

Université de Montréal

**Attention! Prêt? On s'enTraîne!**

Étude d'efficacité d'un programme d'entraînement intensif des processus attentionnels chez  
des jeunes ayant subi un traumatisme craniocérébral

par

Marilou Séguin

Département de psychologie

Faculté des arts et sciences

Mémoire présenté à la Faculté des études supérieures  
en vue de l'obtention du grade de maîtrise (M.Sc.)  
en psychologie  
option neuropsychologie fondamentale et appliquée

Janvier, 2014

© Marilou Séguin, 2014



## Résumé

Les dysfonctions attentionnelles suivant un traumatisme craniocérébral (TCC) compliquent souvent la reprise des activités de la vie quotidienne et influencent négativement le pronostic de réinsertion socio-académique et professionnelle. Or, les cliniciens de réadaptation disposent d'un nombre limité d'outils de remédiation cognitive dont l'efficacité est démontrée et qui sont adaptés à une population francophone. Cette étude vise à démontrer l'efficacité d'un protocole d'entraînement intensif des fonctions attentionnelles : « Attention! Prêt? On s'enTrainee! » (Séguin, Lahaie & Beauchamp, 2012), basé sur une adaptation française de l'« Attention Process Training-I » (APT-I; Sohlberg & Mateer, 1987). Dix-sept participants ayant subi un TCC et présentant des déficits attentionnels ont reçu 15 séances d'entraînement attentionnel avec le programme « Attention! Prêt? On s'enTrainee! » (n = 8) ou de l'aide aux devoirs (n = 9). Suite à l'intervention, les participants du groupe expérimental ont amélioré leur rendement dans plusieurs fonctions ciblées par l'intervention attentionnelle, notamment au niveau du balayage visuel, de l'attention sélective et de l'alternance attentionnelle. De plus, les gains se sont généralisés à des fonctions connexes, puisqu'une meilleure performance a été retrouvée dans des tâches de mémoire de travail, d'inhibition, de flexibilité cognitive et de planification visuoconstructive. La démonstration de l'effet positif d'un entraînement intensif sur le rendement attentionnel pourrait inciter les cliniciens et chercheurs à développer et à valider d'autres protocoles de remédiation cognitive francophones, pour les fonctions attentionnelles ou d'autres sphères de la cognition. Par le fait même, le pronostic fonctionnel de la clientèle pédiatrique en traumatologie en sera potentialisé.

**Mots-clés :** traumatisme craniocérébral, TCC, attention, mémoire, fonctions exécutives, remédiation, entraînement intensif, adolescents, enfants, APT.

## **Abstract**

Attention dysfunctions following traumatic brain injury (TBI) frequently complicate the return to activities of daily living and negatively influence professional and socioacademic reintegration. Yet, clinicians in rehabilitation settings have limited access to cognitive remediation protocols for which efficacy has been demonstrated and that are adapted to French populations. Thus, the aim of this study is to evaluate the effectiveness of the intensive attention process training program « Attention! Prêt? On s'enTrainee! » (Séguin, Lahaie & Beauchamp, 2012) based on a French adaptation of the « Attention Process Training-I » program (APT-I; Sohlberg & Mateer, 1987). Over five weeks, 17 participants who sustained TBI and demonstrated attention deficits received either the attention process training intervention (n = 8) or homework assistance (n = 9). Following the intervention, the experimental group improved on functions targeted by the « Attention! Prêt? On s'enTrainee! » program, specifically, visual scanning, visual selective attention and attentional shifting. They also showed significant transfer gains on related tasks including measures of working memory, inhibition, mental flexibility and visuoconstructive planning. The demonstration of a positive effect of an intensive attention training program on attentional performances after TBI is likely to support and reinforce the development and validation of French cognitive remediation protocols, ultimately leading to improvements in the prognosis for individuals with TBI.

**Keywords** : traumatic brain injury, TBI, attention, memory, executive functions, rehabilitation, intensive training, teenagers, children, APT.



# Table des matières

Résumé.....	i
Abstract.....	iii
Table des matières.....	v
Liste des tableaux.....	ix
Liste des sigles et abréviations.....	xi
Liste des annexes .....	xv
Remerciements.....	xxi
Introduction.....	1
Contexte théorique.....	5
I. Le traumatisme craniocérébral pédiatrique .....	5
II. L'attention .....	13
A. Les modèles théoriques de l'attention.....	13
i. Les modèles cognitifs de l'attention .....	13
ii. Les modèles neuropsychologiques de l'attention.....	16
B. Les facilitateurs exécutifs de l'attention.....	19
i. La mémoire de travail .....	19
ii. La flexibilité mentale.....	20
iii. Les mécanismes d'inhibition.....	21
C. Autres variables potentiellement reliées à l'efficacité attentionnelle.....	23
i. Le stress .....	23
ii. La métacognition .....	25
iii. L'effort et la motivation .....	26
D. Les facilitateurs attentionnels de l'apprentissage.....	27
E. Les aspects développementaux de l'attention .....	29
i. Le développement de l'attention soutenue .....	29
ii. Le développement de l'attention sélective .....	31
iii. Le développement de l'alternance attentionnelle .....	31
F. Les aspects neurobiologiques de l'attention.....	34
III. La remédiation attentionnelle .....	37

IV. La présente étude .....	47
A. « Attention! Prêt? on s'enTraine! » : Programme d'entraînement intensif des processus attentionnels .....	47
Objectif et hypothèses .....	51
Méthodologie .....	53
Analyses principales .....	86
I. Analyses des effets de la remédiation cognitive.....	86
A. Analyses du rendement attentionnel .....	86
i. Analyses des effets confondants sur le rendement attentionnel .....	89
B. Analyses du rendement mnésique et exécutif .....	91
i. Analyses des effets confondants sur le rendement mnésique et exécutif .....	92
C. Analyses de l'intensité et du nombre symptômes d'inattention et d'hyperactivité/impulsivité .....	94
i. Analyses des effets confondants sur l'intensité et du nombre symptômes d'inattention et d'hyperactivité/impulsivité .....	95
D. Analyses du rendement visuo-spatial.....	97
E. Analyses a posteriori du rendement attentionnel, mnésique et exécutif .....	98
i. Analyses a posteriori des effets confondants sur le rendement attentionnel, mnésique et exécutif.....	100
Discussion .....	102
I. Effets de l'entraînement cognitif sur le rendement attentionnel.....	103
A. Attention focalisée .....	103
B. Alternance attentionnelle.....	106
C. Attention sélective.....	108
D. Contrôle attentionnel.....	110
E. Attention soutenue.....	116
F. Attention divisée.....	117
II. Effets de l'entraînement cognitif sur le rendement exécutif .....	120
A. Inhibition .....	120
B. Flexibilité mentale.....	121
C. Mémoire de travail .....	123



D. Planification visuoconstructive .....	125
III. Effets de l'entraînement cognitif sur l'aspect comportemental/Vie quotidienne .....	127
IV. Effets de l'entraînement cognitif sur le rendement mnésique .....	128
V. Effets de l'entraînement cognitif sur le rendement visuo-spatial .....	130
VI. Recommandations en regard de la remédiation attentionnelle .....	132
Considérations méthodologiques générales .....	134
A. Forces méthodologiques du projet .....	134
B. Limites méthodologiques du projet.....	136
Pistes de recherches futures .....	142
Conclusion .....	144
Bibliographie.....	146
Annexes.....	170



## Liste des tableaux

Tableau 1. Médication des participants. ....	58
Tableau 2. Caractéristiques des participants. ....	83
Tableau 3. Caractéristiques du nombre de séances d'intervention. ....	84
Tableau 4. Intensité de l'entraînement attentionnel à l'aide du pourcentage du nombre de séances faites sur le nombre de séances totales par composante attentionnelle. ....	85
Tableau 5. Scores extrêmes. ....	194
Tableau 6. Tests-t unilatéraux pour échantillons appariés sur les taux d'erreurs et les temps de réponse des variables attentionnelles du groupe expérimental. ....	195
Tableau 7. Tests-t bilatéraux pour échantillons indépendants sur les taux d'erreurs et les temps de réponse des variables attentionnelles au T1. ....	197
Tableau 8. Tests-t unilatéraux à échantillons indépendants sur les taux d'erreurs et les temps de réponse des variables attentionnelles au T2. ....	199
Tableau 9. Tests-t unilatéraux à échantillons appariés sur les taux d'erreurs, les temps de réponse et les scores totaux des variables mnésiques et exécutives du groupe expérimental. ....	201
Tableau 10. Tests-t bilatéraux à échantillons indépendants sur les taux d'erreurs, les temps de réponse et les scores totaux des variables mnésiques et exécutives au T1. ....	203
Tableau 11. Tests-t unilatéraux à échantillons indépendants sur les taux d'erreurs, les temps de réponse et les scores totaux des variables mnésiques et exécutives au T2. ....	205

Tableau 12. Tests-t unilatéraux à échantillons appariés sur l'intensité et le nombre de symptômes d'inattention et d'hyperactivité/impulsivité perçus du groupe expérimental. ....	207
Tableau 13. Tests-t bilatéraux à échantillons indépendants sur le nombre et l'intensité des symptômes d'inattention et d'hyperactivité/impulsivité au T1. ....	209
Tableau 14. Tests-t unilatéraux à échantillons indépendants sur le nombre et l'intensité des symptômes d'inattention et d'hyperactivité/impulsivité au T2. ....	211
Tableau 15. Tests-t unilatéraux à échantillons appariés sur les taux d'erreurs, les temps de réponse et les scores totaux des variables secondaires attentionnelles, mnésiques et exécutives du groupe expérimental. ....	213
Tableau 16. Tests-t bilatéraux pour échantillons indépendants sur les taux d'erreurs, les temps de réponse et les scores totaux des variables secondaires attentionnelles, mnésiques et exécutives au T1. ....	215
Tableau 17. Tests-t unilatéraux à échantillons indépendants sur les taux d'erreurs, les temps de réponse et les scores totaux sur les variables secondaires attentionnelles, mnésiques et exécutives au T2. ....	217

## Liste des sigles et abréviations

AC : Administrateur Central

ADD : Aide aux devoirs

AE : Auto-évaluation

APT-I : Attention process training I

RAVLT : Test d'apprentissage auditivo-verbal de Rey-Taylor

AVQ : Activités de la vie quotidienne

CCA : Cortex cingulaire antérieur

BVMT-R : Brief Visual Memory Test - Revised

COF : Cortex orbitofrontal

CPFDL : Cortex préfrontal dorsolatéral

CRDP : Centre de Réadaptation en Déficience Physique

CRIR : Centre de Recherche Interdisciplinaire en Réadaptation

ddl : degré de liberté

D-KEFS : Delis-Kaplan Executive Function System

E : Enseignant

ET : Écart-Type

F : Femme

GCS : Échelle de coma de Glasgow

IN : Inattention

H : Homme

HI : Hyperactivité/Impulsivité

M : Moyenne

MCT : Mémoire à court-terme

MdeT : Mémoire de Travail

n : nombre

NEPSY-II : Bilan neuropsychologique de l'enfant - deuxième édition

$\eta^2$  : éta-carré

N1 : Niveau 1

N2 : Niveau 2

P : Parent

PPL : Période post-lésionnelle

PRN : Pro re nata; au besoin

QI : Quotient intellectuel

SAS : Système Attentionnel Superviseur

ST : Score total

TAP/TEA : Test of Attentional Performance/Tests d'Évaluation de l'Attention

TCC : Traumatisme craniocérébral

TCCNA : Traumatisme craniocérébral d'étiologie non-accidentelle

TDA/H : Trouble déficitaire de l'attention avec ou sans hyperactivité

TE : Taux d'erreurs

TEA : Test of Everyday Attention

TEA-ch : Test d'évaluation de l'attention chez l'enfant

TR : Temps de réponse

T1 : Temps 1

T2 : Temps 2

VOT : Test d'Organisation Visuelle de Hooper

WASI : Échelle d'intelligence abrégée de Wechsler

WAIS-III : Échelle d'intelligence pour adultes - troisième édition

WISC-IV : Échelle d'intelligence pour enfants de Wechsler - quatrième édition

WISC-IV-I : Wechsler intelligence scale for children - fourth edition - integrated

