ANOVA à plan mixte est effectuée sur le score total obtenu à la tâche d'empan visuo-spatial (ordre direct et ordre inverse). Les données sont disponibles pour 39 participants, en raison de problèmes éprouvés avec le logiciel d'administration de la tâche. Les résultats montrent un effet principal Temps ($F(1,36) = 5,23$, $p < 0,05$). Un effet principal Temps est également observé suite à l'analyse effectuée sur le nombre de détections à la tâche de « n-back » ($F(1,33) = 5,185$, $p < 0,05$). Les données sont disponibles pour 36 participants, en raison de problèmes éprouvés avec le logiciel. Enfin, aucun effet principal ou d'interaction n'est observé suite à l'analyse effectuée sur le nombre de commissions à la tâche de « n-back ». En somme, aucun effet d'intervention n'est observé pour les mesures directes de mémoire de travail.

Mesures comportementales

Des analyses de variance à plan mixte sont également effectuées sur les mesures tirées des questionnaires comportementaux, complétés par les parents et

l'enseignant. Les Tableaux 2 et 3 présentent les données descriptives des mesures comportementales, respectivement pour les parents et pour les enseignants.

Insérer Tableaux 2 et 3

Aucun effet principal ou d'interaction n'est observé suite aux analyses effectuées sur les réponses tirées du questionnaire CBCL (échelles Comportements de bris de règle, Agressivité et TDAH) ainsi que sur les réponses tirées du questionnaire *ADHD Rating Scale IV* (hyperactivité et inattention), complétés par les parents.

L'analyse effectuée sur les réponses fournies par les enseignants à l'échelle Comportements de bris de règles (TRF) montre un effet d'interaction significatif ($F(2,34) = 3,85, p < 0,05$). Les données sont disponibles pour 37 participants. Les analyses d'effets simples indiquent pour leur part que le groupe ayant reçu le programme mémoire de travail présente une diminution significative de comportements de bris de règles après l'intervention ($t(34) = -6,31, p < 0,001$), tout comme le groupe ayant reçu le programme inhibition ($t(34) = -3,95, p < 0,001$) et le groupe de comparaison ($t(34) = -3,973, p < 0,001$). Les tailles d'effets respectives sont de 2,37, 1,02 et 1,06, ce qui constitue un indice en faveur d'un effet d'intervention pour le groupe ayant bénéficié du programme mémoire de travail. Des effets d'interaction des groupes deux à deux confirment de plus que les participants du groupe mémoire de travail présentent une amélioration supérieure à chacun des deux autres groupes, soit le groupe de comparaison ($F(1,22) = 4,98, p < 0,05$) et le groupe inhibition ($F(1,20) = 4,75, p < 0,05$).

Aucun effet principal ou d'interaction n'est observé à la suite de l'analyse effectuée sur les réponses fournies par les enseignants à l'échelle Comportements agressifs (TRF). En revanche, à l'analyse effectuée sur les réponses fournies par les

enseignants à l'échelle TDAH du TRF, un effet principal de Temps ($F(1,34) = 5,89$, $p < 0,05$) et un effet d'interaction ($F(2,34) = 3,30$, $p < 0,05$) sont observés. Les données sont disponibles pour 37 participants. Les analyses d'effets simples indiquent que la différence entre la mesure post-intervention et la mesure pré-intervention est significative pour le groupe ayant bénéficié du programme mémoire de travail seulement ($t(34) = -3,16$, $p < 0,01$). La taille de l'effet est de 1,38. Cette différence n'est toutefois pas significative pour le groupe ayant reçu le programme inhibition ($t(34) = -0,58$, n.s.) ou pour le groupe de comparaison ($t(34) = -0,04$, $p =$ n.s.). De plus, des effets d'interaction des groupes deux à deux confirment que les participants du groupe mémoire de travail présentent une amélioration supérieure, comparativement au groupe inhibition ($F(1,22) = 5,29$, $p < 0,05$) ou au groupe de comparaison ($F(1,20) = 4,94$, $p < 0,05$).

Les résultats de l'analyse effectuée sur l'échelle symptômes d'hyperactivité (*ADHD rating scale IV* - enseignant) indiquent un effet d'interaction ($F(2,34) = 3,11$, $p < 0,05$). Les données sont disponibles pour 37 participants. Les résultats des analyses d'effets simples montrent pour leur part une amélioration significative entre la mesure post-intervention et la mesure pré-intervention, au profit des participants du groupe mémoire de travail ($t(34) = -2,86$, $p < 0,01$). La taille de l'effet est de 1,05. Aucune amélioration significative n'est toutefois observée pour le groupe ayant reçu le programme inhibition ($t(34) = -1,06$, n.s.) ou pour le groupe de comparaison ($t(34) = 0,22$, mauvaise direction). Des effets d'interaction des groupes deux à deux confirment que les participants du groupe mémoire de travail présentent une amélioration supérieure comparativement au groupe en liste d'attente ($F(1,22) = 10,41$, $p < 0,01$). L'amélioration demeure également plus importante comparativement au groupe inhibition, bien que non significative ($F(1,20) = 3,03$, n.s.). Enfin, seul un effet principal Temps est noté ($F(1,34) = 6,96$, $p < 0,05$) pour les symptômes d'inattention (*ADHD rating scale IV* - enseignant).

En somme, ces résultats tendent à indiquer un impact positif du programme mémoire de travail sur le fonctionnement cognitif (inhibition et raisonnement) et sur l'autorégulation du comportement. Les résultats indiquent de plus que le simple fait de recevoir une intervention de remédiation cognitive n'est pas suffisant pour observer un effet d'intervention, bien que la différence (interaction) entre les deux interventions n'indique un effet statistiquement supérieur en faveur du groupe mémoire de travail que pour le score global à la tâche de la Tour (mesure de résolution de problèmes) et pour les réponses fournies par les enseignants au questionnaire TRF (comportement de bris de règles et symptômes d'inattention-hyperactivité). Ainsi, tel qu'explicité dans la discussion générale, ceci suggère qu'un programme de remédiation cognitive doit cibler des processus cognitifs spécifiques et que le niveau de difficulté doit être ajusté à mesure que le programme progresse afin de réellement développer les processus cognitifs ciblés.

Tableau 1
Mesures cognitives : données descriptives

Variables	Groupe comparaison		Programme inhibition		Programme MT	
	Pré <i>M(ÉT)</i>	Post <i>M(ÉT)</i>	Pré <i>M(ÉT)</i>	Post <i>M(ÉT)</i>	Pré <i>M(ÉT)</i>	Post <i>M(ÉT)</i>
<u>Attention soutenue</u>						
CPT omissions (n=30)	15,44 (5,38)	26,52 (10,76)	19,89 (3,69)	33,64 (9,13)	22,75 (2,37)	25,50 (6,92)
<u>Inhibition</u>						
CPT commissions (n=30)	25,31 (19,60)	24,64 (17,85)	30,34 (22,97)	27,71 (20)	29,19 (20,87)	24,03 (19,60)
d2 commissions (n=43)	7,73 (1,72)	6,92 (1,82)	10,69 (2,62)	7,90 (1,85)	14,52 (2,69)	5,20 (0,90)
TIMC erreurs (n=46)	7,78 (0,50)	4,62 (0,25)	6,97 (0,66)	5,57 (0,71)	9,80 (0,81)	4,84 (0,85)
<u>Résolution de problèmes</u>						
Tour (n=46)	15,49 (4,51)	17,10 (3,82)	14,93 (5,53)	15,71 (3,73)	13,39 (2,21)	17,85 (5,44)
Matrices (n=46)	28,68 (5,43)	29,00 (5,00)	25,64 (4,73)	29,50 (5,57)	26,46 (5,72)	28,39 (6,32)
<u>Mémoire de travail</u>						
Empan visuo-spatial (n=39)	12,59 (3,86)	12,76 (3,47)	11,18 (4,51)	12,82 (4,02)	11,91 (5,13)	14,09 (4,30)
N-back (détections) (n=36)	12,45 (3,16)	14,72 (0,94)	13,05 (2,51)	13,05 (2,76)	11,22 (1,86)	15,97 (5,38)
N-back (commissions) (n=36)	5,76 (1,42)	4,45 (2,10)	6,92 (1,59)	3,42 (1,12)	7,67 (2,72)	6,97 (1,51)

Note. MT = mémoire de travail ; TIMC = Test d'interférence couleur-mot
Le cas échéant, les données transformées ont été retransformées vers leur échelle initiale.

Tableau 2

Mesures comportementales : données descriptives des réponses fournies par les parents

Variables	Groupe comparaison		Programme inhibition		Programme MT	
	Pré <i>M</i> (é.t.)	Post <i>M</i> (é.t.)	Pré <i>M</i> (é.t.)	Post <i>M</i> (é.t.)	Pré <i>M</i> (é.t.)	Post <i>M</i> (é.t.)
CBCL (n=19)						
Bris de règles	6,50 (4,37)	5,50 (3,94)	4,33 (2,50)	4,50 (1,05)	8,29 (2,21)	5,86 (1,68)
Agressivité	16,50 (9,97)	16,67 (10,17)	12,17 (7,83)	11,50 (1,97)	18,57 (9,11)	14,86 (6,72)
TDAH	8,33 (4,03)	9,67 (3,61)	8,83 (3,87)	7,50 (2,07)	8,86 (3,80)	7,00 (4,00)
<u>ADHD Rating scale IV</u> (n=20)						
Hyperactivité	12,17 (7,73)	12,83 (7,83)	9,83 (3,71)	12,00 (4,15)	12,38 (7,17)	7,63 (6,14)
Inattention	13,33 (8,02)	13,67 (6,83)	13,83 (5,85)	12,17 (6,71)	12,38 (7,13)	8,75 (6,20)

Note. MT = mémoire de travail

Tableau 3

Mesures comportementales : données descriptives des réponses fournies par les enseignants

Variables	Groupe comparaison		Programme inhibition		Programme MT	
	Pré <i>M</i> (é.t.)	Post <i>M</i> (é.t.)	Pré <i>M</i> (é.t.)	Post <i>M</i> (é.t.)	Pré <i>M</i> (é.t.)	Post <i>M</i> (é.t.)
<u>CBCL</u> (n=38)						
Bris de règles	10,82 (1,51)	3,92 (0,86)	11,63 (1,93)	3,88 (0,48)	15,44 (1,35)	1,37 (1,08)
Agressivité	12,27 (7,93)	12,33 (7,42)	13,38 (9,79)	13,69 (7,08)	16,67 (9,30)	10,89 (6,05)
TDAH	13,93 (6,32)	13,87 (4,12)	15,31 (7,90)	14,31 (5,79)	17,00 (4,74)	10,44 (6,27)
<u>ADHD Rating scale IV</u> (n = 37)						
Hyperactivité	8,24 (0,74)	8,53 (0,74)	9,86 (1,88)	9,42 (1,90)	12,18 (0,77)	6,55 (0,24)
Inattention	14,47 (6,12)	13,20 (6,00)	15,23 (7,70)	13,31 (5,68)	14,22 (5,17)	10,11 (5,28)

Note. MT = mémoire de travail

Le cas échéant, les données transformées ont été retransformées vers leurs échelles initiales.

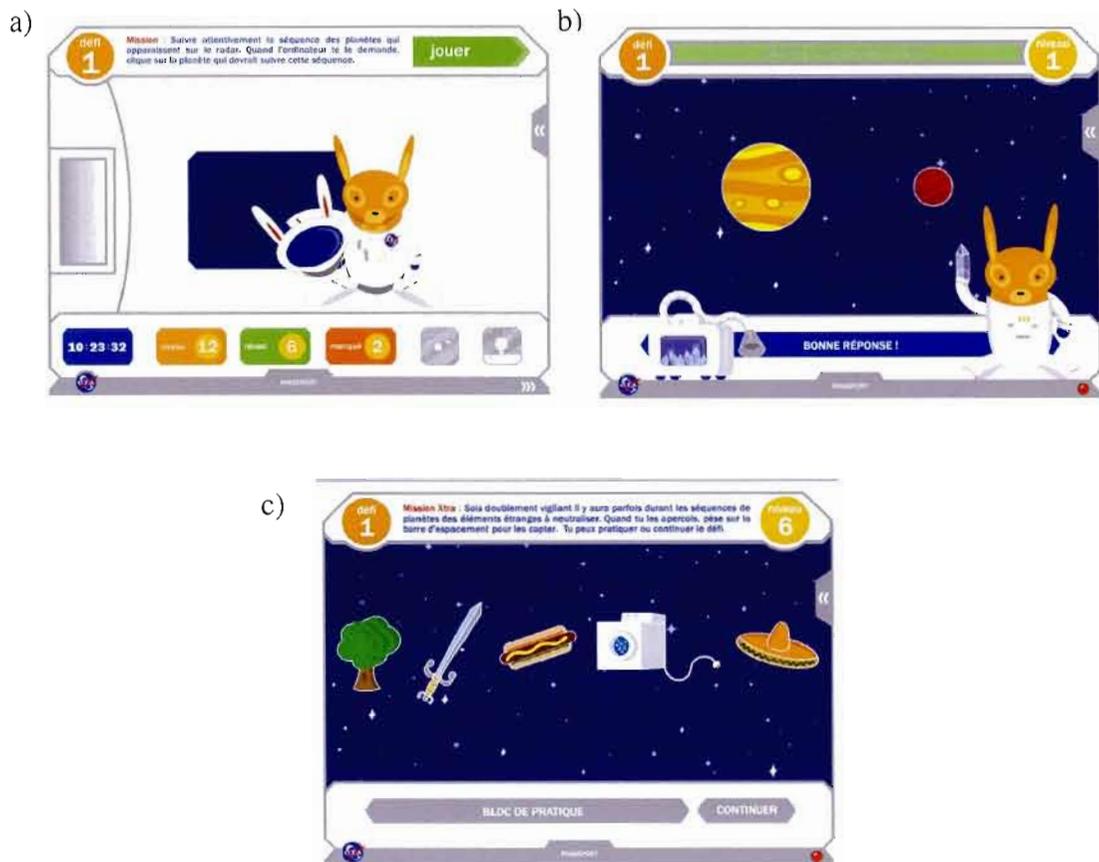


Figure 1. Programme inhibition. (a) La tâche de l'enfant consiste à suivre attentivement une séquence de planètes qui apparaissent à l'écran, en intégrant la séquence et le rythme de présentation des stimuli. (b) Lorsque l'ordinateur le demande, il faut sélectionner la planète qui devrait suivre la séquence. (c) À la moitié du programme (niveau 6), une tâche de vigilance, où l'on demande à l'enfant de capter un objet étrange avec la barre d'espacement, est ajoutée.

File Exercices Niveau Commentaire Grandeur Pause

Replacer les cercles de différentes couleurs dans l'ordre, en position où ils ont été présentés (G3)

Réussi ! Bravo ! (7:39) (****SeSS) 163 points

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

Prochain exercice

Figure 2. Programme mémoire de travail.

CHAPITRE III

ARTICLE 2

Titre court : TDAH et remédiation cognitive

Évaluation de l'efficacité de programmes de remédiation cognitive auprès d'enfants
présentant un trouble déficitaire de l'attention/hyperactivité

Véronique Parent, M.Ps.^{1,2}, Marie-Claude Guay, Ph.D.^{1,2},
André Achim, Ph.D.¹

1. Université du Québec à Montréal
2. Hôpital Rivière-des-Prairies

(Soumis : Revue canadienne des sciences du comportement)

Résumé

La présence de déficits attentionnels et exécutifs dans le trouble déficitaire de l'attention/hyperactivité (TDAH) est maintenant clairement établie (Barkley, 1997; 2006). La présente étude a pour objectif de vérifier l'impact de deux programmes de remédiation cognitive axés spécifiquement sur des fonctions exécutives déficitaires dans le TDAH, soit l'inhibition et la mémoire de travail, sur (1) les fonctions attentionnelles et exécutives et (2) l'autorégulation des comportements perturbateurs associés au TDAH (inattention et hyperactivité-impulsivité). Le rendement de chacun des groupes d'enfants recevant un programme de remédiation cognitive (groupe mémoire de travail et groupe inhibition) est comparé à celui d'un groupe en liste d'attente ne recevant aucune intervention. Seule une amélioration des capacités de mémoire de travail directement entraînées et une diminution des comportements d'inattention, telle que rapportée par les parents, sont observées auprès des enfants ayant reçu le programme mémoire de travail. Aucun effet d'intervention n'est relevé pour le groupe ayant bénéficié du programme inhibition, tant sur le plan cognitif que sur le plan de l'autorégulation des comportements. L'ensemble de ces résultats tend donc à indiquer un effet limité de l'intervention. En discussion, les aspects à considérer quant à l'efficacité de la remédiation cognitive sont abordés, soit l'intensité de l'intervention et la motivation. La faisabilité de ce type d'intervention dans le milieu de vie de l'enfant est également questionnée.