WMS-III : Échelle de mémoire clinique de Wechsler - troisième édition





## Liste des annexes

Annexe A Échelle de Glasgow .....	170
Annexe B Variables dépendantes et outils neuropsychologiques.....	172
Annexe C Protocole d'administration du programme d'entraînement intensif « Attention! Prêt? on s'enTrainel! » pour adolescents .....	176
Annexe D Verbatim d'une séance type .....	178
Annexe E Pictogramme de la stratégie attentionnelle « Détective Droite-Gauche » .....	184
Annexe F Fiche 1 – Reconnaître les processus attentionnels et appliquer les stratégies au quotidien .....	186
Annexe G Exemple d'exercice d'interférence visuelle .....	188
Annexe H Correcteur d'un exercice d'attention visuelle.....	190
Annexe I Correcteur d'un exercice d'attention soutenue auditive .....	192
Annexe J Tableau 5. Scores extrêmes.....	194
Annexe K Tableau 6. Tests-t unilatéraux à échantillons appariés sur les taux d'erreurs et les temps de réponse des variables attentionnelles du groupe expérimental.....	195
Annexe L Tableau 7. Tests-t bilatéraux à échantillons indépendants sur les taux d'erreurs et les temps de réponse des variables attentionnelles au T1 .....	197

Annexe M Tableau 8. Tests-t unilatéraux à échantillons indépendants sur les taux d’erreurs et les temps de réponse des variables attentionnelles au T2 .....	199
Annexe N Tableau 9. Tests-t unilatéraux à échantillons appariés sur les taux d’erreurs, les temps de réponse et les scores totaux des variables mnésiques et exécutives du groupe expérimental .....	201
Annexe O Tableau 10. Tests-t bilatéraux à échantillons indépendants sur les taux d’erreurs, les temps de réponse et les scores totaux des variables mnésiques et exécutives au T2.....	203
Annexe P Tableau 11. Tests-t unilatéraux à échantillons indépendants sur les taux d’erreurs, les temps de réponse et les scores totaux des variables mnésiques et exécutives au T2	205
Annexe Q Tableau 12. Tests-t unilatéraux à échantillons appariés sur l’intensité et le nombre de symptômes perçus d’inattention et d’hyperactivité/impulsivité du groupe expérimental .....	207
Annexe R Tableau 13. Tests-t bilatéraux à échantillons indépendants sur le nombre et l’intensité des symptômes d’inattention et d’hyperactivité/impulsivité au T1 .....	209
Annexe S Tableau 14. Tests-t unilatéraux à échantillons indépendants sur le nombre et l’intensité des symptômes d’inattention et d’hyperactivité/impulsivité au T2 .....	211
Annexe T Tableau 15. Tests-t unilatéraux à échantillons appariés sur les taux d’erreurs, les temps de réponse et les scores totaux des variables secondaires attentionnelles, mnésiques et exécutives du groupe expérimental .....	213
Annexe U Tableau 16. Tests-t bilatéraux pour échantillons indépendants sur les taux d’erreurs, les temps de réponse et les scores totaux des variables secondaires attentionnelles, mnésiques et exécutives au T1.....	215

Annexe V Tableau 17. Tests-t unilatéraux à échantillons indépendants sur les taux d'erreurs, les temps de réponse et les scores totaux sur les variables secondaires attentionnelles, mnésiques et exécutives au T2..... 217



*À ma famille qui n'a jamais cessé,  
pour un instant, de croire en moi.*



# Remerciements

Je tiens à remercier mes directrices, Dre Annie Lahaie et Dre Miriam Beauchamp de m'avoir offert la possibilité de travailler sur ce sujet et de m'avoir guidée et soutenue tout au long de cette étude.

Annie, je tiens à te remercier de tout cœur, pour tout! Je tiens à t'exprimer toute ma gratitude pour ton soutien, tes nombreux conseils et encouragements, ton dynamisme et ta grande expertise. Je tiens aussi à te remercier de m'avoir transmis ta passion de la profession, d'avoir développé mon sens critique et d'avoir entretenu ma santé mentale. Je tiens également à te remercier pour ta confiance et ton respect qui m'ont permis de grandir et de m'épanouir sur le plan professionnel et personnel, ce qui te confère une place importante dans ma vie. Annie, travailler sous ta tutelle a été un vrai bonheur et un réel honneur.

Miriam, je tiens à te remercier, d'avoir fait de mes premières années aux cycles supérieurs, une période riche en apprentissages. Je tiens aussi à te remercier de m'avoir incluse au sein de ton laboratoire avec ses nombreuses activités de recherche ainsi que ses membres exceptionnels.

Je tiens également à remercier les patients et leur famille qui ont généreusement accepté de donner de leur temps afin de contribuer à la réalisation de ce projet.

Je tiens aussi à souligner l'aide précieuse des membres du Centre de Réadaptation en Déficience Physique (CRDP) le Bouclier de St-Jérôme non seulement pour le recrutement des patients, mais aussi pour leurs nombreux encouragements.

De plus, je souhaite remercier Dre Célia Matte-Gagné, Ph.D., qui grâce à ses connaissances approfondies, a été un véritable guide à travers le labyrinthe des analyses statistiques. Je souhaite également remercier Anne-Marie Dansereau, ma grande amie, Tania Guilbault et Jessica Pugliese de m'avoir aidée lors des évaluations.

J'ai aussi eu le privilège d'avoir à mes côtés des amis plus qu'exceptionnels. Leur présence, leur soutien, leur dynamisme, leur intelligence, leurs connaissances et surtout leur humour m'ont accompagnée dans chaque étape menant à l'obtention de ma maîtrise.

Enfin, J'ai eu la chance de bénéficier du soutien inestimable des membres de ma famille, non seulement au plan moral, mais aussi financier et affectif. Je tiens à remercier plus particulièrement, mon père pour tout l'amour et le support que tu me donnes et ce, à chaque instant.



*« La connaissance la plus essentielle de toutes,  
je veux dire la connaissance du monde,  
ne s'acquiert jamais sans une grande attention ... »*

*(Loubens, 1866)*



# Introduction

Malgré de nombreuses campagnes de sensibilisation et l'amélioration des mesures de sécurité et de prévention, le traumatisme craniocérébral (TCC) demeure un problème majeur de santé publique, tant pour la population adulte que pédiatrique. Parmi les conséquences occasionnées par la survenue d'un TCC, l'altération des fonctions cognitives et intellectuelles représente l'un des enjeux les plus contraignants pour l'individu et son environnement.

Bien qu'elles puissent s'améliorer au cours du processus de récupération et parfois même s'amender complètement, il demeure fréquent que les difficultés perdurent et continuent d'interférer avec le fonctionnement quotidien des personnes ayant subi un TCC. Ces difficultés s'ajoutent par ailleurs parfois à des problématiques préexistantes, telles que des troubles neurologiques, des problèmes d'apprentissage, des troubles du comportement, des troubles déficitaires de l'attention/hyperactivité (TDA/H) et des conditions psychiatriques, ce qui assombrit d'autant plus le pronostic de récupération (Ponsford et al., 2001).

Alors que le TCC peut altérer à des degrés divers toutes les fonctions cognitives, l'atteinte d'une ou de plusieurs sous-composantes attentionnelles est présente dans la grande majorité des cas. Ceci a fait l'objet de nombreuses études auprès d'adultes ayant subi un TCC et en ce qui concerne la population pédiatrique, la littérature disponible pour cette tranche d'âge fait état de déficits quasi-systématiques à travers une variété de tâches attentionnelles (Anderson, 2012; Anderson et al., 1998; Catroppa et al., 2007; Fenwick & Anderson, 1999) et ce, à différentes étapes du développement de l'enfant.

Parmi les différentes avenues permettant de limiter les effets des dysfonctions attentionnelles consécutives à un TCC, l'approche par moyens compensatoires est largement répandue dans les pratiques de réadaptation (Cicerone, 2005). Elle vise principalement l'adaptation de l'environnement physique, la modification des exigences (académiques, familiales, etc.) et le développement de stratégies permettant de contourner les difficultés ou de minimiser les impacts des dysfonctions attentionnelles. Pour une portion de la clientèle, un traitement pharmacologique est également privilégié (Whyte, 1997). Plusieurs études ont en effet démontré l'efficacité des psychostimulants pour améliorer le rendement attentionnel des individus ayant subi un TCC (DeMarchi et al., 2005; Rees et al., 2007; Sidall, 2005; Talsky et al., 2010).

Dans les dernières décennies, des études ont également mis en évidence l'impact positif de la remédiation cognitive, c'est-à-dire des interventions favorisant un entraînement des processus cognitifs ayant été altérées suite à un TCC. Un grand nombre d'études ont porté sur l'entraînement des fonctions attentionnelles, en raison de la présence quasi-systématique de tels déficits à la suite d'un TCC. Cependant, bien que des données d'efficacité soient disponibles pour la population adulte ou vieillissante, rares sont celles qui portent sur un échantillon d'âge scolaire. Ceci s'ajoute à la contrainte que la majorité des outils d'évaluation neuropsychologique, et conséquemment des protocoles de remédiation cognitive, sont développés par des chercheurs et cliniciens non francophones. L'une des conséquences majeures est que dans bien des établissements francophones de réadaptation, les interventions de remédiation cognitive demeurent limitées par l'absence de données psychométriques et d'outils validés pour cette population. Compte tenu de la période critique du développement

cognitif de l'enfant, l'élaboration et la validation d'outils et de programmes de remédiation cognitive adaptés à l'âge et à la langue d'usage des jeunes québécois représente un défi de première importance sur le plan clinique. Chez l'enfant, l'atteinte d'un sous-système cognitif pendant le développement cérébral peut en effet limiter l'acquisition d'une nouvelle habilité cognitive (Anderson et al., 2001). Une intervention appropriée et ponctuelle lors du développement cognitif de l'enfant soutiendra l'établissement adéquat des fonctions cognitives préalables au développement des fonctions cognitives plus complexes.

La démonstration d'un effet positif et durable sur le rendement attentionnel d'un entraînement intensif et structuré pourrait faciliter le travail des cliniciens de réadaptation et améliorer significativement le pronostic fonctionnel de la clientèle pédiatrique en traumatologie. Le développement de protocoles destinés à la remédiation des difficultés cognitives subséquentes aux dysfonctions attentionnelles des jeunes ayant subi un TCC pourrait aussi en être favorisé et même élargi à la population adulte.



# Contexte théorique

## I. Le traumatisme craniocérébral pédiatrique

Le traumatisme craniocérébral (TCC) est généralement défini comme une atteinte cérébrale causée par une force physique extérieure et un transfert d'énergie vers la boîte crânienne et les structures cérébrales sous-jacentes. À l'échelle internationale, l'incidence du TCC est de 200 cas, à plus de 500 par 100 000 de population par année et elle varie en fonction de l'âge (Langlois et al., 2006). Au Québec, le nombre de personnes subissant un TCC est estimé à environ 13 000 par année (SAAQ, 1999), et de ce nombre, 4 000 seraient âgées de moins de 16 ans (Bourque, 1999). Parmi les causes les plus fréquentes de TCC dans la population pédiatrique, on retrouve les chutes (35%), les sports et loisirs (29%), ainsi que les accidents de la route (24%) (Andrews et al., 1998; CIHI, 2004).

Selon les signes probants répertoriés suite à l'accident, on classifie généralement la sévérité du TCC en trois catégories, soit léger, modéré ou grave. Cette classification est faite à partir de plusieurs critères, dont les principaux sont la durée de l'altération ou de la perte de conscience, le score à l'échelle de coma de Glasgow (Teasdale & Jennett, 1974; Annexe A) et la présence d'une lésion identifiable aux examens radiologiques. Au chapitre des lésions primaires, inhérentes au traumatisme et au mécanisme de « coup contre-coup », des dommages localisés peuvent survenir au niveau cortical et sur le plan des structures sous-corticales (Barkhoudarian et al., 2011). En ce qui a trait aux lésions secondaires, elles proviennent, par exemple de l'œdème cérébral, de l'ischémie et des complications vasculaires pouvant survenir suite au traumatisme initial (Oddo & Gasche, 2009). Des atteintes axonales

diffuses sont également fréquentes, occasionnées par un phénomène de cisaillement dû aux torsions. De plus, les dommages axonaux diffus sont susceptibles d'occasionner un syndrome de déconnexion entre les afférents frontaux et les efférents sous-corticaux pré et rétro-rolandiques (Bourque, 1999; Gadoury, 1999). La présence de dysfonctions frontales pourrait, quant à elle, entraîner une perturbation de la neurotransmission dopaminergique, retrouvée également chez les enfants victimes d'un trouble déficitaire de l'attention avec hyperactivité (TDAH) (Biederman & Faraone, 2005). Ces perturbations neurochimiques sont parfois accompagnées de changements structuraux mis en évidence par les examens en neuroimagerie incluant, par exemple une dilatation des ventricules causée par la perte de tissus cérébraux, une diminution du volume du corps calleux, une atrophie cérébrale globale présente dans la phase chronique ainsi qu'une atrophie des lobes frontaux et temporaux (Kraus et al., 2007). Ainsi, malgré des phénomènes neuronaux tels que la récupération spontanée et la plasticité cérébrale, une lésion cérébrale est susceptible d'altérer de façon non-systématique la structure et l'organisation fonctionnelle du cerveau et d'en compromettre l'activité neuronale. En conséquence, il n'est pas rare d'observer des déficits résiduels qui influencent le fonctionnement global de l'enfant. À titre d'exemple, il a été démontré qu'à la suite d'un TCC chez l'enfant, les difficultés cognitives observées sur le plan de l'attention, des fonctions exécutives et de la mémoire corrélaient avec la présence de changements structuraux au cerveau (Barkley et al., 2006). En effet, chez les individus ayant subi un TCC léger ou modéré, l'atteinte touche majoritairement les lobes frontaux et temporaux incluant l'amygdale et l'hippocampe antérieure. Ces régions sont interconnectées via l'*uncinate fasciculus*, une voie bilatérale impliquée dans le traitement inhibitif, mnésique et émotionnel. Les manifestations cliniques associées à une atteinte des connections fronto-temporales sont majoritairement des



symptômes comportementaux, cognitifs et affectifs. Sur le plan comportemental et affectif, une désintégration de la personnalité, des problèmes d'adaptation et un contrôle impulsif du comportement sont observés. Au niveau cognitif, des déficits attentionnels et exécutifs sont également fréquemment relevés. Quant aux individus ayant subi un TCC sévère, les lésions cérébrales peuvent entraîner des lésions dans toutes les régions du cerveau. Lorsque les lésions sont situées dans certaines zones telles que régions frontales médianes corticales ou sous-corticales (incluant les projections descendantes et ascendantes frontostriales et thalamofrontales, le noyau caudé, le putamen, le pallidum et leurs connections; Krause et al., 2012), les patients sont plus sujets à présenter un syndrome dysexécutif. En effet, lorsque ces derniers subissent des atteintes plus particulièrement au niveau des régions médianes et sous-corticales, ils montrent un désintérêt et un manque d'initiative ressemblant à un état amotivationnel ou dépressif. De même, lorsque les lésions cérébrales impliquent le cortex frontal dorsolatéral et des connections associatives et projectives, les patients démontrent des déficits significatifs au niveau des fonctions exécutives incluant des dysfonctions au niveau de la mémoire de travail, de la flexibilité mentale et du raisonnement. Ces patients présentent également un manque d'auto-perception, en plus d'habiletés langagières et visuospatiales déficitaires.

La nature des séquelles, comme l'intensité des symptômes post-TCC ainsi que leur persistance dans le temps, sont en grande partie tributaires de la gravité de la blessure cérébrale. Chez l'ensemble des patients, que ce soit chez l'adulte, l'adolescent ou l'enfant, on observe des changements à plusieurs niveaux, qui touchent à la fois la sphère physique, la dimension affective/socio-comportementale et la fonction cognitive. Sur le plan physique, les

atteintes les plus apparentes sont celles qui affectent la motricité et les fonctions sensorielles. On y retrouve les pertes d'équilibre, les mouvements involontaires et/ou les difficultés de coordination des membres, les troubles visuels, de l'ouïe, de l'odorat, du toucher, en plus des troubles d'élocution. Dans cette catégorie se retrouvent également des symptômes tels que la fatigabilité, les difficultés de sommeil, la sensibilité aux bruits et à la lumière, ainsi que les céphalées post-traumatiques (Ponsford, 2012). Dans la sphère affective/socio-comportementale, il est fréquent d'observer des changements dans l'autorégulation et le contrôle des émotions, incluant une labilité émotionnelle et parfois même des symptômes d'anxiété et de dépression (Bryant et al., 2010; Holsinger et al., 2002; Jorge et al., 2004). On rapporte également une plus grande irritabilité, voire même de l'agressivité (Tateno et al., 2003; Ylvisaker et al., 2007). Des modifications majeures de la personnalité peuvent également survenir dans les cas les plus sévères (Cohadon et al., 2002; Gélinas, 1998). Les relations interpersonnelles peuvent par ailleurs être affectées par la présence de désinhibition et de comportements inappropriés. Enfin, sur le plan cognitif, si le rendement intellectuel d'ensemble peut être abaissé de manière significative, plusieurs fonctions spécifiques sont susceptibles d'être affectées à divers degrés par la blessure cérébrale. Plus précisément, les incapacités peuvent toucher le rendement attentionnel, les fonctions mnésiques et les capacités d'apprentissage, les fonctions exécutives, les habiletés visuoperceptives/visuoconstructives ainsi que le langage et la communication (Anderson, 2012; Catroppa et al., 2007; Sullivan & Riccio, 2013).

Le stade développemental de l'enfant au moment de la blessure représente un facteur important en regard des conséquences cognitivo-comportementales et psychologiques d'un

TCC. Selon la théorie de la plasticité (Kennard, 1936; 1940), une blessure cérébrale chez l'enfant résulterait en un meilleur pronostic étant donné une plus grande malléabilité neuronale et une meilleure capacité de réorganisation cérébrale à la suite d'une blessure comparativement à une blessure similaire chez l'adulte. Cette théorie mettant au premier plan le potentiel de la plasticité cérébrale est toutefois remise en question par de récentes études appuyant plutôt un principe de vulnérabilité précoce (Anderson et al., 2005). Des données *in vitro* et des études animales montrent en effet une plus grande vulnérabilité des aires cérébrales immatures ou en cours de maturation à une atteinte cérébrale, comparativement aux aires déjà matures (Anderson et al., 2010; Taylor & Alden, 1997). Ce phénomène serait attribuable au fait que les fonctions cognitives sont fortement dépendantes de l'intégrité de certaines structures du cerveau à des stades développementaux clés (Anderson et al., 2005). Il a donc été avancé qu'une blessure survenant précocement dans le développement peut avoir des conséquences importantes pour le développement continu des structures et fonctions cérébrales de l'enfant, et ce encore davantage lorsque les lésions touchent plus particulièrement les aires préfrontales (Anderson et al., 2010; Spencer-Smith et al., 2011).

Parmi les dysfonctions cognitives qui résultent du TCC, la diminution de l'efficacité attentionnelle est l'un des symptômes les plus fréquemment rapportés par les patients (Anderson, 2012; Beers, 1992; Sohlberg & Mateer, 1987). Cette donnée est d'un intérêt particulier, car les fonctions attentionnelles sont souvent considérées comme un préalable au développement d'autres habiletés cognitives et comportementales telles que l'auto-régulation émotionnelle (Ben-Yishay, 1987). Selon le modèle de régulation émotionnelle de Gross & Thompson (2007), il existe cinq familles de processus de régulation émotionnelle : la sélection

et la modification de la situation, le déploiement attentionnel, le changement cognitif et la modulation de la réponse (Gross, 1998b). Selon ces auteurs, le déploiement attentionnel consiste en la façon dont un individu dirige son attention à l'intérieur d'une situation donnée dans le but d'influencer ses émotions. Le déploiement attentionnel est l'un des premiers processus de régulation à apparaître dans le développement (Rothbart et al., 1992) et semble être utilisé de l'enfance jusqu'à l'âge adulte, particulièrement lorsqu'il n'est pas possible de changer ou modifier la situation. Dans ce cas, la régulation émotionnelle implique généralement l'alternance attentionnelle soit le changement du focus attentionnel d'un aspect d'une situation donnée générant des émotions négatives à un autre engendrant des émotions positives. Les deux stratégies attentionnelles majeures sont la distraction et la concentration. La distraction permet de diriger le focus attentionnel vers un aspect différent de la situation. Cette stratégie peut aussi être impliquée lors d'un changement du focus attentionnel interne, par exemple, lorsqu'une personne invoque des pensées ou des souvenirs positifs lorsqu'une situation engendre un état émotionnel indésirable (Watts, 2007). La concentration, quant à elle, met l'emphase sur une ou un ensemble de caractéristiques de la situation qui sont généralement jugées plaisantes par l'individu. Selon Gross & Thompson (2007), le déploiement attentionnel peut avoir plusieurs formes telles que le retrait physique de l'attention (couvrir ses yeux ou ses oreilles) ou une redirection interne de l'attention (à l'aide de la distraction ou de la concentration). Quant aux processus de changement cognitif et de modulation de la réponse, ceux-ci impliquent une évaluation et une possible altération cognitive de l'expérience émotionnelle ainsi qu'une modulation de la réponse par des facteurs externes tels que l'exercice physique, la relaxation, l'usage de drogues, etc. Ainsi, la présence d'une dysfonction attentionnelle lors du développement des habiletés cognitives et

comportementales peut vraisemblablement engendrer d'importantes conséquences au niveau adaptatif, émotionnel et comportemental de l'enfant.

Les études rapportent des dysfonctionnements de l'attention soutenue, sélective, alternée et divisée, ainsi que des altérations de la mémoire à court terme/mémoire de travail (Allen et al., 2010; Ginstfeldt & Emanuelson, 2010). L'attention soutenue et l'attention divisée seraient les sphères les plus fréquemment touchées et celles qui persisteraient davantage dans le temps (Fenwick & Anderson, 1999; Ginstfeldt & Emanuelson, 2010).

Dans la population pédiatrique, alors que l'attention focalisée serait l'une des composantes attentionnelles les moins affectées (Anderson et al., 1998; Levin et al., 2007), plusieurs études indiquent que les processus d'attention soutenue, d'attention divisée et d'inhibition sont particulièrement vulnérables aux effets d'un TCC (Sinopoli et al., 2011; Anderson, 2012). Une atteinte des fonctions attentionnelles durant les périodes de l'enfance et de l'adolescence peut compromettre l'apprentissage de nouvelles connaissances et le développement de compétences socio-académiques, et affecter significativement le parcours scolaire ultérieur (Catroppa et al., 2007). Les problèmes d'attention, en interaction avec les autres dysfonctions cognitives consécutives au TCC, occasionnent effectivement des difficultés à intégrer et à mémoriser les enseignements scolaires, en plus d'affecter l'exécution des devoirs et travaux à la maison (Hawley, et al., 2004; Hotz et al., 2001; Middleton, 2001). Une grande proportion d'enfants vit, par le fait même, des échecs académiques pouvant parfois même mener à une reprise d'année durant le parcours scolaire post-TCC. Alors que certains parviennent à poursuivre leurs apprentissages dans une classe régulière, d'autres

doivent être intégrés à une classe d'enseignement spécialisé/personnalisé (Ewing-Cobbs, 2006). Plus tard, plusieurs adolescents ayant subi un TCC modéré ou grave rencontrent des obstacles lorsqu'ils font l'apprentissage de la conduite automobile (Cyr et al., 2009; Innes et al., 2007). Souvent, ils vivent également des échecs au moment de leur premier emploi et nécessitent un soutien professionnel spécialisé pour que les essais ultérieurs soient plus profitables (Bergland, 1996).

## **II. L'attention**

### **A. Les modèles théoriques de l'attention**

#### **i. Les modèles cognitifs de l'attention**

Plusieurs conceptualisations théoriques ont été élaborées afin de décrire et comprendre le fonctionnement et les mécanismes de l'attention. Certaines d'entre elles s'appuient sur le modèle du filtre attentionnel (Broadbent, 1958) qui décrit l'attention comme un phénomène de sélectivité où des stimuli cibles sont filtrés de manière prioritaire, face à des distracteurs. Cette conceptualisation réfère au traitement précoce de l'information selon lequel la sélection est faite au niveau perceptif, c'est-à-dire en fonction des caractéristiques physiques des stimuli. D'autres modèles de la sélectivité réfèrent plutôt à un traitement tardif de l'information où la sélection est basée sur l'analyse conceptuelle complète du stimulus (Deutsch & Deutsch, 1963; Mackay, 1973).