Introduction

Le trouble déficitaire de l'attention avec ou sans hyperactivité (TDAH) constitue un des troubles neurodéveloppementaux les plus fréquemment diagnostiqués au cours de l'enfance. En effet, alors que la majorité des troubles psychiatriques ont une prévalence se situant à environ 1 % ou moins, le TDAH affecte entre 3 et 7 % des enfants d'âge scolaire, touchant de deux à trois fois plus de garçons que de filles (DSM-IV-TR; American Psychiatric Association [APA], 2000). Le TDAH se définit par la présence de comportements d'inattention, d'hyperactivité-impulsivité ou les deux. Ces comportements doivent être présents avant l'âge de 7 ans et ne doivent pas être expliqués par une autre pathologie. Par ailleurs, le TDAH est souvent associé à d'autres problématiques (troubles de la conduite, troubles d'apprentissage, anxiété, etc.), ce qui entraîne des difficultés d'adaptation sociale et scolaire chez ces enfants. De plus, 66 % des enfants avec un TDAH continuent de présenter des difficultés d'adaptation à l'âge adulte (Barkley, Fisher, Smallish, & Fletcher, 2002). Ainsi, l'importante prévalence du trouble et les difficultés d'adaptation qu'il entraîne rendent nécessaire la mise en place d'interventions efficaces.

Jusqu'à maintenant, la grande majorité des études portant sur le traitement du TDAH se sont intéressées à la pharmacothérapie et aux interventions comportementales (Chronis, Jones, & Raggi, 2006; MTA Cooperative Group, 1999; Toplak, Connors, Shuster, Knezevic, & Parks, 2008). Ainsi, les résultats de la vaste étude multi sites menée par le groupe MTA ont principalement permis de démontrer

que la pharmacothérapie seule permet de diminuer, de manière significative, les symptômes reliés au TDAH, comparativement à une intervention comportementale seule. De plus, l'utilisation combinée d'une pharmacothérapie et d'une intervention comportementale ne serait pas meilleure que la pharmacothérapie utilisée seule. La pharmacothérapie constitue donc souvent le mode d'intervention privilégié pour traiter le TDAH. En effet, la majorité des consultations médicales où un diagnostic de TDAH est posé se soldent par la prescription d'une médication (Whalen & Henker, 1998). Toutefois, on remarque que les effets bénéfiques de la médication sont temporaires, qu'il peut exister des effets secondaires (p. ex., diminution de l'appétit, maux de tête, maux de ventre, temps d'endormissement plus long, nervosité) et que 20 à 30 % des enfants ne répondent pas ou répondent mal à la médication (American Academy of Pediatrics, 2001; Swanson et al., 1993; Waschbush & Hill, 2003). De plus, la médication affecterait différemment les sphères de fonctionnement de l'individu. En effet, Schachar et al. (2002) rapportent que la médication permettrait de réduire de façon significative les symptômes de TDAH et qu'elle aurait un impact positif sur les comportements sociaux, tandis que l'effet de la médication sur les performances scolaires serait moins important.

L'important essor dans le domaine de la recherche en psychologie cognitive et en neurosciences au cours des dernières décennies a quant à lui permis de faire évoluer la conception du TDAH et la présence de déficits cognitifs associés au trouble est maintenant clairement établie (pour une revue complète, voir Guay & Laporte, 2006).

Pour expliquer les déficits cognitifs associés au TDAH, Swanson et al. (2001) réfèrent, dans leur écrit théorique, au modèle de l'attention de Posner et Raichle (1994). Selon ce modèle, on distingue trois mécanismes attentionnels, soutenus par des réseaux neuronaux différents, soit l'état d'alerte, l'orientation-inhibition et le contrôle exécutif. La fonction d'alerte permettrait de maintenir un état de vigilance, qui se caractérise par la capacité à détecter un événement important sans qu'il y ait de recherche active. Chez les jeunes qui ont un TDAH, des difficultés liées à la fonction d'alerte se manifesteraient par une difficulté à maintenir un effort mental soutenu ou à terminer une tâche entamée. Ces difficultés seraient liées à un dysfonctionnement du lobe frontal droit et du lobe pariétal postérieur (Filipek et al., 1997; Hynd, Semrud-Clikeman & Lorys, 1991; Satterfield, Schell & Nicholas, 1990). L'orientation-inhibition permettrait pour sa part de traiter les informations pertinentes pour l'exécution d'une tâche en inhibant les stimuli distracteurs. Du point de vue comportemental, l'apparente absence d'écoute, le manque d'attention accordée aux détails et la distractibilité aux stimuli externes sont des exemples de difficultés qui seraient liées à des troubles de l'orientation-inhibition. Le lobe pariétal bilatéral, le colliculus supérieur et le thalamus constitueraient les réseaux neuronaux impliqués (Hynd et al., 1991; Novak, Solanto, & Abikoff, 1995; Robaey, Breton, Dugas, & Renault, 1992; Satterfield et al., 1990). Enfin, le contrôle exécutif référerait à la capacité de coordonner plusieurs processus neuronaux spécialisés, par exemple, s'engager dans une activité mentale (activation), la synchroniser avec d'autres activités (synchronisation), l'interrompre au moment opportun (interruption) ou

réduire l'activation automatique d'un mécanisme appris (inhibition). Chez les jeunes présentant un TDAH, les déficits sur le plan du contrôle exécutif sont souvent illustrés par des interruptions fréquentes, une impatience marquée et une tendance à « échapper » des réponses avant la fin d'une question. On localiserait les déficits liés au contrôle exécutif dans le lobe frontal latéral gauche, les ganglions de la base et le gyrus cingulaire antérieur (Aylward et al., 1996; Castellanos et al., 1996; Filipek et al., 1997; Hynd et al., 1991).

Le modèle de Barkley (1997) tente pour sa part d'expliquer le TDAH dans sa globalité, en insistant sur la relation entre les déficits cognitifs et les problèmes d'autorégulation des comportements. Selon Barkley (1997), le déficit central dans le TDAH est un déficit de l'inhibition de la réponse qui se définit par la capacité d'inhiber des réponses non-pertinentes, d'arrêter une réponse initiée et de contrôler l'interférence. Le déficit d'inhibition de la réponse entraîne, de façon secondaire, une perte d'efficacité de quatre fonctions exécutives, soit la mémoire de travail non-verbale, le langage internalisé (qui réfère en partie à la mémoire de travail verbale), l'autorégulation de l'affect et la reconstitution (ou capacité de synthèse). Les comportements problématiques observés chez les jeunes avec un TDAH résulteraient donc des difficultés d'inhibition de la réponse et de la perte d'efficacité des fonctions exécutives. Plusieurs études empiriques effectuées au cours des dernières années ont également permis de confirmer la présence de tels déficits cognitifs dans le TDAH (Berlin, Bohlin, Nyberg, & Janols, 2004; Pennington & Ozonoff, 1996; Rapport, Van

Voorhis, Tzelepis, & Friedman, 2001; Schachar, Mota, Logan, Tannock, & Klim, 2000; Sergeant, Geurts, & Oosterlaan, 2002; Shallice et al., 2002; Willcutt, Pennington, Olson, Chhabildas, & Hulslander, 2005).

La mise en évidence de processus cognitifs déficitaires dans le TDAH, de pair avec les connaissances sur le plan de la plasticité neuronale et du développement du cerveau chez l'enfant, ont donc encouragé les chercheurs à développer des programmes d'intervention de nature cognitive, tels que la remédiation cognitive. La remédiation cognitive se définit comme une intervention dont le principal objectif est d'améliorer les fonctions cognitives déficitaires au sein d'une population clinique par un enseignement stratégique et la répétition d'exercices sollicitant ces fonctions cognitives. Le développement de stratégies ou d'habiletés et l'activation répétée mèneraient à des changements dans la cognition, le comportement et l'adaptation fonctionnelle de l'individu (Medalia & Lim, 2004; Sohlberg & Mateer, 2001). Bien que ce type d'intervention soit utilisé avec diverses populations cliniques, notamment chez les traumatisés crânio-cérébral (Cicerone et al., 2000; 2005; Rohling, Faust, Beverly, & Demakis, 2009), les schizophrènes (Fiszdon, Bryson, Wexler, & Bell, 2004; Lecardeur et al., 2009; Wykes et al., 2003) et les personnes âgées (Belleville, 2008; Valenzuela & Sachdev, 2009; Vance et al., 2008), la remédiation cognitive constitue une avenue relativement nouvelle d'intervention auprès des jeunes présentant un TDAH.

Dans un premier temps, certains auteurs se sont intéressés à l'amélioration du système attentionnel dans son ensemble en utilisant des programmes qui visent une variété de processus cognitifs, dont la vigilance, l'attention sélective, l'attention divisée ou le contrôle exécutif. Slate, Meyer, Burns et Montgomery (1998) ont entraîné quatre enfants avec un TDAH, âgés entre 7 et 11 ans, à l'aide du programme informatisé *Captain's Log*, élaboré pour développer les capacités d'attention, de concentration, de mémoire et de résolution de problèmes. Soixante-quatre sessions d'entraînement sont effectuées sur une période de 16 semaines, à raison de 4 séances par semaine d'une durée de 30 minutes. Les résultats révèlent une réduction significative des comportements d'hyperactivité-impulsivité. Trois des quatre participants ont également amélioré leur rendement en attention partagée, en mathématiques et en vocabulaire. L'absence d'un groupe de comparaison limite toutefois la portée de ces résultats. Shalev, Tsal et Mevorach (2007) ont pour leur part évalué l'efficacité du programme *Computerized Progressive Attentional Training (CPAT)* sur les performances scolaires. Ce programme vise l'amélioration de l'attention soutenue, l'attention sélective, l'orientation et l'attention exécutive. Pour ce faire, le rendement de 20 enfants avec un TDAH, âgés de 6 à 13 ans, est comparé à celui d'un groupe contrôle (n = 16). Deux séances d'entraînement par semaine, d'une durée d'une heure chacune, sont effectuées pendant 8 semaines. Les enfants du groupe contrôle participent également aux séances, mais jouent à des jeux informatiques au lieu d'exécuter le programme d'entraînement. Les résultats montrent des améliorations significatives des habiletés de compréhension en lecture

et de copie d'un passage de texte pour le groupe ayant reçu l'intervention. Une diminution des comportements d'inattention, rapportée par les parents, est également observée. L'impact de l'intervention sur les fonctions cognitives directement entraînées n'a toutefois pas été évalué. Au Québec, 28 enfants avec un TDAH, âgés de 7 à 9 ans, ont été entraînés à l'aide des tâches d'attention soutenue et d'attention partagée du logiciel *RÉÉDUC* (Guay, Parent, & Lageix, en révision). L'intervention inclut 48 séances (4 fois par semaine pendant 12 semaines) d'une durée minimum de 20 minutes. Le rendement du groupe d'enfants recevant l'intervention est comparé à celui d'un groupe d'enfants en liste d'attente, qui ne reçoit aucune intervention spécifique. Les résultats montrent que l'entraînement cognitif a un effet sur la capacité d'interrompre et d'initier une tâche ainsi que sur la capacité d'inhibition d'une réponse automatique. Les améliorations significatives sont observées sur des mesures de type papier-crayon distantes des tâches informatisées utilisées durant l'entraînement cognitif. Les analyses montrent également un maintien des acquis dans le temps, soit 3 mois et 6 mois après l'intervention.

Le groupe de recherche de T. Klingberg s'est quant à lui intéressé à l'entraînement des habiletés de mémoire de travail, qui selon le modèle de Barkley (1997), constitue un déficit spécifique dans le TDAH. Le groupe a ainsi démontré l'impact d'un entraînement de la mémoire de travail sur l'activité cérébrale à l'aide de techniques d'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle chez de jeunes adultes normaux (Olesen, Westerberg, & Klingberg, 2004). Plus précisément, les résultats

obtenus montrent une augmentation de l'activité cérébrale au niveau préfrontal dorsolatéral et pariétal, après une amélioration du rendement à des tâches de mémoire de travail, ce qui indique une plasticité des systèmes neuronaux sous-tendant la mémoire de travail. Ces aires corticales chevauchent, en partie du moins, les régions préfrontales touchées dans le cas de TDAH, ce qui appuie le rationnel d'entraîner la mémoire de travail chez les individus présentant un TDAH. McNab et al. (2009) ont, quant à eux, fait la démonstration qu'une amélioration des capacités en mémoire de travail, à la suite d'un entraînement spécifique de la mémoire de travail, est associée à un changement de densité des récepteurs de dopamines D1 dans les régions préfrontale et pariétale et ce, après 14 heures d'entraînement réparties sur 5 semaines, ce qui témoigne d'un haut niveau de plasticité des systèmes neuronaux définis par les récepteurs D1. Ces résultats sont spécifiques parce que le système D2 ne montre aucune relation avec les changements observés quant aux capacités de mémoire de travail.

Dans une étude avec des jeunes présentant un TDAH ($n = 14$) et des adultes normaux ($n = 4$), Klingberg, Forssberg et Westerberg (2002) ont utilisé un programme d'entraînement de la mémoire de travail comprenant des tâches verbales et non-verbales, soit (1) un empan visuo-spatial où des cercles sont présentés un par un dans une grille 4 x 4, (2) un empan de chiffres en ordre inverse, (3) un empan de lettres et (4) une tâche de temps de réaction où l'on demande à l'enfant d'appuyer sur une clé quand les cercles présentés deviennent verts et de s'abstenir quand les cercles

deviennent rouges. Le niveau de difficulté (nombre d'items présentés dans une même séquence) s'ajuste en fonction du rendement du participant, tout en demeurant à un niveau lui permettant de vivre des succès. L'entraînement est effectué au moins 20 minutes par jour, de 4 à 6 jours par semaine, pendant au moins 5 semaines. Les résultats montrent une amélioration du rendement post-entraînement en mémoire de travail chez les enfants avec un TDAH, mais également chez des adultes normaux, suggérant qu'un déficit de la mémoire de travail n'est pas nécessaire pour qu'une amélioration se produise. Des améliorations sont également observées à des tâches impliquant le raisonnement et l'inhibition, suggérant une généralisation des acquis à d'autres fonctions cognitives que celles directement entraînées. Après l'entraînement, les auteurs observent également, chez les enfants avec un TDAH, une réduction significative du nombre de mouvements de tête enregistrés pendant une tâche informatisée, ce qu'ils interprètent comme une amélioration de l'autorégulation du comportement.

Dans une étude multi-centre ultérieure, Klingberg et al. (2005) évaluent l'impact de l'entraînement de la mémoire de travail auprès de 53 enfants avec un TDAH. Ici, les objectifs de l'étude consistent également à évaluer le maintien des acquis dans le temps et à vérifier l'impact d'une telle intervention sur le fonctionnement de l'enfant au quotidien. Le programme d'entraînement comprend uniquement des tâches de mémoire de travail visuo-spatiale (rappeler la position d'objets dans une grille 4 x 4) et verbale (rappeler des phonèmes, des lettres ou des

chiffres). Au cours d'une séance d'entraînement, l'enfant doit effectuer 90 essais (temps moyen par séance de 40 minutes), pour un total de 25 séances réparties sur 5-6 semaines. Le rendement d'un groupe en traitement ($n = 27$) est comparé à celui d'un groupe de comparaison ($n = 26$). Les deux groupes reçoivent une version similaire du programme. Toutefois, dans le groupe avec traitement, comme lors de l'étude précédente, le niveau de difficulté est ajusté en fonction du rendement de l'enfant et ce, afin d'optimiser l'effet de l'entraînement. Dans le groupe de comparaison, les mêmes activités sont employées, mais le niveau de difficulté demeure faible et constant pendant toute la durée de l'étude. Les résultats montrent des améliorations significatives du rendement en mémoire de travail non-verbale et verbale et, de façon secondaire, à des tâches d'inhibition de la réponse et de raisonnement complexe pour le groupe avec traitement. Les acquis se maintiennent 3 mois après l'intervention. On note également une diminution des symptômes d'inattention et d'hyperactivité-impulsivité, selon les observations des parents. Les enseignants n'observent toutefois pas de diminution des symptômes de TDAH similaire à celle rapportée par les parents. De plus, les résultats ne mettent en évidence aucune diminution significative des mouvements de tête, telle qu'observée lors de l'étude de 2002, ce qui constitue une limite importante quant à la généralisation de cette intervention sur l'autorégulation du comportement.

En somme, les résultats des études sur la remédiation cognitive s'avèrent prometteurs pour les jeunes présentant un TDAH. En effet, de façon générale, les

résultats indiquent que la stimulation d'une fonction cognitive déficitaire telle la mémoire de travail provoque une amélioration de cette même fonction et que, considérant les relations neuroanatomiques, cette amélioration peut se généraliser à d'autres fonctions cognitives. De plus, selon le modèle de Barkley (1997), ces améliorations sur le plan cognitif auraient également un impact sur les capacités d'autorégulation du comportement, qui se manifestent plus spécifiquement dans le cas du TDAH par une diminution des comportements d'inattention et d'hyperactivité-impulsivité. Les études qui s'intéressent à l'apport d'entraînements cognitifs spécifiques sur une fonction cognitive déficitaire et à la généralisation de tels entraînements sur des fonctions cognitives secondaires demeurent toutefois peu nombreuses. De plus, à notre connaissance, aucune étude n'a comparé l'efficacité d'un programme de remédiation cognitive axé sur le déficit cognitif primaire selon le modèle de Barkley, soit l'inhibition, à un second programme de remédiation cognitive axé sur la mémoire de travail. Le premier objectif de la présente étude est donc d'évaluer l'impact de deux programmes de remédiation cognitive axés spécifiquement sur des fonctions cognitives déficitaires dans le TDAH, soit l'inhibition (niveau supérieur du modèle de Barkley) et la mémoire de travail (niveau inférieur du modèle de Barkley). De plus, les résultats relatifs à l'impact de la remédiation cognitive sur l'autorégulation du comportement demeurent peu convaincants. Le second objectif consiste pour sa part à évaluer si les deux programmes de remédiation cognitive proposés permettent de diminuer les comportements perturbateurs associés au TDAH (inattention et hyperactivité-

impulsivité). Pour ce faire, le rendement d'enfants présentant un TDAH et recevant les programmes d'intervention et le rendement d'enfants avec TDAH du groupe en liste d'attente sont comparés. Les participants du groupe en liste d'attente ne reçoivent aucune intervention. De façon plus spécifique, trois hypothèses sont avancées : (1) chaque programme permettra d'améliorer la fonction cognitive directement ciblée (inhibition ou mémoire de travail); (2) compte tenu des relations qu'entretiennent les fonctions cognitives dans le modèle du TDAH (Barkley, 1997), une amélioration de fonctions cognitives secondaires à la fonction entraînée devrait être observée et (3) chaque programme d'intervention permettra d'augmenter la capacité d'autorégulation des comportements problématiques.

Méthode

Participants

Soixante-dix-sept enfants participent à l'étude. Ils sont référés par des intervenants de la Clinique des troubles de l'attention de l'Hôpital Rivière-des-Prairies ou par des psychologues de la Commission scolaire de la Seigneurie des Mille-Îles, dans la région de Montréal. Pour être inclus dans l'étude, les participants doivent répondre aux critères diagnostiques du TDAH, soit présenter au moins six des symptômes d'inattention et/ou au moins six des symptômes d'hyperactivité-impulsivité (APA, 2000) et ce, avant qu'un traitement pharmacologique n'ait été introduit, le cas échéant. Ils doivent également présenter des déficits cognitifs associés, c'est-à-dire se situer à au moins un écart-type en dessous de la moyenne à

au moins une mesure de fonctions attentionnelles (attention soutenue) et à au moins une mesure de fonctions exécutives (inhibition, résolution de problèmes et mémoire de travail). Les enfants qui présentent un quotient intellectuel inférieur à 80 (évalué de façon standardisée à l'aide du *Kaufman Brief Intelligence Test*; Kaufman & Kaufman, 1990), des troubles d'apprentissage, un syndrome d'autisme, des troubles épileptiques ou qui rencontrent les critères diagnostiques d'un trouble oppositionnel avec provocation ou d'un trouble des conduites sont exclus de l'étude. Les participants peuvent être ou non médicamenteux (stimulants ou atomoxetine). Pour les participants qui prennent une médication, la dose (mg/kg/jour) est contrôlée pendant toute la durée de l'étude et les évaluations cognitives sont effectuées alors qu'ils ne sont pas sous l'effet de leur médication. Le consentement écrit est obtenu de la part des parents de chaque participant et le consentement verbal des enfants est requis. Le projet est approuvé par les comités d'éthique et de la recherche de l'Hôpital Rivière-des-Prairies et de l'Université du Québec à Montréal.

Les participants sont distribués de façon aléatoire contrainte, avec appariement en fonction de l'âge, du sexe, du quotient intellectuel, de la prise ou non de médication et de la gravité de leur déficit sur les mesures cognitives utilisées (CPT : performance globale; test d2 : omissions et commissions; Test d'interférence couleur-mot : temps, erreurs corrigées et erreurs non-corrigées) entre les trois groupes expérimentaux. Un premier groupe reçoit un programme de remédiation cognitive visant l'inhibition ($n = 26$), un second groupe reçoit un programme de remédiation

cognitive visant la mémoire de travail ($n = 27$), alors que le dernier groupe se trouve en liste d'attente ($n = 24$).

Cinquante participants ont complété l'étude. Les enfants qui n'ont pas complété l'étude ont soit abandonné en raison d'un manque de motivation, ne se sont pas présentés pour l'évaluation post-intervention ou ont été exclus puisqu'ils n'ont pas respecté le critère d'adhésion à l'intervention (voir Figure 1). Le critère d'adhésion à l'intervention est établi à 26 séances effectuées sur une période de temps inférieure à 9 mois. Les analyses comparatives (ANOVA) effectuées démontrent que, de façon significative, les participants qui n'ont pas complété l'étude sont significativement plus âgés ($F(1,76) = 21,02, p < 0,05$), ce qui affecte la répartition aléatoire des participants. Afin d'équilibrer les groupes, les six participants les plus âgés du groupe en liste d'attente sont exclus des analyses. Les caractéristiques des participants sont présentées au Tableau 1.

Insérer Tableau 1 et Figure 1

Intervention

Programme inhibition. Dans le premier programme d'intervention, on demande à l'enfant d'observer une séquence de planètes présentées à des rythmes différents. Au cours d'un même essai, une séquence est répétée de façon cyclique jusqu'à ce que les planètes disparaissent de l'écran. L'enfant a alors pour consigne de poursuivre la séquence de planètes dans sa tête, en respectant l'ordre ainsi que le

rythme de présentation des stimuli. Au moment où les planètes réapparaissent à l'écran, l'enfant doit interrompre la séquence répétée mentalement et sélectionner, à l'aide de la souris, la planète qui devrait suivre dans la séquence. Au milieu du programme, une seconde tâche est ajoutée. On demande alors à l'enfant d'identifier à l'aide de la barre d'espace des objets étranges présentés à l'écran. Les objets étranges apparaissent de façon aléatoire à l'intérieur des séquences, ce qui implique pour l'enfant de maintenir la séquence tout en détectant l'objet étrange. Ces tâches visent donc principalement le développement des habiletés cognitives d'inhibition, de même que l'attention soutenue et la vigilance.

Le programme est disponible par un accès à Internet de façon à ce que chaque enfant puisse effectuer ses activités à l'école ou à la maison. Il se divise en 15 niveaux croissant en termes de difficulté. Le niveau de difficulté est ajusté en fonction du rendement de l'enfant et varie en fonction de différents paramètres, soit le nombre d'éléments présentés (2 à 6), l'intervalle inter-stimuli (de 500 ms à 2500 ms; une présentation lente étant considérée comme plus difficile), la durée de chronométrage (de 3 s à 15 s) et le nombre de fois que la séquence est présentée au cours d'un même essai (de 2 à 4 fois). L'enfant doit réussir 10 items d'un même niveau, au cours d'une même séance, pour passer au niveau suivant. De plus, à chaque essai et pour chacune des deux tâches, une rétroaction sur la performance apparaît à l'écran et un système de renforcement permettant à l'enfant de voir ses progrès est disponible à l'écran.

Programme mémoire de travail. Le programme de remédiation cognitive visant les capacités de mémoire de travail s'effectue également à l'aide d'exercices informatisés. Les exercices s'inspirent du programme élaboré par Klingberg et ses collaborateurs (2002, 2005), mais ont été adaptés pour la présente étude. Le programme est disponible sur une clé amovible afin que l'enfant puisse effectuer ses exercices à la maison ou dans le milieu scolaire. Il inclut des tâches non-verbales et des tâches verbales. Les différents exercices sont proposés de façon successive avec changement de tâche lorsque l'enfant a complété 10 items d'un même exercice. L'ordre est le suivant : (1) empan de chiffres entendus, à rapporter en ordre inverse, (2) empan de chiffres vus, à rapporter en ordre inverse, (3) replacer des cercles unicolores dans une grille 3 x 3, en ordre direct ou inverse, (4) séquences de lettres et de chiffres à ordonner et (5) replacer des cercles de couleurs différentes dans une grille 3 x 3, en ordre direct ou en ordre inverse. Les stimuli auditifs sont présentés à un rythme de 2000 ms par stimulus et les stimuli visuels à un rythme de 1000 ms. Le niveau de difficulté est ajusté en fonction du rendement de l'enfant et correspond au nombre d'items présentés dans la séquence à traiter. L'enfant peut passer à un niveau de difficulté supérieur lorsqu'il a réussi sept items du même type parmi huit consécutifs. Il reçoit une rétroaction (succès/échec) à chaque essai et un système de renforcement (points associés) est constamment présent à l'écran. Un tableau de progression est également présenté à l'enfant à la fin de chaque séance.

Procédure

Les informations relatives au projet sont transmises aux parents verbalement ou par le biais d'une lettre d'information. Les familles intéressées par le projet signent le formulaire de consentement, qui informe les parents des objectifs de l'étude et de la procédure. Les parents complètent également un questionnaire permettant d'évaluer les dimensions bio-psycho-sociales, touchant l'histoire familiale, les risques pré/péri/postnataux, le développement et la santé générale de l'enfant, ce qui permet d'identifier la présence d'un des critères d'exclusion. Les parents et les enseignants complètent les questionnaires comportementaux avant et après l'intervention. Les enfants sont pour leur part rencontrés pendant approximativement deux heures pour une évaluation cognitive à l'aide de mesures attentionnelles (attention soutenue) et exécutives (inhibition, résolution de problème, mémoire de travail), avant et après l'intervention. Les participants sont ensuite distribués, de façon aléatoire contrainte, entre les trois groupes expérimentaux (programme mémoire de travail, programme inhibition ou liste d'attente).

Le programme d'intervention comprend 36 séances (3 séances par semaine pendant 12 semaines). Les séances sont d'une durée de 25 minutes et se tiennent à l'école, sous la supervision d'un intervenant, et/ou à la maison, sous la supervision du parent. Le nombre moyen de séances effectuées est de 37,40 ($\acute{E}T = 5,7$) pour le groupe inhibition et de 32,33 ($\acute{E}T = 4,0$) pour le groupe mémoire de travail. Le nombre moyen d'essais effectués est de 2082 ($\acute{E}T = 952$) pour le groupe ayant reçu le programme inhibition et de 1376 ($\acute{E}T = 387$) pour le groupe ayant reçu le programme

mémoire de travail. Les séances d'intervention se déroulent sur une période variant entre 4 et 9 mois ($M = 6,20$, $ÉT = 1,27$) pour le groupe ayant reçu le programme inhibition et entre 4 et 8 mois ($M = 5,77$, $ÉT = 1,24$) pour le groupe ayant reçu le programme mémoire de travail. En raison d'un problème informatique, les données relatives au nombre d'essais d'un participant du groupe mémoire de travail ne sont pas disponibles et ne sont pas considérées dans les analyses descriptives.

Les intervenants ont tous reçu une formation portant sur les programmes et sur la façon d'effectuer les séances d'intervention. L'horaire des séances d'activités est déterminé par les individus supervisant l'enfant et la progression des séances est suivie à distance par un assistant de recherche à l'aide des fichiers informatiques fournis par les programmes. Un journal de bord est également fourni à l'enfant afin de lui permettre de suivre son évolution et, afin de soutenir la motivation, un système de renforcement est intégré dans le journal de bord. Il s'agit pour l'enfant d'inscrire sa progression sur un thermomètre (en termes de minutes d'activités effectuées). Le système de renforcement permet à l'enfant de recevoir un chèque-cadeau de son choix d'une valeur de 10\$ à toutes les 12 séances d'intervention effectuées.

Mesures

Les participants des trois groupes sont évalués avant le début du programme d'intervention de remédiation cognitive (pré-intervention) et après le programme (post-intervention) sur des mesures cognitives différentes des tâches informatisées utilisées pour l'intervention.

Attention. L'attention soutenue est mesurée à l'aide d'une tâche de performance continue (Continuous Performance test [CPT-II]; Conners, 2000) et du test d2 (Brickenkamp & Zillmer, 1998). Au CPT-II, différentes lettres de l'alphabet défilent sur l'écran d'un ordinateur. Le participant doit appuyer sur la barre d'espace lorsqu'il voit une lettre de l'alphabet (cibles), mais inhiber cette réponse lorsqu'il s'agit de la lettre « X » (non-cible). La fidélité test-retest est bonne pour la majorité des mesures : omissions ($r = 0,84$), commissions ($r = 0,65$), temps de réaction ($r = 0,55$) et indice de confiance du TDAH ($r = 0,89$). Les erreurs d'omission sont retenues comme indice d'attention soutenue.

La tâche du test d2 consiste à rayer le plus rapidement possible le plus grand nombre de cibles (c.-à-d. la lettre « d » accompagnée de deux traits) tout en ignorant les distracteurs. La tâche comprend 14 lignes de 47 caractères chacune et un changement de ligne s'effectue toutes les 20 secondes (à un signal donné). Cette tâche requiert donc que l'enfant interrompe une tâche entamée pour s'engager de nouveau dans la tâche, après le changement de ligne. La consistance interne est très bonne (de 0,93 à 0,98). La fidélité test-retest est également très bonne ($r = 0,89$ à $r = 0,94$). La mesure d'attention retenue est le nombre d'erreurs d'omission.

Inhibition. L'inhibition est évaluée à l'aide de quatre mesures, soit le nombre d'erreurs de commission au test CPT-II, le nombre d'erreurs de commission au test d2 (voir la description de ces épreuves dans la section *Attention*) puis le temps requis et le nombre d'erreurs au Test d'interférence couleur-mot (Color-Word Interference Test, D-Kefs; Delis, Kaplan & Kramer, 2001). Le Test d'interférence couleur-mot

s'inspire de la procédure de *Stroop* (1935) et mesure le contrôle exécutif. La tâche comprend deux conditions de base (dénomination de couleurs et lecture de mots simples). À la condition d'interférence, l'enfant doit inhiber une réponse automatique de lecture de mots et au lieu, nommer la couleur de l'encre utilisée pour écrire les mots. Les temps requis pour effectuer la tâche ainsi que le nombre d'erreurs corrigées et non-corrigées sont colligés. La fidélité test-retest pour ce test est excellente ($r = 0,90$).

Résolution de problèmes. Les habiletés de résolution de problèmes et de planification de l'action sont mesurées à l'aide de la tâche de la Tour (D-Kefs; Delis et al., 2001). Cette tâche demande de reproduire un modèle à l'aide de disques sur trois tiges différentes et ce, en respectant des règles établies. Les coefficients de cohérence interne sont satisfaisants (0,55 à 0,84), tout comme la fidélité test-retest ($r = 0,51$). La résolution de problèmes est également évaluée à l'aide de la tâche Matrices tirée du *Kaufman Intelligence Assessment* (K-Bit; Kaufman & Kaufman 1990). Ce test s'inspire des Matrices de Raven (1956, 1960) et implique de trouver la relation qui unit différents stimuli présentés visuellement. Les items les plus simples impliquent des stimuli concrets (objets ou personnages), alors que les items plus complexes impliquent des stimuli plus abstraits (formes ou motifs). Le participant n'a qu'à sélectionner sa réponse parmi un choix de réponses. Le nombre de bonnes réponses est comptabilisé. La fidélité test-retest est très bonne ($r = 0,80$ à $r = 0,92$).

Mémoire de travail. Les habiletés de mémoire de travail sont mesurées à l'aide de la tâche Séquences lettres-chiffres tirée de l'Échelle d'intelligence de Wechsler pour enfants – Quatrième édition (WISC-IV; Wechsler, 2005). La tâche consiste à restituer une séquence de chiffres et de lettres en commençant par les chiffres en ordre croissant, puis les lettres en ordre alphabétique. Pour cette tâche, le coefficient de cohérence interne est très bon (0,90) et l'indice de fidélité test-retest est satisfaisant ($r = 0,76$). À cette tâche, s'ajoutent deux tâches informatisées par notre laboratoire de recherche, pour en faciliter l'administration. La première tâche est un empan visuo-spatial (ordre direct et inverse) et la seconde, une tâche de « n-back ». La procédure générale de ce type de tâche consiste à présenter une séquence de stimuli et à demander au participant de signaler, de façon continue, les stimuli qui sont les mêmes que le n-ième précédent. Ici, une séquence continue de chiffres est présentée en modalité auditive pendant deux minutes et la tâche est mixte, de type 1 et 2 retour en arrière. Ainsi, le participant doit fournir une réponse en cliquant sur le bouton gauche de la souris lorsque le chiffre entendu est identique au dernier ou à l'avant-dernier. Le nombre de bonnes détections et le nombre d'erreurs de commission sont enregistrés.