Une importante critique concernant les modèles de la sélectivité, qu'elle soit précoce ou tardive, est que cette conceptualisation théorique adresse surtout la composante de focalisation attentionnelle, alors que la composante d'intensité de l'attention, c'est-à-dire la quantité d'effort investi dans la sélectivité de l'attention, n'y est pas suffisamment représentée. Le premier modèle intégrant une telle composante d'intensité de l'attention est amené par Kahneman (1973). Selon ce modèle, l'attention représente un réservoir de capacités (ressources attentionnelles) lesquelles sont volontairement investies en diverses quantités dans les différents processus du traitement de l'information. La notion d'effort ou de contrôle

attentionnel, également comprise dans ce modèle, permet alors d'expliquer la sélection de stimuli pertinents, indépendamment de leur caractère saillant (Camus, 1998).

Plusieurs modèles de systèmes de contrôle de l'information ont par la suite été élaborés. Shiffrin et Schneider (1977) ont présenté un modèle de traitement de l'information incluant deux processus, l'un automatique, intervenant lors de l'exécution de tâches routinières innées ou sur-apprises et l'autre conscient, mis en œuvre lors de tâches nouvelles ou non familières (e.g. doubles tâches nécessitant un traitement séquentiel ou sériel de l'information). L'une des composantes de ce modèle prend la forme d'un module de contrôle qui permet de « diriger » les ressources attentionnelles vers le stimulus cible. Cette notion de directeur attentionnel est aussi reprise dans le Système Attentionnel Superviseur (SAS) du modèle de Norman et Shallice (1980) qui propose une modélisation plus précise du traitement de l'information, organisée en trois niveaux de contrôle attentionnel et comprenant un répertoire de schéma d'action, un système de résolution de conflits, ainsi qu'un Système Attentionnel Superviseur (SAS). Alors que le dysfonctionnement des deux premiers niveaux de contrôle affecterait l'aspect procédural de l'exécution de tâches familières ou bien intégrées, le dysfonctionnement du SAS se manifesterait plutôt lors d'activités complexes non-routinières qui nécessitent l'élaboration de stratégies et la planification d'actions.

Le concept de SAS serait aussi proche de la composante Administrateur Central (AC) incluse dans le modèle de la Mémoire de Travail (MdT) de Baddeley (2000). Dans cette conceptualisation théorique, la mémoire de travail et l'attention sont présentées comme deux fonctions étroitement liées (Baddeley, 1992; Baddeley, 2000). En effet, l'administrateur



central serait un système attentionnel de capacité limitée, qui sélectionnerait de façon stratégique les actions les plus efficaces, qui intégrerait les informations provenant d'autres sources et qui permettrait de contrôler la répartition des ressources attentionnelles entre les tâches. La mémoire de travail serait donc un processus de gestion temporaire des différentes représentations de l'information traitée. La nécessité de maintenir toujours disponibles les différentes représentations de l'information fait en sorte que les processus attentionnels et la Mémoire de travail sont indissociables : le maintien de l'attention permet un niveau élevé d'activation cognitive des représentations pertinentes à la tâche (Camus, 1996).

L'évolution théorique du concept de l'attention, d'un système unitaire vers un système multi-niveaux, s'est fait grâce au modèle intégratif de Van Zomeren et Brouwer (1994). Ces auteurs ont précisé l'implication des dimensions attentionnelles d'intensité et de sélectivité, ainsi que du SAS (Norman & Shallice, 1980) dans le fonctionnement de l'attention. Dans ce modèle, la notion d'intensité renvoie à l'état de vigilance, comprenant lui-même deux dimensions : une tonique et une phasique. La dimension tonique ou attention soutenue, correspond à des variations plus lentes et plus soutenues de la vigilance : c'est la capacité à maintenir volontairement son attention, de façon consciente et durable, dans l'attente d'un éventuel événement rare. La dimension phasique représente la mobilisation rapide des ressources attentionnelles par le changement soudain de la vigilance. La notion de sélectivité, quant à elle, correspond au nombre limité d'informations que le sujet peut traiter. On y distingue deux composantes attentionnelles : l'attention focalisée (sélective) et l'attention divisée. L'attention focalisée correspond à la capacité de concentrer son attention afin de sélectionner un stimulus pertinent prédéterminé (qui sera traité) parmi des distracteurs ou des

stimuli non pertinents (qui devront être ignorés). L'attention divisée (ou partagée) est définie comme la capacité à partager ses ressources attentionnelles entre plusieurs stimuli simultanés et pertinents. Enfin, le SAS décrit dans ce modèle demeurerait le mécanisme de contrôle qui pourrait influencer l'activité des différents types d'attention. Il permettrait, tel que décrit par Norman & Shallice (1980), la mise au point de stratégies pour les tâches non-routinières et une flexibilité dans la réalisation de la tâche quand le maximum des ressources attentionnelles est atteint.

## **ii. Les modèles neuropsychologiques de l'attention**

Les dimensions attentionnelles d'intensité et de sélectivité, ainsi que les différentes sous-composantes attentionnelles sont maintenant bien décrites dans la littérature et ont servi de base au développement de modèles neuropsychologiques et cliniques de l'attention (Park et al., 2009; van der Heijden & Bem, 1997). Le tout premier modèle de ce type est celui de Zubin (1975). En catégorisant les déficits attentionnels présentés par des personnes atteintes d'une schizophrénie, Zubin a défini l'attention comme un système multi-niveaux comprenant trois composantes (le focus, le maintien et l'alternance) impliquées dans la régulation du traitement de l'information. La composante de « maintien » représente la tenue du focus et de la vigilance sur une longue période de temps. Le focus, quant à lui, correspond à l'habileté de sélectionner des stimuli cibles, tout en ignorant les stimuli distracteurs. L'alternance représente la capacité à effectuer un changement de focus attentionnel d'un stimulus à l'autre de façon efficace et flexible. S'inspirant du modèle de Zubin, celui de Mirsky et al. (1991) et de Mirsky & Duncan (2001) a, quant à lui, été élaboré à partir d'une population adulte avec

troubles neuropsychiatriques. Selon ce modèle, l'attention est aussi définie comme un construit multi-niveaux qui comprend, tel que décrit par Zubin, les dimensions attentionnelles de focus, de maintien et d'alternance. Une fonction d'encodage y est toutefois ajoutée, laquelle permet le maintien temporaire de l'information, dans le but d'effectuer différentes opérations cognitives telles que le rappel et la manipulation mentale de données numériques. Les quatre composantes décrites dans le modèle de Mirksy et al. (1991) et de Mirsky & Duncan (2001) ont été validées dans la littérature scientifique, notamment dans le cadre d'études effectuées chez des enfants et adolescents ayant subi un TCC et présentant des dysfonctions attentionnelles consécutives (Park et al., 2009). Les résultats obtenus par Park et collaborateurs (2009) appuient l'utilisation d'un modèle multi-niveaux de l'attention pour une meilleure compréhension des déficits attentionnels résultant d'un TCC. Selon ces chercheurs, un modèle multi-niveaux de l'attention permet une évaluation efficace des composantes attentionnelles ainsi que l'élaboration de plans d'interventions plus adaptés aux déficits encourus.

En ce qui concerne le modèle attentionnel de Sohlberg et Mateer (1987), il a été développé à partir d'une population cérébrolésée et il inclut les sous-composantes de l'attention qui s'avèrent fréquemment touchées suite à un TCC. On y retrouve ainsi les processus d'attention focalisée, soutenue, sélective et divisée, en plus de l'alternance attentionnelle qui est dans ce modèle, étroitement liée à la capacité de flexibilité mentale. L'attention focalisée représente la capacité à répondre discrètement (i.e. de façon non perceptible) à des stimuli visuels, auditifs et tactiles spécifiques (e.g. la température et la douleur). L'attention soutenue est la capacité à maintenir une réponse comportementale

constante durant une activité continue ou répétitive. L'attention sélective représente l'habileté à maintenir une stratégie cognitive qui demande l'activation ou l'inhibition des réponses sur la base d'une discrimination de stimuli. Elle comprend la capacité à filtrer l'information visuelle ou auditive. L'alternance attentionnelle, telle que définie dans ce modèle, permet de déplacer efficacement et de façon répétitive le focus attentionnel entre des tâches présentant des exigences cognitives distinctes. Finalement, l'attention divisée représente la capacité à exécuter simultanément plusieurs tâches.

Ces derniers modèles, dont les bases théoriques demeurent celles des conceptualisations de la psychologie cognitive, ont l'avantage d'être plus près de la réalité clinique, parce que leurs composantes apparaissent plus écologiques et accessibles, tant au clinicien qu'au patient et à son entourage. D'ailleurs, le modèle neuropsychologique de l'attention de Sohlberg & Mateer (1987) est l'un des modèles les plus utilisés et recommandés lors de la remédiation attentionnelle de différents troubles neurologiques (Barker-Collo, 2009; Cicerone, 2011; Coelho, 2005; Paquette, 2009; Sinotte et al., 2007). De plus, ses composantes corrélaient fortement avec les difficultés de la vie quotidienne présentées par les patients ayant subi un TCC. En conséquence, elles permettent au clinicien d'élaborer des objectifs plus significatifs pour le client dans le cadre du plan d'intervention et des moyens permettant leur atteinte. Le modèle de Sohlberg & Mateer (1987) s'est avéré, par le fait même, spécialement utile dans le développement de programme de remédiation cognitive pour les patients ayant subi un TCC. En effet, il existe plusieurs outils ayant été structurés sur la base de ce modèle multi-niveau de l'attention (APT-I, 2001; APT-II, 2001; APT-III, 2011; Pay Attention!, 2005).

## **B. Les facilitateurs exécutifs de l'attention**

Les fonctions exécutives sont des processus de haut niveau opérant majoritairement dans des situations nouvelles, complexes ou conflictuelles et constituent de véritables fonctions régulatrices du comportement. Sur le plan théorique, le modèle de contrôle attentionnel de l'action développé par Norman et Shallice (1980) est à l'origine des propositions théoriques les plus pertinentes dans le domaine des fonctions exécutives. Ce modèle est basé sur l'idée que nous sommes capables de réaliser un grand nombre d'activités sans réellement y prêter attention et ce, de manière automatique. Toutefois, d'autres contextes, telles que les situations nouvelles impliquant une composante de planification, requièrent un contrôle attentionnel volontaire. Certaines fonctions exécutives telles que la mémoire de travail, la flexibilité cognitive et l'inhibition entrent en jeu lorsqu'une tâche requiert la mise en œuvre de processus contrôlés et interagissent avec l'efficacité attentionnelle. Leur intégrité est essentielle au traitement efficace de l'information.

### **i. La mémoire de travail**

Le modèle qui demeure actuellement le mieux adapté pour rendre compte de la rétention à court terme est celui de la mémoire de travail (MdeT) de Baddeley proposé en 1986. Selon ce modèle, la MdeT comprend un ensemble de processus qui permettent de maintenir active l'information nécessaire à l'exécution d'activités cognitives courantes. C'est notamment celle qui nous permet de retenir un certain nombre d'informations durant un temps suffisant pour en manipuler les données. Selon Baddeley, la MdeT est composée de trois

composantes distinctes. Le système phonologique représente une unité de stockage des sons et des mots et une boucle articulatoire à travers laquelle s'opère l'autorépétition ou la répétition subvocale. Le système visuo-spatial réfère à un code visuo-spatial comprenant deux composantes : une unité de stockage visuel des images et des événements iconiques et un mécanisme spatial permettant une programmation des mouvements oculaires ainsi que la réactivation par répétition du contenu de l'unité de stockage (Logie, 1995). L'administrateur central (AC) représente la composante de supervision des deux modules précédents. L'AC est responsable de l'initiation et du maintien des processus en cours dans un certain nombre d'activités cognitives contrôlées, tel le calcul mental. Cette composante fait partie du registre de la métacognition et des fonctions exécutives. Comme les systèmes précédents, l'AC serait aussi composé de deux unités distinctes, l'une de stockage et l'autre de traitement d'information. Toutes deux seraient interdépendantes, c'est-à-dire que l'activation de l'une viendrait diminuer l'efficacité de l'autre et ainsi de suite. Cette interdépendance serait influencée par la capacité attentionnelle. En effet, la MdeT est dépendante de la capacité attentionnelle évaluée à  $7 \pm 2$  items par Miller (1956). Les ressources attentionnelles disponibles, mais de volume limité, se distribueraient dans chaque activité mentale entre le stockage et le traitement. On peut ainsi comprendre que plus le traitement est automatisé, moins il nécessite de ressources attentionnelles et inversement.