Mesures comportementales. La dimension comportementale est, quant à elle, évaluée à l'aide de questionnaires. Le *ADHD Rating Scale IV* (traduction francophone; DuPaul, Power, Anastopoulos, & Reid, 1998) évalue les symptômes d'inattention et d'hyperactivité-impulsivité, en fonction des critères établis par le DSM-IV-TR (APA, 2000). La liste de vérification du comportement et le Rapport de

l'enseignant pour les jeunes de 6 à 18 ans (CBCL et TRF; Achenbach & Rescorla, 2001) permettent quant à eux de mesurer les comportements de socialisation, somation, attention, hyperactivité-impulsivité, anxiété/dépression, obsession-compulsion, délinquance et trouble de la pensée. La fidélité test-retest de cet instrument est très bonne ($r = 0,85$). Les questionnaires sont complétés par les parents et l'enseignant de l'enfant. Le résultat de l'échelle Problèmes d'attention ainsi que celui de l'échelle TDAH (liée aux critères du DSM-IV-TR) sont plus spécifiquement retenus aux fins de la présente étude.

Résultats

Des analyses de variance (ANOVA) à plan mixte (3 Groupes x 2 Temps de mesure) sont effectuées sur chacun des scores bruts provenant des variables dépendantes. Considérant les hypothèses, un effet d'interaction significatif, reflétant une différence entre les trois groupes à l'étude quant à la différence entre les deux temps de mesure, est recherché. Le cas échéant, des analyses d'effets simples sont effectuées afin de préciser les différences entre les temps de mesures en fonction des différents groupes, en utilisant le terme d'erreur global. Enfin, considérant les hypothèses émises, des tests unilatéraux sont utilisés.

Les analyses sont également effectuées en contrôlant pour l'effet des variables indépendantes âge et prise de médication sur l'effet d'interaction. La covariable âge est significative pour la variable correspondant au score de performance globale à la

tâche de la Tour seulement, alors que la covariable prise de médication est significative pour la variable dépendante correspondant au nombre d'erreurs de commission à la tâche du CPT-II. Les covariables sont donc retenues pour les analyses, mais seulement pour ces variables dépendantes.

La distribution de chaque variable dépendante est inspectée selon les critères de Tabachnick et Fidell (2001) afin d'identifier les données aberrantes (se situant à plus ou à moins de 3 écarts-types) et de s'assurer de la normalité des distributions. Aucune donnée aberrante n'a été identifiée. Les données présentant une asymétrie positive modérée sont soumises à une transformation de type racine carrée (CPT, omissions; d2, omissions; Test d'interférence couleur-mot, erreurs; « n-back », commissions), alors que les données présentant une asymétrie positive plus importante ont subi une transformation logarithmique (d2, commissions; Test d'interférence couleur-mot, temps). Pour chaque variable dépendante, les résultats des tests omnibus ne démontrent aucune différence significative entre les trois groupes avant le début de l'intervention, ce qui témoigne de leur équivalence.

Mesures cognitives

Le Tableau 2 présente les données descriptives pour les mesures cognitives : attention soutenue, inhibition, résolution de problèmes et mémoire de travail.

Insérer Tableau 2

Attention soutenue. Une première analyse est effectuée sur le nombre d'erreurs d'omission à la tâche CPT-II. Les données sont disponibles pour 39 participants seulement en raison de problèmes éprouvés avec le logiciel d'administration de la tâche. Les résultats de l'analyse ne mettent en évidence aucun effet d'interaction significatif, ce qui indique que le rendement des participants ayant reçu une intervention ne diffère pas de celle des participants du groupe en liste d'attente. Des résultats similaires sont obtenus à la suite de l'analyse effectuée sur le nombre d'erreurs d'omission à la tâche d2. Les données sont disponibles pour 41 participants, deux participants du groupe en liste d'attente n'ayant pas complété la tâche.

Inhibition. Les résultats de l'analyse effectuée sur le nombre d'erreurs de commission à la tâche du CPT-II et sur le nombre d'erreurs de commission au test d2 ne mettent en évidence aucun effet d'interaction significatif. Des analyses sont également effectuées sur les variables tirées du Test d'interférence couleur-mot, soit le temps requis pour effectuer la tâche et les erreurs commises. Un participant ayant reçu le programme inhibition n'a pas complété cette tâche, après l'intervention. Aucun effet d'interaction significatif n'est relevé. En somme, ces résultats indiquent que le rendement des participants qui ont reçu une intervention de remédiation cognitive ne diffère pas de façon significative de celui des participants en liste d'attente quant aux mesures d'inhibition.

Résolution de problèmes. Les résultats de l'ANOVA à plan mixte effectuée sur le score de performance globale à la tâche de la Tour ne mettent en évidence aucun effet d'interaction significatif. Les données sont disponibles pour 41 participants puisqu'un participant du groupe mémoire de travail n'a pas complété cette tâche avant l'intervention et un participant du groupe inhibition n'a pas complété la tâche après l'intervention. Des résultats similaires sont obtenus suite à l'analyse effectuée sur le score global de la tâche Matrices (K-Bit). Ces résultats indiquent donc que le rendement des participants ayant reçu une intervention ne diffère pas de celui des participants qui n'ont pas reçu d'intervention sur les mesures de résolution de problèmes.

Mémoire de travail. Une première ANOVA à plan mixte est effectuée sur le score total obtenu à la tâche d'empan visuo-spatial (ordre direct et ordre inverse). Les données sont disponibles pour 40 participants, en raison de problèmes éprouvés avec le logiciel d'administration de la tâche. Les résultats montrent un effet d'interaction significatif ($F(2,37) = 3,32, p < 0,05$), indiquant que l'amélioration du rendement diffère en fonction des groupes. Afin de préciser ces différences, des analyses d'effets simples sont effectuées. Les résultats indiquent qu'il n'existe aucune amélioration significative de la mesure pré-test à la mesure post-test pour le groupe en liste d'attente ($t(37) = 0,15, n.s.$), ni pour le groupe ayant reçu du programme inhibition ($t(37) = 0,63, n.s.$), tandis que l'amélioration est significative pour le groupe ayant reçu le programme mémoire de travail ($t(37) = 3,40, p < 0,01$). La taille de l'effet (delta

de Cohen; Cohen, 1988) est de 1,32. Les participants ayant reçu le programme mémoire de travail s'améliorent donc plus à cette tâche que les participants des deux autres groupes. En revanche, aucun effet d'interaction significatif n'est observé à la suite des analyses effectuées sur le score total à la tâche Séquences lettres-chiffres puis sur les scores tirés de la tâche de « n-back » (détections et commissions).

Mesures comportementales

Le Tableau 3 présente les données descriptives des mesures comportementales (parent et enseignant).

Insérer Tableau 3

Des analyses de variance à plan mixte sont également effectuées sur les données brutes tirées des questionnaires comportementaux, complétés par les parents et l'enseignant. Tout d'abord, l'analyse effectuée sur la variable Inattention (*ADHD Rating Scale IV* – parent) montre un effet d'interaction significatif ($F(2,35) = 5,36, p < 0,01$), indiquant que l'effet du passage du temps se distingue en fonction des groupes. Les données sont disponibles pour 38 participants. Les résultats des analyses d'effets simples indiquent pour leur part qu'il n'existe aucune amélioration significative de la mesure pré-test à la mesure post-test pour le groupe en liste d'attente ($t(35) = 0,83$, mauvaise direction), ni pour le groupe ayant reçu le programme inhibition ($t(37) = -1,53$, n.s.), tandis que l'amélioration est significative

pour le groupe ayant reçu le programme mémoire de travail ($t(37) = -3,63, p < 0,01$). La taille de l'effet est de 0,49. Les participants ayant reçu le programme mémoire de travail présenteraient donc moins de comportements d'inattention après avoir bénéficié de l'intervention, mais ce objectifé par une seule des mesures utilisées.

Par ailleurs, aucun effet d'interaction significatif n'est relevé pour les réponses fournies par les parents aux échelles Hyperactivité (*ADHD Rating Scale IV - parent*) puis Problèmes d'attention et TDAH (CBCL).

Enfin, aucun effet d'interaction n'est observé pour l'ensemble des mesures comportementales complétées par les enseignants. Ainsi, selon les enseignants, les participants des groupes ayant reçu une intervention ne se démarquent pas de façon significative des participants en liste d'attente.

Discussion

Cette étude visait deux objectifs principaux. Le premier objectif consistait à évaluer l'efficacité de deux programmes d'intervention de remédiation cognitive axés spécifiquement, selon le modèle de Barkley (1997), sur des fonctions cognitives déficitaires dans le TDAH, soit l'inhibition et la mémoire de travail. Le second objectif était d'évaluer l'impact des programmes de remédiation cognitive sur l'autorégulation des comportements associés au TDAH (inattention et hyperactivité-impulsivité). Pour ce faire, le rendement d'un groupe d'enfants recevant un programme de remédiation cognitive fut comparé à celui d'un groupe d'enfants en

liste d'attente, qui ne recevait aucune intervention spécifique. Pour vérifier le premier objectif, des tâches cognitives de type papier-crayon, distantes des tâches informatisées, ont été utilisées et mesuraient les fonctions cognitives suivantes : attention soutenue, inhibition, résolution de problèmes et mémoire de travail. Pour vérifier le second objectif, des questionnaires comportementaux, complétés par les parents et l'enseignant, avant et après l'intervention, ont aussi été utilisés.

Tout d'abord, en ce qui a trait à l'impact des programmes de remédiation cognitive sur les fonctions cognitives, deux hypothèses étaient émises. Selon la première hypothèse, les fonctions cognitives directement entraînées par l'un ou l'autre des programmes devraient s'améliorer entre le pré et le post-test, en comparaison avec le groupe en liste d'attente. Conformément au modèle théorique de Barkley et aux résultats des études du groupe de recherche de Klingberg, la seconde hypothèse stipule que chaque programme de remédiation cognitive devrait permettre une généralisation des acquis aux autres fonctions cognitives déficitaires dans le TDAH.

Or, contrairement aux résultats obtenus par Klingberg et al., (2002, 2005), les résultats de la présente étude indiquent, pour les deux programmes de remédiation cognitive, peu d'amélioration significative nette, tant sur le plan des fonctions cognitives entraînées que sur le plan des fonctions cognitives secondaires. En effet, seuls les participants ayant reçu le programme mémoire de travail améliorent leur rendement à la tâche d'empan visuo-spatial, mesurant les habiletés de mémoire de travail non-verbale. Tel que démontré par Klingberg et al. (2002, 2005), une

amélioration à la tâche d'empan visuo-spatial peut correspondre à un effet de généralisation de l'entraînement cognitif à une tâche de mémoire de travail non-verbale qui ne fait pas directement partie de l'entraînement. Aucune amélioration significative du rendement à des tâches de mémoire de travail verbale n'est toutefois identifiée à la suite de l'entraînement cognitif. Ce résultat pourrait s'expliquer, du moins en partie, par le fait que la mémoire de travail non-verbale serait plus fortement sollicitée par les activités disponibles à l'intérieur du programme de remédiation cognitive. En effet, les tâches impliquant la mémoire de travail non-verbale (replacer des cercles unicolores et de couleurs différentes à l'intérieur d'une grille 3 x 3) sont plus nombreuses. De plus, l'analyse qualitative des données d'entraînement permet de démontrer que les participants passent plus de temps (en termes de minutes par séance) à effectuer les exercices de mémoire de travail non-verbale, comparativement aux exercices de mémoire de travail verbale. Cette amélioration relevée sur le plan de la mémoire de travail non-verbale n'entraîne toutefois pas d'amélioration à des fonctions cognitives secondaires.

Deuxièmement, en ce qui a trait à l'impact des programmes de remédiation cognitive sur les comportements associés au TDAH, nous faisons l'hypothèse que les jeunes ayant participé à l'un ou l'autre des programmes s'amélioreraient au plan de la capacité d'autorégulation des comportements, se traduisant par une diminution des comportements d'inattention et d'hyperactivité-impulsivité. Les résultats montrent, à l'instar des résultats obtenus pour les mesures cognitives, qu'il y a peu d'amélioration nette observable à la suite de l'intervention. Ainsi, on note, uniquement pour les

participants du groupe mémoire de travail, une diminution des comportements d'inattention telle que rapportée par les parents sur un seul des questionnaires utilisés. Aucun autre impact positif des programmes de remédiation cognitive sur l'autorégulation des comportements associés au TDAH n'est observé.

En résumé, les résultats de la présente étude ne permettent pas de confirmer pleinement les hypothèses initialement formulées puisque seul le programme mémoire de travail entraîne, sur le plan cognitif, une amélioration des capacités de mémoire de travail non verbale, plus directement ciblées par l'intervention, et une diminution des comportements d'inattention rapportée par les parents seulement. Ces résultats appuient tout de même un impact plus positif du programme mémoire de travail, comparativement au programme inhibition, mais demeurent limités en termes de portée. Deux hypothèses peuvent être avancées pour expliquer le fait que peu d'impacts importants des programmes de remédiation cognitive soient observés dans la présente étude, comparativement à d'autres études ayant évalué l'impact de programmes de remédiation cognitive auprès de jeunes ayant un TDAH (Guay et al., en révision; Klingberg et al., 2002, 2005; Slate et al. 1998; Shalev et al., 2007;) : l'intensité du programme d'intervention et la motivation de l'enfant.

Premièrement, il est possible que l'intensité de l'entraînement (nombre de minutes effectuées par semaine, à l'intérieur d'une période circonscrite) ait été trop faible. En effet, afin que l'intervention de remédiation cognitive soit efficace comme traitement, Sohlberg et Mateer (2001) indiquent notamment que l'intervention doit être intense, c'est-à-dire que les exercices doivent être suffisamment répétés pour

favoriser le développement d'automatismes. Dans le cas de la présente étude, l'implantation des programmes d'intervention dans les milieux de vie de l'enfant, soit à l'école ou à la maison, a probablement rendu le respect de ce concept d'intensité insuffisant. En effet, ici les participants ont effectué au minimum 26 séances à l'intérieur d'un maximum de 36 semaines. L'horaire d'entraînement proposé était toutefois de trois séances par semaine, de 20-25 minutes chacune, pendant 12 semaines, pour un total de 36 séances. Par contre, en raison d'imprévus de toutes sortes, plusieurs des participants ont eu de la difficulté à respecter l'horaire d'intervention et le nombre de séances requis s'est échelonné sur un plus grand nombre de semaines et ce, malgré les suivis effectués. Dans plusieurs études précédentes, les interventions se sont tenues sur un nombre maximum de 16 semaines, au cours desquelles de 16 à 64 séances étaient effectuées. Les séances duraient entre 20 et 60 minutes et plusieurs auteurs, notamment Klingberg et al. (2005), insistent surtout sur le nombre d'essais effectués au cours d'une même séance. Les résultats de Jaeggi, Buschkuhl, Jonides et Perrig (2008) tendent également à appuyer cette hypothèse. En effet, leurs résultats montrent à la suite d'un entraînement de la mémoire de travail chez des adultes normaux que, l'amélioration du rendement observée plus particulièrement à des tâches de raisonnement complexe est dépendante du temps d'entraînement. Pour ce faire, ils comparent un groupe contrôle qui ne reçoit aucune intervention à quatre groupes pour lesquels la durée de l'entraînement est variable (8 jours, 12 jours, 17 jours et 19 jours; tous les jours de la semaine, sauf pendant les fins de semaine). Ainsi, bien que des améliorations

significatives soient notées pour tous les groupes ayant reçu une intervention, les individus qui ont effectué les activités un plus grand nombre de jours s'améliorent plus. À ce jour, le seuil exact permettant d'assurer qu'un entraînement cognitif est optimal n'est pas établi, mais ces résultats appuient l'importance de la composante d'intensité quant à l'efficacité de ce type d'intervention. De surcroît, ceci constitue une limite importante quant à l'implantation de programmes de remédiation cognitive dans les milieux de vie de l'enfant.

Par ailleurs, la question de la motivation de l'enfant constitue un point central dans l'explication des présents résultats. En effet, la perte de participants plus importante dans les groupes ayant reçu une intervention de remédiation cognitive se justifie principalement par des aspects motivationnels. La question de la motivation est de surcroît très importante dans le TDAH. Différents modèles théoriques liés à ce trouble stipulent en effet qu'il existerait, dans le TDAH, un désordre neurobiologique relatif à la capacité de voir la relation entre l'action du moment présent et des récompenses futures, ce qui a un impact direct sur la motivation (Sonuga-Barke, 2005). L'impact de la motivation quant à l'efficacité de programmes de remédiation cognitive a également suscité l'intérêt de certains chercheurs. Ainsi, Prins et al. (soumis) ont évalué l'impact de l'ajout d'une composante de « jeu » à un entraînement de la mémoire de travail. Plus spécifiquement, ils ont souhaité vérifier dans quelle mesure ces éléments peuvent améliorer la motivation et, par conséquent l'efficacité d'un entraînement cognitif. Pour ce faire, ils comparent le rendement d'un groupe recevant un programme d'entraînement de la mémoire de travail comprenant

des éléments de jeu (c.-à-d. de l'animation, une histoire, un but, des renforcements immédiats et ultérieurs, un coût de la réponse (perte de points), un aspect de contrôle (l'enfant choisit le moment pour compléter une séquence) puis un aspect d'identification (par un personnage) et de compétition) à celui d'un groupe recevant un programme d'entraînement de la mémoire de travail traditionnel (Klingberg et al., 2005), après trois séances d'entraînement. Leurs résultats montrent que l'ajout d'une composante de jeu permet d'améliorer la motivation (c.-à-d. moins d'arrêts au cours d'une séance et un plus grand nombre d'essais complétés), que les performances en séance d'entraînement sont meilleures (moins d'items non-réussis) et une amélioration supérieure des capacités de mémoire de travail non-verbale, comparativement au groupe contrôle recevant un entraînement traditionnel de la mémoire de travail, tel qu'utilisé dans la présente étude. De plus, dans une seconde étude, bien qu'aucune comparaison n'ait été faite avec un groupe contrôle, les auteurs montrent un effet de généralisation de l'entraînement comprenant une composante de jeu à des mesures de fonctions exécutives (inhibition) et une diminution des symptômes de TDAH rapportés par les parents. Ainsi, selon les auteurs, l'ajout d'une composante de jeu à un entraînement de la mémoire de travail pourrait (1) augmenter directement les effets de l'entraînement et (2) augmenter l'intensité de l'entraînement (c.-à-d. plus de minutes d'entraînement) et, par conséquent en améliorer l'impact sur la mémoire de travail.

Limites de l'étude et pistes de recherches futures

Des études supplémentaires sont donc nécessaires afin de documenter, à l'aide de devis expérimentaux, les processus impliqués dans la mise en place de programmes de remédiation cognitive efficaces, en l'occurrence l'intensité de l'intervention et la motivation intrinsèque envers les activités de remédiation.

L'ajustement du niveau de difficulté en fonction du rendement de l'enfant est également identifié comme un élément important quant à l'efficacité de ce type d'intervention (Cicerone et al., 2005; Klingberg et al., 2002, 2005) et devrait aussi faire l'objet d'un contrôle plus rigoureux lors d'études subséquentes. À cet effet, les paramètres de programmation utilisés dans le cadre de la présente étude n'étaient peut-être pas suffisamment bien ajustés pour soutenir la motivation (ni trop facile, ni trop difficile) et pour permettre à l'enfant de progresser à un rythme adéquat. Plus spécifiquement, les critères permettant d'accéder à un niveau de difficulté supérieur n'étaient probablement pas assez exigeants, surtout pour les entraînements visant l'inhibition, pour permettre à l'enfant d'avoir bien maîtrisé un niveau de la tâche avant de se trouver devant des exigences plus complexes (c.-à-d. comprenant un plus grand nombre d'items ou une tâche parallèle ajoutée). Par conséquent, un enfant pouvait se trouver rapidement devant une tâche trop ardue, pour laquelle il vivait peu de succès. De plus, tel que discuté, d'autres aspects relatifs à la motivation doivent être considérés. Pour ce faire, à l'instar de Prins et al. (soumis), l'ajout d'aspects ludiques devrait être considéré afin d'optimiser les effets de l'intervention. Enfin, la diversité des déficits cognitifs associés au TDAH, constituant différents phénotypes,

est maintenant bien documentée (Barkley, 2006; Kebir, Tabbane, Sengupta, & Joobar, 2009) et doit également être considérée lors de projets futurs. En effet, bien que selon les travaux de Klingberg et al., (2002) la présence de déficits cognitifs ne soit pas nécessaire pour qu'une amélioration soit produite, il est possible de croire que l'amélioration soit plus importante lorsque l'entraînement cognitif vise des processus cognitifs déficitaires.

En conclusion, les résultats de la présente étude n'ont pas permis d'appuyer clairement le fait que l'entraînement spécifique de deux fonctions cognitives déficitaires dans le TDAH, soit l'inhibition et la mémoire de travail, améliore de façon significative les fonctions cognitives entraînées, et de façon secondaire, d'autres fonctions cognitives déficitaires dans le TDAH. Seule une amélioration de la mémoire de travail visuo-spatiale, directement entraînée, est relevée et ce, en faveur du groupe mémoire de travail. La question des processus qui pourraient être cruciaux dans l'intervention est discutée (intensité de l'intervention et motivation). Dans le même sens, l'impact des programmes de remédiation cognitive sur les comportements perturbateurs associés au TDAH (inattention et hyperactivité-impulsivité) apparaît ambigu, ce qui concorde avec l'instabilité de plusieurs données tirées des écrits scientifiques indiquant dans certains cas des améliorations observées par les parents et dans d'autres cas, par les enseignants. La question de la généralisation des acquis sur le plan comportemental doit donc être mieux documentée lors d'études subséquentes. Ainsi, l'efficacité de la remédiation cognitive n'apparaît pas aussi claire que certaines publications le laissent croire. De plus, il est

important de questionner l'implantation directe de ce type d'intervention dans le milieu de vie de l'enfant, considérant qu'un encadrement professionnel pourrait être des plus pertinents en vue de mettre en place des conditions favorables au bon fonctionnement d'une telle intervention.

Références

- Achenbach, T. M., & Rescorla, L. A. (2001). *Manual for the ASEBA School-Age Forms and Profiles*. Burlington, VT : University of Vermont, Research Center for Children, Youth, and Families.
- American Academy of Pediatrics (2001). Clinical Practice Guideline : Treatment of school-aged children with attention deficit/hyperactivity disorder. *Pediatrics*, *108*, 1033-1044.
- American Psychiatric Association (2000). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders Revised (4^e éd. – TR)*. Washington, DC : Author.
- Aylward, E. H., Reiss, A. L., Reader, M. J., Singer, H. S., Brown, J. E., & Denckla, M. B. (1996). Basal ganglia volumes in children with ADHD. *Journal of Child Neurology*, *11*, 112-115.
- Barkley, R. A. (1997). Behavioral inhibition, sustained attention, and executive functions : Constructing a unifying theory of AD/HD. *Psychological Bulletin*, *121*, 65-94.
- Barkley, R. A. (2006). *Attention-Deficit Hyperactivity Disorder. A Handbook for diagnosis and treatment (3^e éd)*. New York : Guilford Press.
- Barkley, R. A., Fischer, M., Smallish, L., & Fletcher, K. R. (2002). The persistence of attention-deficit/hyperactivity disorder into young adulthood as a function of reporting source and definition of disorder. *Journal of Abnormal Psychology*, *111*, 279-289.

- Belleville, S. (2008). Cognitive training for persons with mild cognitive impairment. *International Psychogeriatric*, 20(1), 57-66.
- Berlin, L., Bohlin, G., Nyberg, L., & Janols, L. O. (2004). « How well do measures of inhibition and other executive functions discriminate between children with ADHD and controls ? », *Child Neuropsychology*, 10, 1-13.
- Brickenkamp, R., & Zillmer (1998). *d2 : Test d'attention concentrée*. Les Éditions du Centre de Psychologie Appliquée.
- Castellanos, F. X., Giedd, J. N., Marsh, W. L., Hamburger, S. D., Vaituzis, A. C., Dickstein, D. P. et al. (1996). Quantitative brain magnetic resonance imaging in attention-deficit hyperactivity disorder. *Archives of General Psychiatry*, 53, 607-616.
- Chronis, A. M., Jones, H. A., & Raggi, V. L. (2006). Evidence-based psychosocial treatments for children and adolescents with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Clinical Psychology Review*, 26, 486-502.
- Cicerone, K. D., Dahlberg, C., Kalmar, K., Langenbahn, D. M., Malec, J. F., Bergwust, T. F. et al. (2000). Evidence-based cognitive rehabilitation : Recommendations for clinical practice. *Archives of Medical Rehabilitation*, 81, 1596-1615.
- Cicerone, K. D., Dahlberg, C., Malec, J., Langenbahn, D. M., Felicetti, T., Kneipp,

- S. et al. (2005). Evidence-based cognitive rehabilitation : Updated review of the literature from 1998 through 2002. *Archives of Medical Rehabilitation*, 81, 1596-1615.
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. Hillsdale, NJ : Erlbaum.
- Conners, K. (2000). *Conner's CPT-II : Continuous Performance Test-II*. Toronto : Multi-Health Systems Inc.
- Delis, D. C., Kaplan, E., & Kramer, J. H. (2001). *D-Kefs : Delis-Kaplan Executive Function System*. San Antonio : The Psychological Corporation.
- DuPaul, G. J., Power, P. J., Anastopoulos, A. D., & Reid, R. (1998). *ADHD Rating Scale IV : Checklist, Norms, and Clinical Interpretation*. New York : Guilford Press.
- Filipek, P. A., Semrud-Clikeman, M., Steingard, R. J., Benschaw, P. F., Kennedy, D. N., & Biederman, J. (1997). Volumetric MRI analysis comparing attention-deficit hyperactivity disorder and normal controls. *Neurology*, 48, 589-601.
- Fiszdon, J. M., Bryson, G. J., Wexler, B. E., & Bell, M. D. (2004). Durability of cognitive remediation in schizophrenia : performance on two memory tasks at 6-month and 12-month follow-up. *Psychiatry Research*, 125, 1-7.
- Guay, M.-C., & Laporte, P. (2006). Profil cognitif des jeunes avec un TDAH. Dans N. Chevalier, M.-C. Guay, A. Achim, P. Lageix, & H. Poissant, (Éds.),

Trouble déficitaire de l'attention avec hyperactivité : Soigner, éduquer, surtout valoriser (pp. 37-55). Montréal : Presses de l'Université du Québec.

Guay, M.-C., Parent, V., & Lageix, P. (2009). *A computerized cognitive remediation program targeting response inhibition in attention-deficit/hyperactivity disorder. A proposition to increase response inhibition in ADHD children : 6 months maintenance in improvement with a computerized cognitive remediation program*. Manuscrit en révision pour publication.

Hynd, G. W., Semrud-Clikeman, M., & Lorys, A. R. (1991). Corpus callosum morphology in attention-deficit hyperactivity disorder (ADHD). Morphometric analysis of MRI. *Journal of Learning Disabilities, 24*, 141-146.

Jaeggi, S. M., Buschkuhl, M., Jonides, J., & Perrig, W. J. (2008). Improving fluid intelligence with training on working memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 105*(19), 6829-6833.

Kaufman, A. S., & Kaufman, N.L. (1990). *Kaufman Brief Intelligence Test manual*. Circle Pines, MN: American Guidance Service.

Kebir, O., Tabbane, K., Sengupta, S., & Joobar, R. (2009). Candidate genes and neuropsychological phenotypes in children with ADHD : Review of association studies. *Journal of Psychiatry & Neuroscience, 34*(2), 88-101.

Klingberg, T., Forssberg, H., & Westerberg, H. (2002). Training of working memory in children with ADHD. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology, 24*, 781-791.

- Klingberg, T., Fernell, E., Olesen, P. J., Johnson, M., Gustafsson, P., Dahlström, K., et al. (2005). Computerized training of working memory in children with ADHD – A randomized, controlled trial. *Journal of American Academy Child and Adolescence Psychiatry, 44*, 177-186.
- Lecardeur, L., Stip, E., Giguère, M., Blouin, G., Rodriguez, J. P., & Champagne-Lavau, M. (2009). Effects of cognitive remediation therapies on psychotic symptoms and cognitive complaints in patients with schizophrenia and related disorders : A randomized study. *Schizophrenia Research, 111*, 153-158.
- McNab, F., Varrone, A., Farde, L., Jucaite, A., Bystritsky, P., Forssberg, H., et al. (2009). Changes in cortical dopamine D1 receptor binding associated with cognitive training. *Science, 323*, 800-802.
- Medalia, A., & Lim, R. (2004). Treatment of cognitive dysfunction in psychiatric disorders. *Journal of Psychiatric Practice, 10*, 17-25.
- MTA Cooperative Group (1999). A 14-month randomized clinical trial of treatment strategies for attention-deficit/hyperactivity disorder. *Archives of General Psychiatry, 56*, 1073-1086.
- Novak, G. P., Solanto, M., & Abikoff, H. (1995). Spatial orienting and focused attention in ADD. *Psychophysiology, 32*, 546-559.
- Olesen, P. J., Westerberg, H., & Klingberg, T. (2004). Increased prefrontal and

parietal activity after training of working memory. *Nature Neuroscience*, 7, 75-79.

Pennington, B. F., & Ozonoff, S. (1996). Executive functions and developmental psycho-pathology. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 37, 51-87.

Posner, M. I., & Raichle, M. E. (1994) *Images of mind*. New York : Scientific American Library.

Prins, P., Doyis, S., Van Es, S., Ponsioen, A., Ten Brink, E., & Ven Der Oord, S. (2009). *Does a Computerized Working Memory training with Game elements enhance motivation and training efficiency in Children with ADHD ?*
Manuscrit soumis pour publication.

Rapport, L. J., Van Voorhis, A., Tzelepis, A., & Friedman, S. R. (2001). Executive functioning in adult attention-deficit hyperactivity disorder. *Clinical Neuropsychological*, 15, 479-491.

Raven, J. C. (1956). *Guide to using the Coloured Progressive Matrices* (rev. ed.). London : H. K. Lewis.

Raven, J. C. (1960). *Guide to using the Coloured Progressive Matrices*. London : H. K. Lewis.

Robaey, P., Breton, F., Dugas, M., & Renault, B. (1992). An event-related potential study of controlled and automatic processes in 6-8 year-old boys with ADHD. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 82, 330-340.

Rohling, M. L., Faust, M. E., Beverly, B., & Demakis, G. (2009). Effectiveness of

cognitive rehabilitation following acquired brain injury : A meta-analytic re-examination of Cicerone et al.'s (2000, 2005) systematic reviews.

Neuropsychology, 23(1), 20-39.

Satterfield, J. H., Schell, A. M., & Nicholas, T. (1990). Ontogeny of selective attention effects on event-related potentials in attention-deficit hyperactivity disorder and normal boys. *Biological Psychiatry*, 28, 879-903.

Schachar, R., Jadad, A. R., Gault, M., Boyle, M., Booker, L., Snider, A., et al. (2002). Attention-deficit hyperactivity disorder: Critical appraisal of extended treatment studies. *Canadian Journal of Psychiatry*, 47, 337-348.

Schachar, R., Mota, V. L., Logan, G. D., Tannock, R., & Klim, P. (2000). Confirmation of an inhibitory control deficit in attention-deficit/hyperactivity disorder. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 28, 227-235.

Sergeant, J. A., Geurts, H., & Oosterlaan, J. (2002). How specific is a deficit of executive functioning for attention-deficit/hyperactivity disorder? *Behavioral Brain Research*, 130, 3-28.

Shalev, L., Tsal, Y., & Mevorach, C. (2007). Computerized progressive attentional training (CPAT) program : Effective direct intervention for children with ADHD. *Child Neuropsychology*, 13, 382-388.