## **ii. La flexibilité mentale**

La flexibilité correspond à la capacité d'alterner dynamiquement entre différentes tâches, opérations ou registres mentaux. La flexibilité permet au sujet de modifier le cours de

sa pensée ou encore de son comportement face à des changements environnementaux, dans un but d'adaptation. Elle requiert, selon Miyake et collaborateurs (2000), le déplacement du focus attentionnel d'une classe de stimuli à une autre, c'est-à-dire qu'elle permet un désengagement et une alternance entre différents registres mentaux. Il existerait trois sous-classes de flexibilité: la flexibilité des informations en mémoire de travail (interne), la flexibilité externe (pour des stimuli environnementaux) et la flexibilité de source, aussi appelée coordination interne-externe (Rochat & Van der Linden, 2012).

### **iii. Les mécanismes d'inhibition**

L'inhibition est la capacité d'empêcher l'apparition d'une réponse automatique ou d'une réponse en cours lorsqu'elle n'est plus pertinente par rapport au but. Elle permet, en outre, de ne pas focaliser son attention sur des distracteurs extérieurs non pertinents pour la tâche poursuivie. Bien que le processus de flexibilité mentale soit dépendant du processus d'inhibition, ces deux concepts sont en partie distincts. En effet, l'inhibition sous-entend un focus attentionnel fixé sur un type de stimuli et un système de contrôle qui prévient l'interférence suscitée par l'intrusion d'informations non pertinentes (Van der Linden & André, 2001). La flexibilité mentale engendre, quant à elle, un déplacement du focus attentionnel d'une classe de stimuli à une autre, c'est-à-dire qu'elle permet le désengagement d'un registre mental vers un autre.

Le construit théorique de Barkley (1997) est, quant à lui, centré sur la pauvreté de l'inhibition comportementale des enfants avec TDAH. Il englobe deux aspects de l'inhibition,

c'est-à-dire l'inhibition d'une réponse motrice et l'inhibition d'une réponse automatisée qui fait référence au contrôle de l'interférence. Dans le modèle de Barkley (1997), l'inhibition comportementale représente l'interaction de trois processus : l'inhibition de la réponse habituelle face à un événement, l'arrêt de la réponse en cours autorisant un délai de réflexion et le contrôle des interférences. Selon le modèle de Barkley, un déficit d'inhibition aurait des répercussions sur quatre fonctions exécutives : la mémoire de travail verbale et non verbale, l'autorégulation des motivations et de l'éveil, ainsi que la capacité à organiser des éléments. Un déficit de l'inhibition comportementale et des fonctions exécutives seraient alors associé à des comportements sans rapport avec la tâche en cours et à des actions stéréotypées ou incomplètes.

Plusieurs études ont mis en évidence un lien entre des performances plus faibles dans des tâches d'inhibition et un niveau plus élevé d'impulsivité telle qu'auto-évaluée par les participants (Enticott et al., 2006; Keilp, et al., 2005; Logan et al., 1997). De façon générale, l'impulsivité est définie comme une prédisposition aux actions rapides et non-planifiées envers les stimuli internes ou externes, sans égard aux conséquences de ces réactions par rapport à soi ou aux autres (Ayd, 1995; Moeller et al, 2001). Or, ce construit d'impulsivité est difficile à circonscrire et à opérationnaliser, principalement en raison de son aspect multifactoriel. La définition de Moeller et collaborateurs (2001) inclut plusieurs facteurs tels que l'aspect moteur (Reynolds et al., 2006), cognitif (Glicksohn et al., 2006) et affectif (Koenigsberg et al., 2001). Pour ce qui est de l'aspect moteur, l'impulsivité motrice se caractérise par la difficulté pour l'individu à empêcher le déclenchement des actions et des comportements (Reynolds et al, 2006). En regard de l'aspect cognitif, l'incapacité d'inhiber une réponse automatique serait



dépendante de deux facteurs : un manque de planification de la tâche et l'application inhérente de solutions inappropriées ou la distraction de la procédure de résolution de problèmes. Selon Owen, Downes et Sahakian (1990) les personnes atteintes de lésions cérébrales frontales présentent un déficit aux phases d'évaluation de problèmes et de planification d'une stratégie de résolution. Ces déficits peuvent correspondre à un problème d'impulsivité interagissant dans le déroulement adéquat des processus cognitifs. Enfin, en ce qui concerne l'aspect affectif, l'impulsivité affective pourrait se définir comme une instabilité globale des réponses affectives. Il est généralement admis que les réponses impulsives peuvent prendre la forme de réactions émotives intenses et une variété de comportements réalisés prématurément, parfois risqués ou inappropriés et pouvant entraîner des conséquences indésirables (Evenden, 1999). En particulier, les personnes hautement impulsives ont davantage de difficulté à réguler leurs émotions et à empêcher la survenue de pensées et de comportements non pertinents (Gomez & Van der Linden, 2009). Ainsi, un manque d'inhibition occasionnant de l'impulsivité, qu'elle soit comportementale, affective ou cognitive, peut avoir d'importantes répercussions sur le rendement attentionnel comme sur d'autres aspects du fonctionnement quotidien.

## **C. Autres variables potentiellement reliées à l'efficacité attentionnelle**

### **i. Le stress**

Le stress est reconnu pour diminuer le niveau d'énergie et affaiblir le système immunitaire (Seegerstrom & Miller, 2004). L'impact négatif du stress affecte aussi la disponibilité cognitive et peut potentiellement diminuer le rendement de l'individu dans

diverses activités quotidiennes. Arnsten (2009) indique que le stress opère selon une courbe en forme de cloche et qu'une quantité optimale de stress permet de maintenir un état d'alerte et une stimulation adéquate. Par contre, des doses insuffisantes de stress sous-stimulent et affectent les capacités cognitives préfrontales et des doses excessives s'avèrent préjudiciables aux performances cognitives. De façon générale, tous les agents stresseurs ou facteurs de stress, qu'ils soient psychologiques ou physiques, produisent des changements physiologiques similaires. En effet, le stress altère les fonctions cognitives supérieures du cortex préfrontal telles que la mémoire de travail et la régulation de l'attention (Buschman & Miller, 2007) ainsi que la flexibilité cognitive (Alexander et al., 2007). En contrepartie, le stress améliore le fonctionnement de la mémoire spatiale (Luethi et al., 2008). La régulation attentionnelle passe d'un contrôle descendant « top-down » du cortex préfrontal à un contrôle ascendant « bottom-up » par les cortex sensoriels, où la saillance du stimulus (e.g. couleur, bruit, etc.) est plus à même de capter l'attention. Ainsi, lors d'un épisode de stress, les patrons de réponses cognitives ou motrices passent du traitement lent et contrôlé du cortex préfrontal aux réponses émotionnelles et automatiques de l'amygdale et des structures sous-corticales reliées. Or, certaines données démontrent que l'ampleur du stress ne dépend non seulement de l'agent stresseur ou de l'individu, mais également des stratégies adoptées par l'individu qui fait face au stress (McEwen, 1999). Une personne qui reconnaît dans son quotidien les situations potentiellement génératrices de stress, qui connaît l'impact de ce dernier sur son rendement cognitif et qui est en mesure d'exercer un certain contrôle sur son niveau d'anxiété sera ainsi vraisemblablement susceptible d'en limiter les effets négatifs.

## **ii. La métacognition**

La métacognition est un ensemble de cognitions pouvant être exercées sur nos cognitions. Elle représente l'habileté à prendre conscience de sa démarche mentale, dans le but d'agir, de planifier, d'évaluer, d'ajuster ou de vérifier le processus cognitif en cours durant une tâche (Lafortune et al., 2000; Lafortune & Deaudelin, 2001). La différence entre la métacognition et la cognition est l'aspect conscient, ou contrôlé des processus. La métacognition a donc le potentiel de moduler les processus cognitifs et ainsi de favoriser l'efficacité cognitive de l'individu lors d'une situation donnée. Ce construit multidimensionnel comprend trois composantes : les connaissances, les expériences et les stratégies métacognitives (Berger & Büchel, 2012; Efklides, 2001, 2011; Keilp, et al., 2005). Les connaissances métacognitives représentent les connaissances qu'un individu possède au sujet des stratégies d'apprentissage, des caractéristiques des tâches, du fonctionnement de la cognition humaine ainsi que de ses propres processus cognitifs. Quant aux expériences métacognitives, elles constituent la prise de conscience, le jugement et l'estimation subjective d'un ou plusieurs processus cognitifs en cours d'exécution (Efklides, 2001). Ces expériences visent à effectuer la surveillance des processus cognitifs en tenant compte des caractéristiques personnelles ainsi que des caractéristiques de la tâche, ce qui permet d'influencer les décisions de contrôle (Efklides, 2001). Ces décisions se manifestent par l'initiation ou l'achèvement de processus cognitifs, la régulation des efforts et l'utilisation de stratégies cognitives ou métacognitives (Nelson & Narens, 1990). Les stratégies métacognitives, quant à elles, consistent en la supervision et la régulation des opérations et des processus cognitifs. Deux types d'activités cognitives sont considérés comme représentant les stratégies métacognitives,

soit l'anticipation et la planification ainsi que les activités de vérification pendant et après l'exécution d'une tâche (Brown, 1987). L'anticipation et la planification interviennent généralement avant le début d'une tâche, bien qu'elles puissent également intervenir durant celle-ci (définir les étapes de résolution de problèmes, choisir une ou des stratégies et prédire les résultats). La vérification consiste à s'assurer de la progression durant la résolution d'une tâche ainsi que d'en évaluer le résultat lorsqu'elle est achevée. Il y a alors un processus actif de modification ou d'ajustement des stratégies métacognitives de manière à rencontrer le résultat souhaité.

### **iii. L'effort et la motivation**

La notion d'effort et de motivation s'impose lorsqu'il est question de l'efficacité attentionnelle. En effet, Sturm (1997) inclut l'effort attentionnel dans le concept d'intensité de l'attention. Selon cet auteur, il s'observe par la qualité de l'éveil et de l'attention soutenue. Cet effort aura un impact direct sur la résistance à la distraction, mais aussi sur l'engagement du sujet dans une nouvelle tâche, ainsi que sur le fonctionnement de sa mémoire de travail.

Une façon d'optimiser la résistance à la distraction est la magnification de la cible (Camus, 1996). En effet, ce phénomène consiste en l'amplification du niveau d'activité cognitive par des effets d'attente et des attitudes préparatoires face à une tâche donnée. La magnification facilite l'orientation volontaire de l'attention vers la cible, la préservation de l'activité cognitive et l'inhibition des distracteurs (Camus, 1996). De manière concrète, si l'on prend par exemple le contexte scolaire, un enseignant pourrait avoir recours à des stratégies de

magnification de la cible pour amener ses étudiants à devenir plus attentifs et, par conséquent, à se centrer et à s'engager sur la cible proposée. L'orientation volontaire vers la cible serait amenée en leur posant diverses questions sur la tâche à faire et les façons de parvenir à l'objectif demandé (e.g. « Quel travail allons-nous faire selon vous avec le matériel que je viens de vous présenter? Quelle méthode de travail serait la plus appropriée? Quels sont les distracteurs qui pourraient se manifester aujourd'hui dans la classe et qui pourraient nous ralentir dans notre travail?, etc.). En développant le sens de l'anticipation face à la cible et face aux distracteurs et en reprenant systématiquement ces mêmes questions d'une tâche à l'autre, le développement de routines de travail qui s'automatiseront et solliciteront un minimum d'effort attentionnel sera facilité. De cette manière, plus l'étudiant sera engagé face à la tâche, plus il risquera de mobiliser l'effort attentionnel lui permettant d'inhiber les distracteurs de façon automatique (Goudreau, 2000).

#### **D. Les facilitateurs attentionnels de l'apprentissage**

La mémoire se définit comme la capacité à stocker et à récupérer l'information. La capacité d'utiliser ultérieurement ses connaissances implique la réalisation de trois processus de mémorisation : l'encodage, le stockage et la récupération. L'encodage est le processus initial qui mène à une représentation en mémoire et est souvent associé à l'apprentissage d'une nouvelle information. Le stockage est la rétention dans le temps d'informations préalablement encodées alors que la récupération représente la restitution ultérieure d'informations retenues. Certains facteurs sont susceptibles d'influencer le fonctionnement mnésique, tels que le degré de vigilance, d'éveil, d'attention, de concentration et de motivation, en plus du contexte

d'encodage et de l'état émotionnel. Un lien étroit semble exister entre les ressources attentionnelles, la sélectivité de l'attention et la mémoire. En effet, un minimum de ressources attentionnelles doivent être disponibles afin de permettre un encodage/apprentissage adéquat de l'information. Toutefois, cette disponibilité attentionnelle n'est pas suffisante au processus d'encodage. En effet, étant donné la capacité limitée de la mémoire, c'est la sélectivité de l'attention qui déterminera ce qui sera majoritairement retenu lors du processus de mémorisation (Yi & Chun, 2005). De plus, certains aspects de l'attention et de la mémoire semblent impliquer les mêmes processus. Par exemple, la récupération d'une information en mémoire semble refléter une forme d'attention sélective des représentations internes.