Shallice, T., Marzocchi, G. M., Coser, S., Del Savio, M., Meuter, R. F., & Rumiati,

- R. (2002). Executive function profile of children with attention deficit hyperactivity disorder. *Developmental Neuropsychology*, 21, 43-71.
- Slate, S., Meyer, T. L., Burns, W. J., & Montgomery, D. D. (1998). Computerized cognitive training for severely emotionally disturbed children with ADHD. *Behavior Modification*, 22, 415-437.
- Sohlberg, M. M., & Mateer, C. A. (2001). Improving attention and managing attentional problems : Adapting rehabilitation techniques to adults with ADD. *Annals New York Academy of Sciences*. 931, 359-375.
- Sonuga-Barke, E. S. J. (2005). Causal models of attention-deficit/hyperactivity disorder : From common simple deficits to multiple developmental pathways. *Biological Psychiatry*, 57, 1231-1238.
- Stroop, R. J. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology*, 28, 643-662.
- Swanson, J. M., McBurnett, K., Wigal, T., Pfiffner, L. J., Lerner, M. A., Williams, L., et al. (1993). Effect of stimulant medication on children with attention deficit disorder : A « Review of Reviews ». *Exceptional Children*, 60, 154-162.
- Swanson, J., Posner, M. I., Cantwell, D., Wigal, S., Crinella, F., Filipek, P., et al. (2001). Attention-deficit/hyperactivity disorder : Symptom domains, cognitive processes, and neural networks. Dans R. Parasuraman (Éd.), *The Attentive Brain*, (pp.445-457). Massachusetts : The MIT Press.

- Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2001). *Using Multivariate Statistics* (4^e éd.). New York : Allyn & Bacon.
- Toplak, M. E., Connors, L., Shuster, J., Knezevic, B., & Parks, S. (2008). Review of cognitive, cognitive-behavioral, and neural-based interventions for attention-deficit/hyperactivity Disorder (ADHD). *Clinical Psychology review*, 28, 801-823.
- Valenzuela, M., & Sachdev, P. (2009). Can cognitive exercise prevent the onset of dementia ? Systematic review of randomized clinical trials with longitudinal follow-up. *American Journal of Geriatric Psychiatry*, 17(3), 179-187.
- Vance, D. E., Webb, D. E., Marceaux, J. C., Viamonte, S. M., Foote, A. W., & Ball, K. K. (2008). Mental stimulation, neural plasticity, and aging : Directions for nursing research and practice. *Journal of Neuroscience Nursing*, 40(4), 241-249.
- Whalen, C. K., & Henker, B. (1998). Attention-deficit/hyperactivity disorders. Dans T. H. Ollendick & M. Hersen (Éds.), *Handbook of Child Psychopathology* (3^e éd.), (pp.181-211). New York : Plenum Press.
- Waschbusch, D. A., & Hill, G. P. (2003). Empirically soutiened, promising, and unsoutiened treatments for children with attention-deficit/hyperactivity disorder. Dans S. O. Lilienfield, S. Jay Lynn, & J. M. Lohr (Éds.), *Science and pseudoscience in clinical psychology* (pp. 333-362). New York : Guilford Press.

- Weschler, D. (2005). *Échelle d'intelligence de Wechsler pour enfants – Quatrième édition (version pour francophones du Canada)*. San Antonio : Psychological Corporation.
- Willcutt, E. G., Pennington, B. F., Olson, R. K., Chhabildas, N., & Hulslander, J. (2005). Neuropsychological analyses of comorbidity between reading disability and attention deficit hyperactivity disorder : In search of the common deficit. *Developmental Neuropsychology*, 27, 35-78.
- Wykes, T., Reeder, C., Williams, C., Corner, J., Rice, C., & Everitt, B. (2003). Are the effects of cognitive remediation therapy (CRT) durable ? Results from an exploratory trial in schizophrenia. *Schizophrenia Research*, 61, 163-174.

Tableau 1
Caractéristiques des participants

	Programme inhibition (n = 26/15)	Programme mémoire de travail (n = 27/13)	Liste d'attente (n = 24/15)	Total (n = 77/43)
Garçons	18/10	21/11	16/8	55/29
Filles	8/5	6/2	8/7	22/14
Âge en mois, moyenne (<i>ÉT</i>)	120,38 / 109,93 (27,57) / (19,81)	123,15 / 112,08 (20,37) / (14,60)	116,92 / 107,00 (17,24) / (8,11)	120,27 / 109,56 (22,10) / (14,76)
QI, moyenne (<i>ÉT</i>)	101,00 / 97,60 (10,14) / (10,16)	100,26 / 102,62 (8,41) / (9,23)	100,79 / 98,53 (10,84) / (6,91)	100,68 / 99,44 (9,68) / (8,90)
Avec médication	12/6	15/7	12/7	39/20

Note. Les données sont fournies pour tous les sujets qui ont été distribués aléatoirement (n = 77) / les participants qui ont été retenus pour les analyses (n = 43)

Tableau 2
Mesures cognitives : données descriptives

Variables	Programme inhibition		Programme MT		Liste d'attente	
	Pré <i>M(ÉT)</i>	Post <i>M(ÉT)</i>	Pré <i>M(ÉT)</i>	Post <i>M(ÉT)</i>	Pré <i>M(ÉT)</i>	Post <i>M(ÉT)</i>
<u>Attention soutenue</u>						
CPT omissions (n = 39)	4,36 (2,08)	5,10 (1,83)	3,84 (2,11)	3,26 (1,55)	3,79 (1,91)	3,52 (1,20)
d2 omissions (n = 41)	2,17 (1,14)	1,77 (1,19)	2,00 (0,65)	1,69 (1,11)	2,22 (0,87)	1,99 (1,10)
<u>Inhibition</u>						
CPT commissions (n = 39)	26,18 (5,94)	24,77 (6,01)	23,89 (7,34)	22,87 (9,10)	25,13 (5,01)	25,55 (5,40)
d2 commissions (n = 39)	1,07 (0,20)	0,66 (0,33)	0,98 (0,53)	0,69 (0,31)	1,00 (0,27)	0,61 (0,42)
TIMC temps (n = 42)	10,16 (1,39)	9,60 (1,45)	9,88 (1,53)	9,00 (1,49)	10,13 (1,40)	9,30 (1,35)
TIMC erreurs (n = 42)	2,51 (0,59)	2,03 (0,93)	2,60 (1,01)	2,25 (0,81)	2,72 (1,15)	2,33 (1,06)
<u>Résolution de problèmes</u>						
Tour (n = 41)	14,11 (3,46)	16,13 (2,66)	14,43 (4,73)	16,72 (2,89)	14,76 (3,81)	16,90 (2,31)
Matrices (n = 43)	24,35 (4,85)	28,62 (3,58)	26,00 (5,46)	29,15 (6,39)	24,80 (4,04)	27,81 (4,05)
<u>Mémoire de travail</u>						
Empan visuo-spatial (n = 40)	10,08 (3,28)	10,69 (3,09)	10,42 (2,64)	13,92 (3,78)	10,93 (3,28)	11,07 (3,47)
Lettres-chiffres (n = 32)	12,17 (3,66)	15,25 (3,39)	13,78 (4,52)	16,89 (2,80)	10,64 (3,70)	13,00 (4,31)
N-back (détections) (n = 30)	13,89 (3,66)	14,56 (3,25)	11,80 (3,97)	13,20 (3,59)	13,27 (3,17)	14,55 (2,54)
N-back (commissions) (n = 30)	2,25 (0,62)	2,04 (0,96)	1,94 (1,17)	1,46 (1,04)	2,15 (1,15)	1,88 (1,24)

Note. MT = mémoire de travail; TIMC = Test d'interférence couleur-mot.
Le cas échéant, les données transformées sont utilisées et les moyennes ajustées présentées.

Tableau 3

Mesures comportementales : données descriptives

Variables	Programme inhibition		Programme MT		Liste d'attente	
	Pré <i>M(ÉT)</i>	Post <i>M(ÉT)</i>	Pré <i>M(ÉT)</i>	Post <i>M(ÉT)</i>	Pré <i>M(ÉT)</i>	Post <i>M(ÉT)</i>
<u>Parents</u>						
Inattention (DuPaul) (n = 38)	12,00 (6,06)	10,77 (4,97)	16,91 (5,05)	13,73 (6,25)	13,64 (6,49)	14,29 (6,32)
Hyperactivité DuPaul (n = 38)	10,08 (5,65)	9,31 (5,91)	11,09 (6,75)	8,82 (5,34)	8,29 (5,08)	8,21 (4,81)
Prob. d'attention (CBCL) (n = 37)	7,46 (4,75)	7,54 (4,72)	10,73 (3,72)	9,09 (3,70)	8,46 (4,12)	8,85 (4,26)
TDAH (CBCL) (n = 37)	6,92 (4,03)	6,23 (3,63)	9,36 (3,17)	7,82 (2,79)	7,00 (3,44)	7,00 (3,22)
<u>Enseignants</u>						
Inattention DuPaul (n = 33)	11,75 (5,03)	10,08 (5,71)	12,00 (4,30)	12,90 (7,56)	15,09 (8,04)	12,18 (6,63)
Hyperactivité DuPaul (n = 33)	2,89 (1,16)	2,66 (1,11)	3,07 (0,65)	2,53 (1,29)	2,64 (1,31)	2,23 (1,11)
Prob. d'attention (CBCL) (n = 32)	22,09 (9,74)	18,73 (11,46)	19,90 (6,86)	17,80 (10,05)	21,91 (10,62)	18,36 (8,82)
TDAH (CBCL) (n = 32)	13,36 (6,53)	10,00 (6,59)	12,00 (4,64)	10,30 (6,77)	13,00 (7,24)	10,55 (6,09)

Note. MT = mémoire de travail.

Le cas échéant, les données transformées sont utilisées et les moyennes ajustées présentées.

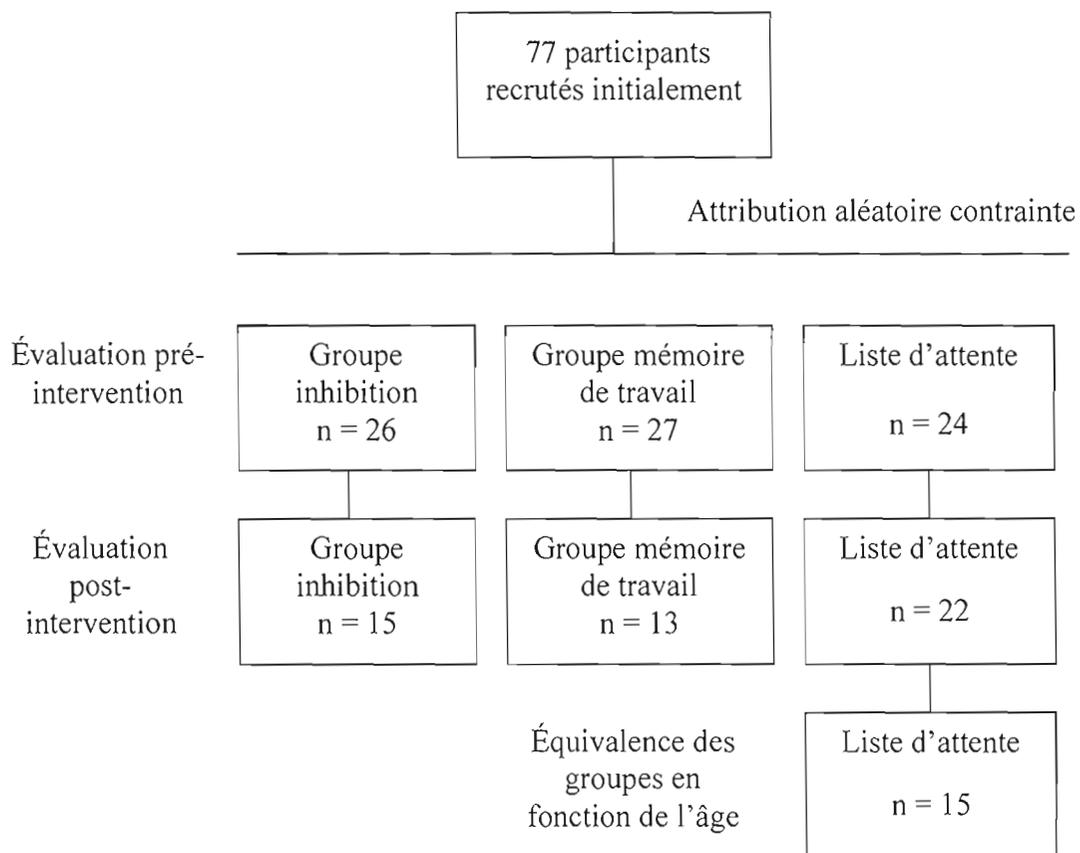


Figure 1. Résumé de la procédure expérimentale.

CHAPITRE IV

CONCLUSION GÉNÉRALE

Conclusion générale

Cette thèse de doctorat avait pour objectif d'évaluer l'efficacité de la remédiation cognitive comme stratégie d'intervention auprès d'enfants présentant des difficultés d'adaptation. En effet, bien que la remédiation cognitive soit utilisée auprès de diverses populations cliniques (traumatisés cranio-cérébral, victimes d'accident vasculo-cérébral, personnes âgées, schizophrènes) depuis plusieurs années, cette stratégie d'intervention demeure peu étudiée auprès d'une population d'enfants présentant des difficultés d'adaptation. Les études de remédiation cognitive menées jusqu'à ce jour auprès d'enfants ont surtout été effectuées auprès de ceux présentant un trouble déficitaire de l'attention/hyperactivité (TDAH). Bien que les résultats de ces études s'avèrent prometteurs, peu d'études s'intéressent à l'apport d'entraînements cognitifs spécifiques sur une fonction cognitive déficitaire et à la généralisation de tels entraînements sur des fonctions cognitives secondaires. De plus, les résultats de ces études demeurent quelque peu mitigés quant à la généralisation des acquis au plan cognitif sur l'autorégulation des comportements.

La première étude proposait donc d'évaluer l'effet de programmes de remédiation cognitive visant le développement des habiletés d'inhibition ou des habiletés de mémoire de travail auprès d'enfants présentant un trouble oppositionnel avec provocation (TOP), sur le fonctionnement cognitif et, de façon secondaire sur l'autorégulation du comportement. À ce jour, aucune étude n'a évalué l'impact de la remédiation cognitive auprès de cette population et la présence de déficits cognitifs chez les jeunes présentant un TOP (Baving, Laucht, & Schmidt, 2000; Baving, Rellum, Laucht, & Schmidt, 2006; Moffitt, 1993; Morgan & Lilienfeld, 2000; Oosterland, Logan, & Sergeant, 1998; Sergeant, Geurts, & Oosterland, 2002) justifie l'utilisation de cette intervention auprès de cette population. Tel que mentionné, l'article 1 s'intéresse de façon plus spécifique, aux fins de la publication, à l'impact du programme de remédiation cognitive visant le développement de la mémoire de travail, sur les fonctions cognitives et l'autorégulation du comportement. Un

complément à cet article fait état des détails relatifs au troisième groupe inclus dans le devis expérimental, celui ayant bénéficié du programme inhibition.

Par ailleurs, à notre connaissance, aucune étude n'a comparé l'efficacité d'un programme de remédiation cognitive axé sur l'inhibition (déficit cognitif primaire selon le modèle de Barkley) à un second programme de remédiation cognitive axé sur la mémoire de travail (déficit cognitif secondaire selon le modèle de Barkley) auprès de jeunes présentant un TDAH. Ainsi, la seconde étude, menée de façon simultanée, avait pour objectif premier d'évaluer l'impact direct de deux programmes de remédiation cognitive axés spécifiquement sur des fonctions cognitives déficitaires dans le TDAH (inhibition et mémoire de travail) sur les fonctions entraînées. Compte tenu des relations qu'entretiennent les fonctions cognitives dans le modèle du TDAH (Barkley, 1997), l'étude avait également pour objectif d'évaluer l'impact des programmes sur des fonctions cognitives secondaires (attention, inhibition, résolution de problèmes et mémoire de travail). Un dernier objectif consistait à vérifier si les deux programmes de remédiation cognitive proposés permettaient de diminuer les comportements perturbateurs associés au TDAH (inattention et hyperactivité-impulsivité). Afin de vérifier ces objectifs et ce, pour les deux études, le rendement d'enfants recevant l'un ou l'autre des programmes de remédiation cognitive et le rendement d'enfants d'un groupe en liste d'attente sont comparés. Les participants du groupe en liste d'attente ne reçoivent aucune intervention spécifique.

Les résultats de la première étude, menée auprès de jeunes présentant un TOP, sont intéressants d'un point de vue clinique, puisqu'ils tendent à correspondre, de façon générale, aux résultats relevés dans les écrits scientifiques à la suite d'un entraînement de la mémoire de travail (Klingberg, Forssberg, & Westerberg, 2002; Klingberg et al., 2005). En effet, les résultats de cette première étude ont permis de mettre en évidence une amélioration significative du rendement des jeunes ayant reçu le programme de remédiation cognitive, comparativement au groupe de comparaison, à des tâches visant les fonctions cognitives d'inhibition et de résolution de problèmes.

Ces résultats correspondent plus spécifiquement aux résultats de Klingberg et al. (2005) montrant que l'entraînement des capacités de mémoire de travail de jeunes avec un TDAH permet non seulement d'améliorer la mémoire de travail, mais également des fonctions exécutives secondaires (inhibition et résolution de problèmes), qui ne sont pas directement ciblées lors de l'intervention. Ces résultats s'expliquent principalement par le fait que la mémoire de travail non-verbale, plus spécifiquement ciblée par le programme d'intervention, partage des réseaux neuronaux avec les capacités d'inhibition (Adleman, Menon, & Blasey, 2002; Klingberg et al., 2002; McNab et al., 2008) ainsi qu'avec les capacités de résolution de problèmes (Gray, Chabris, & Braver, 2003). En revanche, contrairement à ce qui était à priori attendu, aucune amélioration directe des capacités de mémoire de travail n'a été observée à la suite de l'intervention de remédiation cognitive, ce qui limite quelque peu la portée des résultats. À cet effet, soulignons que les mesures de mémoire de travail utilisées étaient des mesures informatisées, adaptées par notre laboratoire de recherche pour cette étude. Ainsi, la première tâche utilisée, une tâche d'empan visuel, s'inspirant des tâches d'empan visuo-spatial traditionnelles (blocs de Corsi) où l'on demande à l'enfant de mémoriser les blocs qui lui sont pointés par un examinateur, était possiblement trop aisée pour cette cohorte d'enfants. En effet, on note à l'évaluation pré-intervention d'excellents résultats chez la grande majorité des enfants, ce qui indique un effet plafond de la tâche et laisse, par conséquent, peu de place à une amélioration post-intervention. De plus, bien qu'on reconnaisse la présence de déficits associés à la mémoire de travail chez les individus présentant des troubles du comportement, particulièrement des comportements agressifs (Giancola et al., 1998), il est possible que ces déficits soient moins importants que ceux observés dans le cas du TDAH par exemple. Ce faisant, bien que certains auteurs (Klingberg et al., 2002; Olesen, Westerberg, & Klingberg, 2004) soulignent que la présence de déficits ne soit pas nécessaire pour observer des améliorations à la suite d'un entraînement cognitif, il est possible que l'amélioration d'une fonction non atteinte demeure plus limitée. Par ailleurs, la seconde tâche mesurant la mémoire de travail

utilisée, une tâche de « n-back », était très difficilement comprise et réussie par les enfants, ce qui constitue ici un effet plancher de la tâche et permet encore difficilement d'objectiver une amélioration quelconque de la performance. De surcroît, il est possible de questionner le fait que les améliorations notées sur le plan de l'inhibition se reflètent principalement à deux des trois tâches utilisées pour mesurer cette fonction (erreurs de commission au CPT-II et à la tâche du d2, en comparaison aux résultats obtenus à la tâche d'interférence couleur-mot). À cet effet, bien que l'ensemble de ces tâches mesurent la fonction d'inhibition, elles visent des composantes différentes, soit la capacité d'inhibition motrice versus la capacité d'inhibition d'une réponse automatique (Barkley, 2006). Les améliorations notées touchent donc plus spécifiquement les capacités d'inhibition d'une réponse motrice. De même, l'amélioration des capacités de raisonnement se manifeste plus spécifiquement sur une des deux tâches utilisées pour mesurer cette fonction. Contrairement à Klingberg et al. (2002, 2005), les résultats n'indiquent aucune amélioration à une tâche de raisonnement impliquant de compléter des matrices (Matrices de Raven, 1956, 1960). À cet effet, il importe de préciser que la tâche ici utilisée était différente (K-Bit; Kaufman & Kaufman, 1990), en ce sens qu'un plus grand nombre d'éléments constituant cette tâche sont simples et utilisent des stimuli plus concrets, ce qui permettrait donc de mesurer avec moins de sensibilité un changement sur le plan du raisonnement complexe. Ainsi, malgré la cohérence avec les écrits scientifiques et l'intérêt pour les améliorations observées sur le plan cognitif, les résultats démontrent que le programme d'intervention n'a pas eu d'impact net sur l'ensemble du fonctionnement cognitif, tel qu'évalué par les mesures sélectionnées. Il faut donc demeurer prudent dans l'interprétation de la généralisation des acquis observés sur le plan cognitif à la suite de l'intervention.

Par ailleurs, les résultats de la première étude, toujours à l'instar des résultats obtenus par Klingberg et al. (2005), mettent également en évidence une amélioration de l'autorégulation des comportements (comportements de bris de règles, d'inattention et d'hyperactivité-impulsivité). Considérant une association entre la

présence de déficits cognitifs et la présence de difficultés sur le plan de l'autorégulation du comportement, l'amélioration des fonctions cognitives déficitaires pourrait donc permettre, en partie du moins, d'améliorer l'autorégulation du comportement. Les mêmes améliorations sur le plan comportemental ne sont toutefois pas rapportées par les parents. Cette différence entre les observations des enseignants et des parents demeure à préciser. Tout de même, il est important de noter que peu de parents ont complété les questionnaires à la suite de l'intervention, ce qui limite la portée de ces résultats négatifs. De plus, il importe de souligner que des corrélations relativement restreintes sont souvent relevées entre les observations des parents et celles des enseignants quant aux comportements problématiques des enfants, particulièrement en ce qui concerne les comportements d'inattention et d'hyperactivité-impulsivité (Swanson et al., 2001), ce qui peut également contribuer à la différence observée. Par contre, une fois de plus, il est important de demeurer prudent quant à l'interprétation de la portée de ces résultats.

Enfin, que l'effet de l'entraînement de la mémoire de travail soit directement responsable des améliorations observées dans ce groupe nécessite toutefois qu'on puisse exclure un simple effet de type placebo auprès de cette population ayant un TOP, que n'importe quel traitement pourrait produire. À cet effet, bien que ce point n'ait pas fait l'objet de la publication, il importe de rappeler qu'un troisième groupe était également inclus dans le devis de cette étude. Ce groupe recevait également un programme de remédiation cognitive, celui visant spécifiquement la fonction cognitive d'inhibition. Les résultats n'indiquent, pour ce groupe, aucune amélioration, tant sur les mesures cognitives que sur les mesures comportementales, après l'intervention. Ainsi, bien qu'aucun groupe placebo proprement dit n'ait été inclus dans l'étude, ces résultats tendent à indiquer, pour la majorité des effets observés, que le fait de recevoir une intervention de remédiation cognitive en soi n'est pas suffisant pour observer la présence d'effets positifs de l'intervention. En effet, le programme de remédiation cognitive doit cibler des processus cognitifs précis et le niveau de

difficulté doit être augmenté à mesure que le programme progresse pour favoriser le développement de la fonction cognitive.

De plus, à l'image des résultats obtenus par Thorell, Lindqvist, Bergman, Bohlin et Klingberg (2008), les résultats obtenus ici amènent à questionner le fait que certaines fonctions cognitives seraient peut-être plus faciles à entraîner que d'autres. Ici, les auteurs ont soumis un premier groupe d'enfants d'âge préscolaire à un programme d'entraînement de la mémoire de travail et un second groupe, à un programme visant le développement des habiletés d'inhibition (séance de 15 minutes, chaque jour de fréquentation scolaire, pendant 5 semaines). Ils ont comparé le rendement de ces enfants sur des tâches distantes de celles utilisées pour l'entraînement cognitif au rendement d'enfants d'un groupe de comparaison *actif* et d'un groupe de comparaison *passif*. Les enfants du groupe de comparaison actif participaient aux séances d'entraînement cognitif, mais se prêtaient à des jeux informatisés commerciaux, plutôt qu'à un programme spécifique. Les enfants du groupe de comparaison passif ne recevaient quant à eux aucune intervention. Aucune différence n'a été observée entre le groupe de comparaison actif et le groupe de comparaison passif. Les deux groupes ont donc été regroupés aux fins d'analyses à l'intérieur d'un seul groupe contrôle. Les résultats montrent, pour les enfants ayant reçu le programme mémoire de travail seulement, une amélioration significative du rendement aux tâches ayant fait l'objet de l'entraînement ainsi qu'à des tâches secondaires de mémoire de travail (verbale et non-verbale) et d'attention, comparativement au groupe contrôle. Les participants ayant reçu le programme d'inhibition améliorent également leur rendement aux tâches ayant fait l'objet de l'entraînement, mais aucune amélioration secondaire n'est notée. Ainsi, bien que les auteurs n'éliminent pas l'hypothèse que le programme inhibition dans sa forme actuelle puisse être peu efficace, ils avancent tout de même l'idée, pour expliquer leurs résultats, que les bases neuropsychologiques de la mémoire de travail et de l'inhibition soient, en partie du moins, différentes.

En somme, les résultats de la première étude de cette thèse sont quand même prometteurs et appuient l'idée qu'une intervention de remédiation cognitive puisse être bénéfique pour des enfants présentant des problèmes de comportement. Il demeure toutefois nécessaire de poursuivre les recherches afin de mieux documenter les effets de la remédiation cognitive, de même que les conditions permettant à ce type d'intervention d'atteindre un niveau d'efficacité optimal.

Par ailleurs, les résultats de la seconde étude ne permettent pas de mettre en évidence, chez des enfants présentant un TDAH, une amélioration claire du fonctionnement cognitif et des capacités d'autorégulation du comportement à la suite d'un programme de remédiation cognitive visant les capacités de mémoire de travail ou d'inhibition. Contrairement, à la première étude, seule une amélioration des capacités de mémoire de travail visuo-spatiale directement entraînées est observée pour les enfants ayant bénéficié du programme mémoire de travail. Ces résultats pourraient s'expliquer, en partie du moins, par le fait que, bien que cette différence ne soit pas statistiquement significative, les enfants présentant un TDAH et participant à la seconde étude présentaient des performances plus faibles à la tâche mesurant les capacités de mémoire de travail visuo-spatiale, pouvant indiquer que la stimulation est plus bénéfique lorsque la fonction sollicitée est déficitaire. Cette amélioration tendrait également à se répercuter sur le plan de l'inattention, qui pour certains auteurs constitue une manifestation comportementale de limites sur le plan de la mémoire de travail (Martinussen, Hayden, Hogg-Johnson, & Tannock, 2005). Cette amélioration comportementale est toutefois rapportée uniquement par les parents et à une seule des mesures utilisées. Ainsi, tel que discuté dans le second article, ces résultats, indiquant un impact positif limité de l'intervention, s'arriment peu avec les résultats précédemment relevés dans les écrits scientifiques. Une hypothèse principale est donc avancée pour expliquer ces résultats, soit l'intensité insuffisante de l'intervention.

En effet, des recommandations cliniques quant à l'utilisation de programmes de remédiation cognitive indiquent qu'il est nécessaire que l'intervention soit *intense* (Cicerone et al., 2000; 2005; Sohlberg & Mateer, 2001), c'est-à-dire que les exercices soient suffisamment répétés pour favoriser le développement d'automatismes. Les résultats de Jaeggi, Buschkuhl, Jonides et Perrig (2008) vont également en ce sens, précisant que plus les exercices sont répétés, plus l'amélioration des performances est grande. Comparativement aux différents programmes d'intervention relevés dans les écrits scientifiques et à l'étude 1, nous faisons l'hypothèse que l'intensité de l'intervention ait ici été trop faible. En effet, bien que le nombre d'items et le nombre de minutes d'entraînement effectués ne diffèrent pas de façon significative entre les deux études pour les deux groupes ayant reçu une intervention, une différence statistiquement significative est observée entre les deux études en ce qui concerne la durée ayant été nécessaire pour faire les séances et ce, tant pour le groupe inhibition que pour le groupe mémoire de travail. Ces données qui demeurent descriptives tendent tout de même à préciser que pour que l'intervention soit intense, il importe de répéter suffisamment les exercices, mais ce à l'intérieur d'une période qui doit demeurer circonscrite afin de favoriser le développement d'automatismes. Les données descriptives relatives à l'intensité de l'entraînement sont présentées au Tableau 1.

Insérer Tableau 1

Cette divergence quant à l'intensité de l'intervention entre les deux études relève ici principalement du fait que, pour la seconde étude, les interventions se tenaient directement dans le milieu de vie de l'enfant (à l'école ou à la maison) et étaient supervisées par des intervenants du milieu (parents ou intervenants scolaires). En revanche, dans la première étude, une partie des séances d'entraînement était dirigée par des assistants de recherche engagés pour le projet, ce qui semble avoir

permis d'assurer un suivi plus serré de la continuité de l'intervention. En effet, malgré l'ensemble des précautions prises (formation des intervenants, suivi à distance de la progression de chaque enfant à l'aide des fichiers informatiques fournis par le programme, suivis téléphoniques, etc.), il a été très difficile de faire en sorte que les participants respectent l'horaire d'entraînement recommandé (c.-à-d. 25 minutes, 3 fois par semaine, pendant 12 semaines) et ce, pour diverses raisons (p. ex., congé scolaire, oubli de matériel, manque de temps, surcharge de devoirs, refus de la part de l'enfant, etc.). Ces résultats permettent donc de questionner la faisabilité de ce type d'intervention dans le milieu de vie de l'enfant, sans présence d'un professionnel. Bien qu'aucun seuil pour assurer qu'un entraînement cognitif soit optimal n'ait à ce jour été établi, ces résultats appuient également l'importance de la composante d'intensité dans l'efficacité de la remédiation cognitive. L'intensité de l'intervention comme facteur impliqué dans l'efficacité de la remédiation cognitive doit donc être mieux documentée et ce, à l'aide de manipulations expérimentales. Cette question relative à l'intensité de l'intervention se pose d'ailleurs toujours dans l'étude de l'efficacité de ce type d'intervention chez les traumatisés crânio-cérébral ou les victimes d'accident vasculo-cérébral et ce, malgré le fait que le sujet soit étudié depuis plusieurs décennies (Rohling, Faust, Beverly, & Demakis, 2009). Dans le même ordre d'idées, l'ajustement du niveau de difficulté en fonction de la performance de l'enfant est également identifié comme un élément important quant à l'efficacité de ce type d'intervention (Cicerone et al., 2000; Klingberg et al., 2002; 2005) et devrait faire l'objet d'un contrôle plus rigoureux lors d'études subséquentes. De même, toute modification des méthodes pour rendre l'activité plus ludique devrait être encouragée, comme tout autre moyen de maintenir élevée la motivation des participants.

Limites et perspectives de recherche

Différentes limites liées à la réalisation de ces deux études peuvent également être identifiées. Premièrement, comme pour plusieurs études dans le domaine, le

nombre de participants relativement restreint limite la portée des résultats. Malgré la présence de difficultés de recrutement évidentes dans le cas d'études avec des populations cliniques, il importe aussi de considérer cette limite lors d'études subséquentes. L'importante perte de participants dans les groupes ayant bénéficié d'une intervention constitue également une importante limite. Cette perte de participants est principalement liée à des aspects motivationnels; la faible motivation étant une importante caractéristique des enfants présentant des problèmes de comportement (American Psychiatric Association, 2000) et des enfants présentant un TDAH (Sonuga-Barke, 2005). Les aspects motivationnels doivent donc être mieux pris en compte afin d'améliorer l'impact de l'intervention. De plus, malgré les efforts fournis ici, la question de la généralisation des acquis sur le fonctionnement au quotidien de l'enfant demeure. Afin de répondre encore mieux à cette question, l'utilisation de mesures d'observation directe du comportement et de mesures d'impact fonctionnel (p. ex., sur le rendement scolaire, sur les habiletés sociales, etc.) devraient être employées lors d'études subséquentes. En effet, les difficultés d'apprentissage étant souvent partie intégrante des difficultés d'adaptation présentées par les enfants ayant un TOP ou un TDAH, la seule amélioration du fonctionnement cognitif pourrait s'avérer utile pour favoriser la réussite scolaire, bien que cela reste à démontrer.

Enfin, les études pour lesquelles des résultats positifs ont été observés doivent être répliquées de façon indépendante pour réellement justifier l'utilisation de ce type d'intervention auprès d'enfants présentant des difficultés d'adaptation. En effet, la méthode d'entraînement de l'équipe de Klingberg est, à notre connaissance, la seule à avoir produit, lors d'une répllication, des résultats positifs publiés. Bien que prometteurs, ces résultats n'ont toutefois pas encore été complètement répliqués par des équipes indépendantes, ce qui laisse craindre que le succès de la méthode puisse dépendre de caractéristiques importantes, mais non documentées de son application. Ainsi, l'entreprise Cogmed, qui fait la mise en marché du logiciel de mémoire de travail utilisé par l'équipe de Klingberg en restreint l'usage à des professionnels ayant

reçu une formation donnée par elle, alors qu'aucune modalité spécifique d'application n'était décrite dans les publications scientifiques des études de son efficacité.