Ainsi, il est inévitable que des troubles de l'attention puissent diminuer les performances mnésiques et ce, de façon considérable. Par exemple, la sensibilité à l'interférence et le ralentissement de la vitesse de traitement de l'information sont connus pour être associés à des difficultés lors de l'apprentissage d'information. Aussi, des troubles de planification ou d'initiation peuvent être associés à des déficits mnésiques. En effet, une mauvaise planification du contenu à apprendre peut résulter en un encodage non optimal, alors qu'une difficulté à initier des processus adéquats de récupération peuvent altérer le rappel ou la reconnaissance de l'information (DeLuca et al., 2000).

## **E. Les aspects développementaux de l'attention**

Tout comme pour le langage, le développement des capacités attentionnelles dépend d'une maturation cérébrale indépendante de l'apprentissage, mais progressivement structurée par l'exercice (Camus, 1996). Des études développementales ont fourni des preuves évidentes à l'effet que le développement des fonctions attentionnelles découle d'un processus multi-niveaux où différentes composantes se développent à différents moments, de l'enfance jusqu'au début de l'âge adulte (Welsh & Pennington, 1988).

### **i. Le développement de l'attention soutenue**

Dans l'étude du développement cognitif de l'attention soutenue, une étude comprenant 57 enfants âgés de 5 à 12 ans et ayant été évalués à l'aide du *Test d'évaluation de l'attention chez l'enfant* (TEA-ch; Manly, Robertson, Anderson & Mimmo-Smith, 2004) a démontré une amélioration importante sur toutes les mesures d'attention soutenue entre l'âge de 5-6 ans et de 8-9 ans, en plus de l'atteinte d'un plateau développemental de 8-9 ans jusqu'à 11-12 ans (Betts & al., 2006). Ces résultats suggèrent que l'attention soutenue s'améliore de 5 à 9 ans pour ensuite plafonner en présence d'améliorations mineures seulement. Des changements développementaux au niveau de l'attention soutenue ont aussi été notés par Rebok et al. (1997) chez des jeunes âgés entre 8 et 13 ans. Plus précisément, face à une tâche monotone d'attention soutenue telle que le *Continuous Performance Test* (CPT; Rosvold et al., 1956) où le sujet doit détecter l'apparition occasionnelle d'une cible sur l'ordinateur, pendant plusieurs minutes, Rebok et al. (1997) ont constaté que le nombre d'omissions de la cible diminuait de

moitié entre 8 et 10 ans. L'amélioration de cette détection apparaît nettement moins évidente pour les âges supérieurs. La différence d'âge observée entre les deux études au niveau des changements développementaux de l'attention semble être due à la nature distincte de la tâche. En effet, Betts et collaborateurs (2006) ont utilisé des tâches d'attention soutenue adaptées à une population pédiatrique, ce qui implique qu'elles sont généralement de moindre durée et complexité. En contrepartie, Rebok et collaborateurs (1997) ont utilisé une tâche destinée à une population âgée de plus de six ans. Cette tâche était d'une durée et d'une complexité plus élevées, s'assurant ainsi de minimiser la probabilité d'un effet plancher ou plafond de la performance. De plus, Ruff & Lawson (1990) ont observé dans leur étude, une augmentation croissante de la durée de l'effort attentionnel en fonction de l'âge et de la capacité du sujet à élaborer des stratégies d'auto-contrôle. Cette observation peut expliquer la différence entre les changements développementaux de l'attention démontrés par chacune des deux études précédentes. Betts (2006) et collaborateurs observent un changement développemental à des âges moindres (5-6 ans à 8-9 ans) tandis que Rebok et collaborateurs l'observent dans la période de 8 à 10 ans. Ceci concorde avec les observations de Ruff & Larson (1990) démontrant une relation entre l'âge et l'augmentation croissante de la durée de l'effort attentionnel, ainsi que l'habileté à élaborer des stratégies d'auto-contrôle en cours de tâche. Par ailleurs, certains aspects de l'attention soutenue atteindraient des niveaux semblables à ceux des adultes autour de l'âge de 10 ans et d'autres continueraient de s'améliorer jusqu'au début de l'adolescence (Cornish & Wilding, 2010).



## **ii. Le développement de l'attention sélective**

Sur le plan de l'attention sélective, l'efficacité du traitement dépend en large partie de la complexité et de la similitude des stimuli à traiter. Trick & Enns (1998) ont étudié l'attention sélective en fonction de trois niveaux de complexité différents chez des groupes de participants âgés de 6, 8, 10, 22 et 72 ans. Ils ont investigué les performances lorsqu'une cible était présentée à une localisation identique ou différente, de même qu'en présence ou en l'absence d'une cible avec 1, 9 ou 17 distracteurs. Chez le groupe âgé de six ans, une diminution de la performance était observée lors de l'ajout d'un seul distracteur comparativement à tous les autres groupes et s'accroissait lorsqu'étaient ajoutés d'autres distracteurs. Ce profil de performance influencé par la présence de distracteurs, est aussi semblable à celui du groupe âgé de huit ans. Ces effets tendent ensuite à diminuer rapidement vers l'âge de 10 ans et à être plus subtils vers l'âge de 22 ans. Ces résultats suggèrent que la performance à des tâches d'attention sélective continue de s'améliorer jusqu'à la fin de l'adolescence et le début du stade adulte et ce, en fonction de la complexité de la tâche. De façon générale, bien que les améliorations majeures au niveau de l'attention sélective surviennent entre l'âge de 10 et 12 ans, certains aspects continuent donc de s'améliorer et atteignent un développement optimal à l'âge adulte.

## **iii. Le développement de l'alternance attentionnelle**

Sur le plan de l'habileté à alterner entre deux tâches, Cepeda et collègues (2001) ont observé les temps de réaction et l'exactitude de la réponse à une tâche d'alternance chez une

population âgée de 7 à 82 ans, afin d'évaluer les possibles changements reliés à l'âge. Ces chercheurs ont aussi examiné si des coûts d'alternance, c'est-à-dire l'ajout d'une difficulté d'alterner entre deux tâches, pouvaient être attribués à deux mécanismes attentionnels sous-jacents tels que la préparation active à une nouvelle tâche et la résistance à l'interférence d'une tâche précédente. Aussi, ils ont tenté d'établir si ces mécanismes subissent des changements en fonction de l'âge et d'évaluer l'impact de la mémoire de travail et de la vitesse de traitement de l'information sur les tâches d'alternance. Les résultats montrent que les temps de réponse se sont avérés significativement plus bas chez les jeunes adultes âgés de 21 à 30 ans alors que les temps de réponse plus longs ont été observés chez les enfants âgés de sept à neuf ans. Quant au groupe d'adolescents, il a continué de s'améliorer et un plateau de performance n'a été atteint qu'après l'adolescence. D'une part, il a été conclu que les coûts d'alternance diminuent de l'enfance jusqu'au stade adulte et qu'ils demeurent ensuite constants jusqu'à l'âge de 60 ans. D'autre part, lorsqu'un temps plus long de préparation à la tâche était donné aux participants, les coûts d'alternance en ont été significativement réduits, cet effet ne variant toutefois pas en fonction de l'âge. De plus, un intervalle plus long entre la réponse et le prochain signal n'a pas permis l'amélioration de la performance chez les enfants, mais a produit une réduction importante des temps de réponse chez les 30 ans et plus. Les auteurs ont donc suggéré que l'interférence d'une tâche précédente décline plus lentement chez les enfants. Ce profil de performance pourrait s'expliquer par des processus de contrôle volontaire moins efficaces, alors qu'ils sont nécessaires pour inhiber efficacement des réponses automatiques.

Lorsqu'on s'attarde aux résultats de la précédente étude, tout comme aux tâches d'alternance attentionnelle développées par Sohlberg & Mateer (1987) pour entraîner cette sous-composante, on constate que le concept d'alternance attentionnelle ne fait pas seulement référence au déplacement efficace et répétitif du focus attentionnel entre des tâches présentant des exigences cognitives distinctes. En effet, dans de nombreux cas, elle implique aussi la mise en place d'un contrôle volontaire destiné à inhiber ou à éliminer une réponse non pertinente, qui s'ajoute à la composante d'alternance de l'attention entre deux tâches. En ce sens, l'alternance attentionnelle paraît étroitement liée aux capacités d'attention sélective, de contrôle attentionnel, d'inhibition et de flexibilité mentale. Dans ce contexte, le développement de certaines sous-composantes exécutives s'avère susceptible d'influencer l'efficacité de l'alternance attentionnelle.

Le développement de l'habileté à inhiber une réponse semblerait, selon Huizinga et collègues (2006), se développer vers l'âge de 15 ans pour ensuite plafonner à l'âge de 21 ans. Ces chercheurs ont examiné la performance à trois tâches évaluant l'inhibition de la réponse (la tâche d'interférence couleur-mot, la tâche d'Eriksen et la tâche du signal arrêt). Les habiletés à inhiber une réponse dans la tâche du signal arrêt ainsi qu'à contrôler une réponse dans la tâche d'Eriksen sont caractérisées par une importante amélioration jusqu'à l'âge de 15 ans et par l'absence de toute différence significative de la performance entre 15 et 21 ans. Les performances à une version adaptée de la tâche d'interférence couleur-mot (Delis, Kaplan & Kramer, 2001) ont quant à elles montré une amélioration des temps de réponse jusqu'à l'âge de 21 ans. Cette différence peut être attribuée à la nature distincte des tâches, supposant que

l'habileté à inhiber une réponse dans des contextes de tâches simples ne justifie pas la disponibilité de cette fonction dans des tâches plus complexes.

## **F. Les aspects neurobiologiques de l'attention**

Sur le plan neuroanatomique, plusieurs composantes de l'attention ont été identifiées et associées à des réseaux neuronaux. Posner & Rothbart (1992) ont identifié trois réseaux attentionnels différents. Le réseau postérieur de l'attention solliciterait le cortex pariétal, certains noyaux du thalamus (pulvinar et noyau réticulaire) ainsi que le colliculus supérieur et serait impliqué dans l'orientation et la localisation de stimuli sensoriels dans l'espace. Le réseau antérieur de l'attention solliciterait le gyrus cingulaire antérieur (CCA) et l'aire supplémentaire motrice et serait impliqué dans la détection, la sélection et l'inhibition de stimuli non pertinents. Plus précisément, l'attention sélective est associée à l'activation du CCA, mais elle relève aussi d'un circuit neuronal distribué, incluant les cortex frontal (les champs oculomoteurs), cingulaire et pariétal postérieur, ainsi que leurs liaisons sous-corticales thalamiques et striatales. Ces aires sont d'ailleurs activées lors des tâches simples d'attention soutenue ou de changements de la direction de l'attention.

Les processus cognitifs plus exigeants tels que l'alternance attentionnelle et les fonctions exécutives solliciteraient différentes régions préfrontales incluant le cortex orbitofrontal (COF), le cortex préfrontal dorsolatéral (CPFDL) et le (CCA) (Pragay et al., 1987). Alors que la maturation du cortex cingulaire se ferait vers l'âge de quatre ans, il y aurait, chez les enfants de 5 à 16 ans, une corrélation significative entre le volume du CCA

droit et l'habileté à réaliser des tâches d'alternance attentionnelle (Emond et al., 2009). Whyte (1992) suggère également que l'attention serait modulée par plusieurs structures incluant le tronc cérébral, les structures sous-corticales et le cortex cérébral. Ainsi, ce chercheur suggère que cette distribution de l'attention à travers un réseau neuronal aussi vaste engendre deux implications majeures. D'une part, des lésions cérébrales différentes pourraient atteindre des composantes distinctes du réseau attentionnel et ainsi produire des déficits attentionnels tout aussi distincts. D'autre part, des lésions cérébrales différentes pourraient aussi générer des déficits attentionnels semblables étant donné la nature intégrative du système attentionnel.



### **III. La remédiation attentionnelle**

Parmi les différentes avenues permettant de limiter les effets des dysfonctions attentionnelles consécutives à un TCC, l'approche par moyens compensatoires est largement répandue dans les pratiques de réadaptation (Cicerone et al., 2005). Elle vise principalement l'adaptation de l'environnement physique, la modification des exigences (académiques, familiales, etc.) et le développement de stratégies permettant de contourner les difficultés ou de minimiser les impacts des dysfonctions attentionnelles. Pour une portion de la clientèle, toujours dans un but compensatoire, un traitement pharmacologique est parfois privilégié (Whyte et al., 1997), plusieurs études en traumatologie ayant démontré l'effet positif de médication psychostimulante pour améliorer le rendement attentionnel (Hornyak et al., 1997; Rees et al., 2007).

Dans les dernières décennies, des études ont également mis en évidence l'impact positif de la remédiation cognitive, c'est-à-dire des interventions favorisant un entraînement intensif des fonctions ayant été altérées suite à un TCC (van't Hooft et al., 2003; van't Hooft et al., 2007; Galbiati et al., 2009). Des méta-analyses ont confirmé une amélioration significative des performances attentionnelles lors de l'exécution de tâches ayant fait l'objet d'un entraînement systématique (Cicerone et al., 2005; Cicerone et al., 2011). Bien que des données d'efficacité de la remédiation attentionnelle soient disponibles, plusieurs de ces études comportent des limites méthodologiques importantes telles que le manque de fiabilité, de validité, et le faible nombre de participants. Ces limites s'ajoutent à la contrainte que la majorité des protocoles de remédiation cognitive sont développés par des chercheurs et

cliniciens anglophones. L'une des conséquences majeures est que dans bien des cas, les intervenants en remédiation cognitive demeurent limités à l'utilisation de matériel non adapté à la langue d'usage du patient. Parmi les quelques outils disponibles en langue française, plusieurs sont européens : happyneuron.fr (Cornet & Carré, 2008), CogniPlus (Schuhfried, 2010) et utilisent des termes/expressions moins significatifs pour la population franco-québécoise. D'autres programmes existent tels que : Modules de rééducation des processus attentionnel : L'attentionnel (Laporte et al., 2002), Neuroactive (Bergeron et al., 2007), Brain age (Nintendo : Kawashima, 2005), Lumosity (Scanlon et al., 2007) et plusieurs autres. Pour la plupart, ces outils de remédiation comprennent des exercices pour plusieurs fonctions cognitives et un nombre restreint d'exercices visant spécifiquement l'attention. Souvent, un seul exercice est disponible pour chaque sous-composante attentionnelle, bien qu'il soit possible d'augmenter le gradient de difficulté de cet exercice en faisant varier le nombre de cibles ou de distracteurs, ou encore en accélérant la vitesse de présentation des stimuli. De plus, la rétroaction des performances est généralement faite via un résultat (erreurs et temps de réaction) donné à la fin de chaque exercice. Le sujet qui s'entraîne à un exercice tente alors avec la répétition, d'obtenir de meilleures performances (moins d'erreurs et meilleure rapidité) à mesure qu'il augmente le niveau de difficulté des exercices disponibles. Outre cette rétroaction sur la performance, il n'est généralement pas fourni au participant, une appréciation qualitative de sa performance (ex : patron d'erreurs et stratégies utilisées en fonction de la durée de la tâche ou relativement à d'autres tâches sollicitant d'autres composantes attentionnelles). Il est également à noter que certains outils d'entraînement virtuel disponibles en ligne moyennant un abonnement (parfois coûteux) évaluent, après chaque exercice, la performance du participant en la comparant à des normes compilées à



partir des résultats de tous les individus ayant utilisé par le passé, ce même logiciel en ligne, tous âges et toutes conditions confondues. Ceci fait en sorte que l'intervenant et/ou le sujet peuvent être amenés à surestimer ou à sous-estimer la performance du participant, en référence à une norme arbitraire et non représentative de la population générale, ce qui peut influencer voire même biaiser le processus de réadaptation.

Une autre contrainte inhérente aux outils disponibles sur le marché est que souvent, l'intervenant de réadaptation ou le patient lui-même doit sélectionner à la pièce les exercices qui seront faits, en plus du gradient de difficulté approprié, lequel devra ensuite être ajusté en fonction des progrès. Ceci demande donc, d'élaborer pour chacun un protocole individualisé, en plus de tenir à jour un registre des performances pour qu'une rétroaction puisse être donnée à l'individu. Or, en pratique, les professionnels de réadaptation doivent évoluer avec efficacité dans un contexte où le temps est compté et où les ressources sont limitées, notamment sur le plan financier. Parce qu'elle nécessite souvent plus de temps de préparation, la création de tels protocoles d'entraînement personnalisés n'est donc pas toujours possible, ce qui s'ajoute au fait qu'ils ne sont pas facilement transférables par la suite à un autre patient, même si son profil de difficultés est similaire. De plus, dans un tel protocole ajusté à mesure en fonction de la progression du patient, il devient difficile, voire même impossible, de proposer des interventions de groupe où le ratio est d'un thérapeute pour plusieurs patients.

Par ailleurs, bien que plusieurs études de remédiation attentionnelle démontrent un effet significatif de l'entraînement, celui-ci demeure toutefois souvent spécifique aux tâches entraînées (Couillet et al., 2010; Park & Ingles, 2001). Ceci est justifié par certains auteurs, par

le fait que des déficits spécifiques nécessitent un traitement spécifique (Sturm et al., 1997). Les progrès observés suite à ce type d'entraînement sont alors interprétés comme reflétant l'acquisition d'habiletés spécifiques (Gray et al., 1992; Park et al., 1999; Niemann et al., 1990; Sturm et al., 1997). L'absence de généralisation des progrès à des tâches connexes et aux activités de la vie quotidienne a fait l'objet de nombreuses critiques (Park & Ingles, 2000, 2001; Rohling et al., 2009) et ont donné lieu au développement de protocoles de traitement moins restrictifs.

Dans cet ordre d'idée, on retrouve l'approche par « Processus Spécifique » en remédiation cognitive (Bracy, 1983; Sohlberg & Mateer, 1985; 1987; 1989). Si l'évaluation neuropsychologique permet d'objectiver efficacement les déficits relatifs dans des sphères cognitives distinctes, l'approche « Processus Spécifique » conçoit qu'il est possible d'avoir un impact spécifique sur chacune d'elles. Ici, il est attendu d'observer des progrès qui ne se limitent pas à une tâche entraînée, mais plutôt au processus visé par l'entraînement. De manière logique, cette conception renvoie à l'hypothèse que la remédiation de déficits dans une sphère donnée du fonctionnement cognitif devrait avoir un impact majeur sur ce déficit en particulier, mais, un impact plus limité, voire même nul, sur les autres fonctions cognitives. Cette approche présente l'avantage de proposer une direction claire en ce qui concerne le développement des procédures de traitement, et par le fait même, d'en maximiser les bénéfices cognitifs. Dès qu'une sphère cognitive déficitaire est identifiée, le clinicien peut aisément cibler les objectifs et les procédures thérapeutiques spécifiques. Une preuve expérimentale supportant l'entraînement spécifique des sous-composantes de l'attention provient de Sturm et collègues (1997) qui ont démontré que l'entraînement spécifique de composantes

attentionnelles déficitaires permettait une amélioration des performances aux tâches sollicitant ces processus attentionnels. La majorité des participants ayant reçu l'entraînement ont bénéficié d'un effet significatif de l'aspect d'intensité, c'est-à-dire une augmentation du niveau de vigilance. De plus, les résultats aux tâches d'attention sélective ont indiqué une diminution des temps de réponse ainsi qu'une diminution des taux d'erreurs aux tâches d'attention divisée.

Parmi les outils permettant de développer des protocoles de remédiation des fonctions attentionnelles, l'« *Attention Process Training-I* » (APT-I; Sohlberg & Mateer, 1987) s'avère d'une utilité significative. Développé à partir du modèle attentionnel de Sohlberg et Mateer (1987), l'APT-I comprend des exercices visuels et auditifs visant l'entraînement de cinq composantes attentionnelles (focalisée, soutenue, sélective, alternée et divisée). Les tâches d'entraînement sont organisées de manière hiérarchique, avec un gradient de difficulté variant en fonction de la complexité des exercices et de la vitesse à laquelle ils doivent être exécutés. Tous les exercices de l'APT-I ont une structure d'administration et d'exécution commune. Préalablement au commencement de chaque exercice, les exigences de la tâche sont brièvement décrites et le temps de complétion de chaque tâche est d'environ deux à trois minutes. Par exemple, dans l'une des tâches auditives, il est demandé au participant d'appuyer sur un bouton-réponse chaque fois qu'il entend le nombre 3. En modalité visuelle, dans une tâche d'annulation de chiffres avec l'ajout d'un distracteur visuel, on demande au participant de faire un trait sur tous les symboles correspondant à une cible prédéterminée. Pour l'entraînement de l'attention divisée, le participant doit partager ses ressources entre une tâche visuelle (annulation de formes) et une tâche auditive (détection d'un ou de plusieurs chiffres).

Plusieurs exercices sont disponibles, tous types d'attention et de modalités confondues. Une rétroaction de la performance par l'intervenant (exactitude et temps d'exécution) doit être donnée au participant après chacun des exercices. Selon les auteurs de l'APT-I, l'entraînement attentionnel devrait être personnalisé. Il devrait être construit en fonction du profil de déficits attentionnels du patient et le gradient de difficulté devrait augmenter en suivant l'amélioration du sujet. À cet effet, deux critères opérationnels devraient également être pris en compte pour structurer l'entraînement. Le premier vise le temps d'exécution, lequel devrait être réduit de 35% avant que le passage à une autre tâche ne soit autorisé. Le second critère fixe le pourcentage d'exactitude de bonnes réponses à 85% avant qu'un changement de tâche s'impose. Les formes complexes d'attention (e.g. attention divisée) ne devraient pas non plus être entraînées avant que les formes d'attention plus simples (e.g. attention soutenue) ne l'aient été (Sohlberg & Mateer, 2001).

Plusieurs études et méta-analyses ont démontré l'efficacité de l'APT-I pour l'entraînement des fonctions attentionnelles. Bien que les études n'aient pas toujours explicitement détaillé leur protocole d'intervention, l'entraînement semble avoir été fait conformément à ce qui est suggéré par les auteurs de l'APT-I (entraînement hiérarchique et individualisé, dont la progression est ajustée en fonction des deux critères opérationnels décrits ci-haut; (Palmese & Raskin, 2000; Pero et al., 2006). Des résultats positifs ont été documentés chez des adultes ayant subi un accident vasculaire cérébral (Barker-Collo et al., 2009; Schottke, 1997; Sturm et al., 1991), chez des patients schizophrènes (Silverstein, 2005), mais également chez des individus de tout âge ayant subi un traumatisme craniocérébral (Cicerone et al., 2005; Cicerone et al., 2011; Coelho et al., 2005; Murray et al., 2006; Palmese

& Raskin, 2000; Pero et al., 2006; Sohlberg & Mateer, 1987; Sohlberg et al., 2000). D'autres études menées dans cette population clinique montrent également une amélioration d'autres fonctions cognitives telles que la mémoire suite à un entraînement par l'APT-I de Sohlberg & Mateer, suggérant que la remédiation des processus attentionnels permet une généralisation de l'amélioration des performances à d'autres fonctions cognitives corrélées à l'attention (Coelho et al., 2005; Ruff et al., 1990). Une autre étude démontre par ailleurs un effet favorable de l'entraînement attentionnel avec cet outil sur le fonctionnement de l'individu dans ses activités la vie quotidienne (Wood, 1988). Dans la population pédiatrique, peu de données sont disponibles. Un impact positif de l'entraînement avec une version adaptée aux enfants âgés de quatre à dix ans de l'APT, « Pay Attention! » (Thomson & Kerns, 2005) a tout de même été démontré chez des enfants présentant des difficultés attentionnelles secondaires à un syndrome alcoolique fœtal (Vernescu, 2007). Cet effet positif est aussi retrouvé à l'aide de l'APT-I chez des enfants souffrant d'un cancer, puisque les traitements qui leur sont imposés se répercutent significativement sur la fonction attentionnelle (Bernabeu Verdu et al., 2004).