En conclusion, les résultats des études décrites dans les écrits scientifiques et de la première étude de cette thèse tendent à supporter l'idée que la remédiation cognitive constitue une stratégie d'intervention pouvant s'avérer efficace pour certains enfants présentant des difficultés d'adaptation. Toutefois, les *conditions* dans lesquelles l'intervention se tient doivent être favorables et il demeure nécessaire de bien documenter ces conditions à l'aide de devis expérimentaux. Ainsi, la vente libre de programmes informatisés ayant pour objectif l'entraînement cognitif n'est pas suffisante pour en justifier l'efficacité et l'utilisation universelle.

Tableau 1
Données descriptives relatives à l'entraînement (étude 1 et étude 2)

	Étude 1		Étude 2	
	Groupe inhibition <i>M (ÉT)</i>	MT <i>M (ÉT)</i>	Groupe inhibition <i>M (ÉT)</i>	Groupe MT <i>M (ÉT)</i>
Durée de l'intervention (en mois)	4,21 (0,58)	3,92 (0,49)	6,20 (1,27)	5,77 (1,24)
Nombre de séances	36,67 (8,20)	22,46 (3,02)	37,40 (5,07)	32,33 (4,03)
Temps d'entraînement (minutes)	504,16 (111,58)	573,24 (111,29)	521,39 (131,53)	713,26 (272, 28)
Nombre d'items effectués	2321,58 (1346,95)	1079,77 (191,92)	2082,33 (952,48)	1376,42 (386,57)

Note. MT = Mémoire de travail

RÉFÉRENCES

(Introduction générale et Conclusion générale)

RÉFÉRENCES

(Introduction générale et Conclusion générale)

- Adleman, N. E., Menon, V., Blasey, C. M., White, C. D., Warsofsky, I. S., Glover, G. H., et al. (2002). A developmental fMRI study of the Stroop Color-Word Task. *Neuroimage*, *16*, 61-65.
- American Psychiatric Association (2000). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders Revised (4^e éd. – TR)*. Washington, DC : Author.
- Barkley, R. A. (1997). Behavioral inhibition, sustained attention, and executive functions : Constructing a unifying theory of AD/HD. *Psychological Bulletin*, *121*, 65-94.
- Barkley, R. A. (2006). *Attention-Deficit Hyperactivity Disorder. A Handbook for diagnosis and treatment (3^e éd)*. New York : Guilford Press.
- Baving, L., Laucht, M., & Schmidt, H. M. (2000). Oppositional children differ from healthy children in frontal brain activation. *Journal of Abnormal Child Psychology*, *28*, 267-275.
- Baving, L., Rellum, T., Laucht, M., & Schmidt, M. H. (2006). Children with oppositional-defiant disorder display deviant attentional processing independent of ADHD symptoms. *Journal of Neural Transmission*, *113*, 685-693.
- Belleville, S. (2008). Cognitive training for persons with mild cognitive impairment. *International Psychogeriatric*, *20*(1), 57-66.
- Berlin, L., Bohlin, G., Nyberg, L., & Janols, L. O. (2004). « How well do measures of inhibition and other executive functions discriminate between children with ADHD and controls ? », *Child Neuropsychology*, *10*, 1-13.
- Cappa, S. F., Benke, T., Clarke, S., Rossi, B., Stemmer, B., & van Heugten, C. (2003). EFNS guidelines on cognitive rehabilitation. *European Journal of Neurology*, *10*, 11-23.
- Cappa, S. F., Benker, T., Clarke, S., Rossi, B., Stemmer, B., & van Heugten, C. (2005)

- EFNS guidelines on cognitive rehabilitation : Report of an EFNS taskforce. *European Journal of Neurology*, 12, 665-680.
- Caron, A. (2001). *Programme Attentix : Gérer, structurer et soutenir l'attention en classe*. Montréal : Chenelière Éducation.
- Caron, A. (2006). *Attentix à la maison : Aider son enfant à gérer son impulsivité et l'attention*. Montréal : Chenelière Éducation.
- Cicerone, K. D. (2002). Remediation of "working attention" in mild traumatic brain injury. *Brain Injury*, 16, 185-195.
- Cicerone, K. D., Dahlberg, C., Kalmar, K., Langenbahn, D. M., Malec, J. F., Bergwust, T. F., et al. (2000). Evidence-based cognitive rehabilitation : Recommendation for clinical practice. *Archives of Medical Rehabilitation*, 81, 1596-1615.
- Cicerone, K. D., Dahlberg, C., Malec, J., Langenbahn, D. M., Felicetti, T., Kneipp, S., et al. (2005). Evidence-based cognitive rehabilitation : Updated review of the literature from 1998 through 2002. *Archives of Medical Rehabilitation*, 81, 1596-1615.
- Chevalier, N. (2006). *Programme sensorimoteur d'entraînement de l'attention*. Québec : Réseau Psychotech.
- Engle, R. W., Kane, J. M., & Tuholski, S. W. (1999). Individual differences in working memory capacity and what they tell us about controlled attention, general fluid intelligence, and function of the prefrontal cortex. Dans A. Miyake & P. Shah (Éds), *Models of Working Memory* (pp. 102-134). New York : Cambridge University Press.
- Eriksen, B. A., & Eriksen, C. W. (1974). Effects of noise letters upon the identification of a target letter in a nonsearch task. *Perception and Psychophysics*, 16, 143-149
- Fiszdon, J. M., Bryson, G. J., Wexler, B. E., & Bell, M. D. (2004). Durability of

- cognitive remediation in schizophrenia : performance on two memory tasks at 6-month and 12-month follow-up. *Psychiatry Research*, 125, 1-7.
- Gagné, P.-P., & Longpré, L.-P. (2004). *Apprendre... avec Réfecto*. Montréal : Chenelière Éducation.
- Giancola, P. R., Mezzich, A. C., & Tarter, R. E. (1998). Executive cognitive functioning, temperament, and antisocial behavior in conduct-disordered adolescents females. *Journal of Abnormal Psychology*, 107, 629-641.
- Gordon, W. A. (1987). Methodological consideration in cognitive remediation. Dans M. J. Meier, A. L. Benton, L. & Diller (Éds.), *Neuropsychological Rehabilitation* (pp. 111-131). New York : Guilford Press.
- Gray, J. R., Chabris, C. F., & Braver, T. S. (2003), Neural mechanisms of general fluid intelligence. *Natural Neuroscience*, 6, 316-322.
- Guay, M.-C., Parent, V., & Lageix, P. (2009). *A computerized cognitive remediation program targeting response inhibition in attention-deficit/hyperactivity disorder. A proposition to increase response inhibition in ADHD children : 6 months maintenance in improvement with a computerized cognitive remediation program*. Manuscrit en révision pour publication.
- Jaeggi, S. M., Buschkuhl, M., Jonides, J., & Perrig, W. J. (2008). Improving fluid intelligence with training on working memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(19), 6829-6833.
- Kaufman, A. S., & Kaufman, N.L. (1990). *Kaufman Brief Intelligence Test manual*. Circle Pines, MN: American Guidance Service.
- Kerns, K. A., Eso, K., & Thomson, J. (1999). Investigation of a direct intervention for improving attention in young children with ADHD. *Developmental Neuropsychology*, 16(2), 273-295.
- Klingberg, T., Forssberg, H., & Westerberg, H. (2002). Training of working memory

- in children with ADHD. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 24, 781-791.
- Klingberg, T., Fernell, E., Olesen, P. J., Johnson, M., Gustafsson, P., Dahlström, K., et al. (2005). Computerized training of working memory in children with ADHD – A randomized, controlled trial. *Journal of American Academy Child and Adolescence Psychiatry*, 44, 177-186.
- Laporte, P., & Guay, M.-C. (2006). Programmes de remédiation cognitive pour le TDAH. Dans N. Chevalier, M.-C., Guay, A. Achim, P. Lageix, & H. Poissant (Éds.), *Trouble déficitaire de l'attention avec hyperactivité : Soigner, éduquer, surtout valoriser* (pp.189-205). Québec : Presses de l'Université du Québec.
- Lecardeur, L., Stip, E., Giguère, M., Blouin, G., Rodriguez, J. P., & Champagne-Lavau, M. (2009). Effects of cognitive remediation therapies on psychotic symptoms and cognitive complaints in patients with schizophrenia and related disorders : A randomized study. *Schizophrenia Research*, 111, 153-158.
- Lynam, D. R. (1998). Early identification of the fledgling psychopath : Locating the psychopathic child in the current nomenclature. *Journal of Abnormal Psychology*, 107, 566-575.
- Martinussen, R., Hayden, J., Hogg-Johnson, S., & Tannock, R. (2005) A meta-analysis of working memory impairments in children with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Journal of American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 44, 377-84.
- McNab, F., Leroux, G., Strand, F., Thorell, L., Bergman, S., & Klingberg, T. (2008). Common and unique components of inhibition and working memory: An fMRI, with-subjects investigation. *Neuropsychologia*, 46, 2668-2682.
- Medalia, A., & Lim, R. (2004). Treatment of Cognitive Dysfunction in Psychiatric Disorders. *Journal of Psychiatric Practice*, 10, 17-25.

- Medalia, A., & Revheim, N. (1999). Computer assisted learning in psychiatric rehabilitation. *Psychiatric Rehabilitation Skills*, 3, 77-98.
- Moffit, T. E. (1993). The neuropsychology of conduct disorder. *Developmental Psychopathology*, 5, 135-151.
- Morgan, A. B., & Lilienfeld, S. O. (2000). A meta-analytic review of the relation between antisocial behaviour and neuropsychological measures of executive function. *Clinical Psychology Review*, 20, 113-136.
- Navon, D. (1977). Forest before trees : The precedence of global features in visual perception. *Cognitive Psychology*, 9, 353-383.
- Olesen, P. J., Westerberg, H., & Klingberg, T. (2004). Increased prefrontal and parietal activity after training of working memory. *Nature Neuroscience*, 7, 75-79.
- Oosterland, J., Logan, G. D., & Sergeant, J. A. (1998). Response inhibition in AD/HD, CD, comorbid AD/HD + CD, anxious and normal children : A meta-analysis of studies with stop task. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 39, 411-426.
- Park, N. W., & Ingles, J. W. (2001). Effectiveness of attention rehabilitation after an acquired brain injury : A meta-analysis. *Neuropsychology*, 15, 199-210.
- Pennington, B. F., & Ozonoff, S. (1996). Executive functions and developmental psychopathology. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 37, 51-87.
- Posner, M. I., Snyder, C. R., & Davidson, B. J. (1980). Attention and the detection of signals. *Journal of Experimental Psychology : General*, 109, 160-174.
- Posner, M. I., & Petersen, S. E. (1990). The attention system of the human brain. *Annual Review of Neuroscience*, 13, 25-42.

- Rapport, L. J., Van Voorhis, A., Tzelepis, A., & Friedman, S. R. (2001). Executive functioning in adult attention-deficit hyperactivity disorder. *Clinical Neuropsychological, 15*, 479-491.
- Raven, J. C. (1956). *Guide to using the Coloured Progressive Matrices* (éd. rév.). London : H. K. Lewis.
- Raven, J. C. (1960). *Guide to using the Coloured Progressive Matrices*. London: H. K. Lewis.
- Rohling, M. L., Faust, M. E., Beverly, B., & Demakis, G. (2009). Effectiveness of cognitive rehabilitation following acquired brain injury : A meta-analytic re-examination of Cicerone et al.'s (2000, 2005) systematic reviews. *Neuropsychology, 23*(1), 20-39.
- Rosvold, H. E., Mirksy, A. F., Sarason, I., Bransome, E. D., & Beck, L. H. (1956). A continuous performance test of brain damage. *Journal of Consulting Psychology, 20*, 343-352.
- Schachar, R., Jadad, A. R., Gauld, M., Boyle, M., Booker, L., Snider, A., et al. (2002). Attention-deficit hyperactivity disorder : Critical appraisal of extended treatment studies. *Canadian Journal of Psychiatry, 47*, 337-348.
- Schachar, R., Mota, V. L., Logan, G. D., Tannock, R., & Klim, P. (2000). Confirmation of an inhibitory control deficit in attention-deficit/hyperactivity disorder. *Journal of Abnormal Child Psychology, 28*, 227-235.
- Séguin, J. R., Boulerice, B., Harden, P., Tremblay, R. E., & Pihl, R. O. (1999). Executive functions and physical aggression after controlling for attention deficit hyperactivity disorder, general memory, and IQ. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 40*, 1197-1208.
- Séguin, J. R., Nagin, D. S., Assaad, J. M., & Tremblay, R. E. (2004). Cognitive-neuropsychological function in chronic physical aggression and hyperactivity. *Journal of Abnormal Psychology, 113*, 603-613.

- Sergeant, J. A., Geurts, H., & Oosterlaan, J. (2002). How specific is a deficit of executive functioning for attention-deficit/hyperactivity disorder? *Behavioral Brain Research, 130*, 3-28.
- Shalev, L., Tsal, Y., & Mevorach, C. (2007). Computerized progressive attentional training (CPAT) program : Effective direct intervention for children with ADHD. *Child Neuropsychology, 13*, 382-388.
- Shallice, T., Marzocchi, G. M., Coser, S., Del Savio, M., Meuter, R. F., & Rumiat, R. (2002). Executive function profile of children with attention deficit hyperactivity disorder. *Developmental Neuropsychology, 21*, 43-71.
- Slate, S., Meyer, T. L., Burns, W. J., & Montgomery, D. D. (1998). Computerized cognitive training for severely emotionally disturbed children with ADHD. *Behavior Modification, 22*, 415-437.
- Sohlberg, M. M., & Mateer, C. A. (2001). Improving attention and managing attentional problems : Adapting rehabilitation techniques to adults with ADD. *Annals of the New York Academy of Sciences, 359-375*.
- Sonuga-Barke, E. S. J. (2005). Causal models of attention-deficit/hyperactivity Disorder : From common simple deficits to multiple developmental pathways. *Biological Psychiatry, 57*, 1231-1238.
- Swanson, J. M., Kraemer, H. C., Hinshaw, S. P., Arnold, L. E., Conners, C. K., Abikoff, H. B., et al. (2001). Clinical relevance of the primary findings of the MTA : success rates based on severity of ADHD and ODD symptoms at the end of the treatment. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry, 40*, 168-179.
- Thorell, L. B., Lindqvist, S., Bergman, S., Bohlin, G., & Klingberg, T. (2008). Training and transfer effects of executive functions in preschool children. *Developmental Science, 11*(6), 969-976.

- Toupin, J., Déry, M., Pauzé, R., Mercier, H., & Fortin, L. (2000). Cognitive and familial contributions to conduct disorder in children. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 41*, 333-344.
- Treisman, A. M., & Gelade, G. A. (1980). Feature-integration theory of attention. *Cognitive Psychology, 12*, 97-136.
- Valenzuela, M., & Sachdev, P. (2009) Can cognitive exercise prevent the onset of dementia ? Systematic review of randomized clinical trials with longitudinal follow-up. *American Journal of Geriatric Psychiatry, 17*(3), 179-187.
- Vance, D. E., Webb, N., M., Marceaux, J. C., Viamonte, S. M., Foote, A. W., & Ball, K. K. (2008). Mental stimulation, neural plasticity, and aging : Directions for nursing research and practice. *Journal of Neuroscience Nursing, 40*(4), 241-249.
- Voici, F. J. (2008). Cognitive remediation in the treatment of stimulant abuse disorder : A research agenda. *Experimental and Clinical Psychopharmacology, 16*(6), 484-497.
- Westerberg, H., Jacobaeus, H., Hirvikoski, T., Clevberger, P., Ostensson, M. L., Bartfai, A., et al. (2007). Computerized working memory training after stroke – A pilot study. *Brain Injury, 21*, 21-29.
- Will, B., Dalrymple-Alford, J., Wolff, M., & Cassel, J.C. (2008). The concept of brain plasticity - Paillard's systemic analysis and emphasis on structure and function (followed by the translation of a seminal paper by Paillard on plasticity). *Behavior Brain Research, 10*, 10-16.
- Willcutt, E. G., Pennington, B. F., Olson, R. K., Chhabildas, N., & Hulslander, J. (2005). Neuropsychological analyses of comorbidity between reading disability and attention deficit hyperactivity disorder : In search of the common deficit. *Developmental Neuropsychology, 27*, 35-78.
- Wykes, T., Reeder, C., Corner, J., Williams, C., & Everitt, B. (1999). The effects of

neurocognitive remediation on executive processing in patients with schizophrenia. *Schizophrenia Bulletin*, 25, 291-307.

Wykes, T., Reeder, C., Williams, C., Corner, J., Rice, C., & Everitt, B. (2003). Are the effects of cognitive remediation therapy (CRT) durable ? Results from an exploratory trial in schizophrenia. *Schizophrenia Research*, 61, 163-174.