Bien que l'efficacité de l'APT-I soit reconnue dans la littérature, des limites et désavantages sont inhérents à l'utilisation d'un tel outil d'entraînement attentionnel. Tel que mentionné précédemment, l'APT-I implique pour chaque patient, la création d'un entraînement personnalisé dont l'ajustement du niveau de difficulté se fait en fonction des progrès de ce dernier. Le clinicien doit donc, à la pièce, élaborer un protocole d'entraînement pour chaque nouveau client et ce protocole ne peut se faire qu'à mesure des séances et non à l'avance, puisque les exercices à faire dans les prochaines séances dépendent des résultats obtenus par le client dans la séance précédente. Ce travail qui demande du temps ne peut par

ailleurs pas être réinvesti dans les interventions avec un autre client, puisque chaque protocole est individualisé et ajusté à mesure. Bien que la disponibilité d'un outil d'intervention séduise les cliniciens, ils le délaissent alors souvent, à l'usage, puisque la procédure est peu réaliste dans le contexte actuel des établissements de réadaptation où les contraintes financières entraînent une demande accrue sur le plan de l'efficacité des services/interventions. Aussi, en raison du fait que l'ajustement du niveau de difficulté se fait en fonction des progrès du patient, il est plus difficile de circonscrire l'intervention dans un intervalle de temps fixe ce qui a un impact sur la planification des services offerts en neuropsychologie. Ceci est d'autant plus vrai dans le contexte actuel où les listes d'attente sont longues et où la vitesse de l'accès aux services de réadaptation doit être optimisée. Dans un autre ordre d'idées, la sélection des exercices faite seulement à partir des fonctions ayant été trouvées déficitaires à l'évaluation neuropsychologique comporte le risque que le patient se voit réduit à faire des exercices similaires à chaque séance de traitement, ce qui peut nuire à sa motivation et à son investissement dans le processus de remédiation attentionnelle. Il doit aussi être mentionné que les exercices et la procédure d'entraînement proposés dans l'APT-I font très peu référence aux situations de la vie quotidienne dans lesquelles interviennent les différents processus attentionnels entraînés. Or, puisque plusieurs formes d'attention sont requises de façon simultanée dans les activités usuelles, il peut d'emblée s'avérer difficile pour le patient de départager clairement toutes les composantes et de faire le lien entre une situation donnée et le type d'attention qu'il doit fournir. Ceci doit être d'autant plus difficile s'il n'est pas exposé, au cours de son entraînement, à toutes les formes d'attention qui sont sollicitées par les exercices provenant de l'APT-I. De plus, outre l'entraînement, l'APT-I n'offre pas de stratégies complémentaires pouvant être enseignées au patient de manière à optimiser son rendement

attentionnel durant l'entraînement tout comme dans la pratique de ses activités courantes. L'étude de Murray et al. (2006) offre un appui indirect à ces considérations et à ces limites. Dans cette étude, les chercheurs ont utilisé l'« *Attention Process Training-II* » (APT-II; Sohlberg & Mateer, 2001) dans le but d'améliorer les fonctions attentionnelles, la compréhension auditive et d'autres fonctions cognitives incluant la mémoire. Le critère opérationnel d'exactitude a été fixé à 90% après trois essais consécutifs, mais a été abandonné au courant de l'étude afin de a) cibler une plus grande diversité des fonctions attentionnelles faisant l'objet de l'entraînement, puisque que le patient n'avait encore effectué que des exercices d'attention soutenue alors que la date d'échéance de son traitement approchait b) diminuer la frustration du patient face à de faibles progrès et à la monotonie de compléter toujours les même tâches pour une période prolongée et c) s'assurer que les tâches présentant une meilleure validité écologique pour le patient puissent être incorporées au protocole, afin de maintenir sa motivation tout au long de l'étude. De façon complémentaire, plusieurs résultats indiquent la pertinence de combiner aux tâches d'entraînement structuré, des stratégies et des objectifs plus près de la vie quotidienne des patients, afin de permettre une meilleure généralisation (Cicerone, 2011; Manly et al., 2002; Park & Ingles, 2001)

Dans les dernières années, certains protocoles structurés visant l'entraînement des fonctions attentionnelles ont été développés pour les jeunes québécois présentant un trouble déficitaire de l'attention/hyperactivité (TDA/H) (RÉÉDUC : Psychotech, 1997; PIFAM : Lussier, 2008; PMRC : Poissant, 2007; Super Actif! : Verreault & Berthiaume, 2008; Multi-Propulsion : Massé et al., 2006). Bien que certains de ces protocoles aient démontré des améliorations significatives de certaines composantes attentionnelles, des limites et

désavantages sont associés à leur utilisation. En effet, certains de ces protocoles ne sont pas encore commercialisés à plus grande échelle et/ou ne sont utilisés que dans certaines cliniques, qui sont sectorisées et non pas accessibles à l'ensemble des jeunes québécois qui pourraient en bénéficier (PIFAM : Lussier, 2008; Parent, 2010). Aussi, quelques-uns de ces protocoles ciblent que les enfants et/ou les parents et ne sont pas conçus pour une population d'adolescents. De plus, plusieurs de ces protocoles constituent des interventions de groupe et l'efficacité de leur utilisation semble mitigée en réadaptation. En effet, bien que cette modalité semble facilitante pour certains professionnels, elle ne rejoint pas l'ensemble des intervenants et n'est pas toujours applicable au moment souhaité. Par exemple, , dans certains centres de réadaptation du Québec, lorsque le bassin de clientèle est plus restreint, la constitution de groupes n'est pas aisée et une intervention individuelle est plus pratique.

Par ailleurs, certains protocoles, tel que celui utilisé par Parent (2010) à l'aide du logiciel RÉÉDUC, ne ciblent qu'une composante attentionnelle alors que pour une quantité d'efforts similaire, il nous semble possible que plusieurs fonctions attentionnelles soient entraînées. Pour les enfants et adolescents franco-québécois, il n'existe donc, à notre connaissance, aucun protocole d'intervention attentionnelle dont l'efficacité a été démontrée qui propose un entraînement un pour un, structuré sur un nombre délimité de séances, combiné à de l'enseignement, de l'auto-observation en situation réelle de tâche attentionnelle, et des stratégies concrètes et imagées, de même qu'à l'abord des variables de stress et d'impulsivité comme étant nuisibles à la performance attentionnelle.



## IV. La présente étude

### A. « Attention! Prêt? on s'enTraine! » : Programme d'entraînement intensif des processus attentionnels

Dans la présente étude, la création d'un protocole d'intervention individuel, prédéfini et comportant une sélection de tâches provenant de l'APT-I (Sohlberg & Mateer, 1987) a été choisie pour des considérations cliniques et théoriques. En effet, l'APT de Sohlberg & Mateer démontre une amélioration du rendement attentionnel, mnésique et exécutif ainsi qu'un potentiel pour la généralisation. Il est d'ailleurs recommandé dans le guide des meilleures pratiques en réadaptation cognitive (Paquette, 2009). Cependant, il n'est pas tout à fait adapté à la réalité clinique de par certaines caractéristiques d'utilisation, n'étant notamment disponible qu'en langue anglaise, ne proposant aucun protocole prédéfini et impliquant donc des séances créées à la pièce pour chaque client. De plus, tel que décrit précédemment, la répétition d'un même exercice jusqu'à l'atteinte d'un critère de vitesse et de performance (« drill ») limite la variété et est susceptible de réduire la motivation et la collaboration du participant au programme.

Pour pallier à ces limites, tous les exercices et le matériel de l'APT-I ont, dans un premier temps, été traduits et adaptés à une population québécoise francophone. Le programme d'entraînement « Attention! Prêt? on s'enTraine! » a été développé à partir de ce matériel, en portant le soin particulier de respecter l'abréviation APT. Cet outil de remédiation

attentionnelle fait référence au cadre théorique de l'attention de Sohlberg & Mateer (1987), mais diffère de l'APT-I à plusieurs niveaux, de par la structure prédéfinie du programme, l'apport d'exemples de la vie quotidienne et l'intégration de stratégies concrètes à l'entraînement. Par ailleurs, afin de minimiser le risque de retrouver des effets spécifiques aux tâches entraînées, l'entraînement de chacun des quatre processus attentionnels (attention soutenue, sélective, alternée et divisée) à l'intérieur d'une même séance a été privilégié. En effet, puisque l'outil d'entraînement APT-I de Sohlberg et Mateer comprend un grand nombre d'exercices pour chacun des processus attentionnels, il devient possible d'entraîner chacun d'eux à l'aide d'exercices variés, sans que la répétition de ces mêmes activités ne soit nécessaire. De plus, afin de faciliter la compréhension du bien-fondé des exercices proposés, et, par le fait même, d'augmenter la motivation des participants face à l'entraînement, des stratégies et exemples concrets de la vie quotidienne ainsi que la vulgarisation du type d'attention sollicité ont été inclus pour chaque exercice proposé au cours du protocole. En plus des divers types d'attention, les concepts d'impulsivité et de stress, tout comme leur impact sur l'efficacité attentionnelle, sont expliqués au participant en début de programme et tout au long de ce dernier lorsqu'il est suspecté que ces variables sont à la source d'un moindre rendement.

Dans le cadre du programme « **Attention! Prêt? On s'enTraine!** », les composantes attentionnelles du modèle de Sohlberg & Mateer (1987) sont entraînées à l'aide de plusieurs tâches, tant en modalité visuelle qu'en modalité auditive. De façon générale, les exercices sont d'une durée moyenne de trois à cinq minutes. Même si certains processus attentionnels sont préservés chez le patient, le fait de les exercer tous à chaque séance, en plus d'avoir une

illustration claire des situations dans lesquelles ils sont requis au quotidien devrait lui permettre de mieux saisir les distinctions entre les différentes formes d'attention et de les transposer au quotidien. À la suite des tâches attentionnelles, une rétroaction immédiate est fournie au participant par l'intervenant, durant laquelle les erreurs (omissions et commissions) et les temps de réponse sont revus avec le participant. Cette rétroaction vise à favoriser l'auto-observation du participant et permet de faire des liens entre la performance à une tâche et le type d'attention requise durant celle-ci. La rétroaction et l'auto-observation des performances permet également au participant d'observer les variations de son rendement (e.g. amélioration, déclin, ou maintien) au décours d'une même tâche attentionnelle et à mesure qu'il progresse tout au long du programme. Suite à chacune des tâches, cette observation des performances est mise en lien avec les problèmes pouvant être ou étant encourus dans les AVQ correspondant à l'âge et à la réalité du participant, en raison de faiblesses à certains niveaux du traitement attentionnel. Quant à elles, les stratégies concrètes sont appliquées au type d'attention potentiellement travaillé par chaque exercice du programme « Attention! Prêt? on s'enTrainel!» revues et pratiquées à chaque rencontre. Ces stratégies sont représentées par des pictogrammes afin de susciter l'intérêt, de fournir un appui visuel, d'optimiser le rappel des stratégies ainsi que de favoriser l'automatisation des stratégies au cours des séances et dans les activités de la vie quotidienne. Cette perspective vise ainsi à améliorer le potentiel métacognitif, soit de réfléchir et d'apprendre sur les processus cognitifs. Autrement dit, l'objectif est d'augmenter la prise de conscience du participant sur sa cognition, ses comportements et les stratégies qu'il doit utiliser dans une situation attentionnelle donnée. Ainsi, les participants qui prennent conscience de leurs biais, erreurs et problématiques cognitives seront susceptibles d'exercer un meilleur contrôle sur leurs processus cognitifs, de

prendre de meilleures décisions, de corriger leurs erreurs et de choisir de meilleures stratégies. Entre les séances, le participant est invité à poursuivre son auto-observation et il est encouragé à remarquer/distinguer les différents types d'attention sollicités dans ses activités courantes. Il est également invité à appliquer, le plus souvent possible au quotidien, les stratégies apprises durant les rencontres de programme. Un document explicatif comprenant l'enseignement des fonctions attentionnelles et l'application des stratégies attentionnelles reliées aux activités de la vie quotidienne est remis aux parents dans le but d'optimiser la généralisation des apprentissages au quotidien.

## **Objectif et hypothèses**

L'objectif principal de cette étude est d'évaluer l'efficacité du programme d'entraînement attentionnel « Attention! Prêt? On s'enTrainee! » chez des enfants et adolescents francophones ayant subi un traumatisme craniocérébral.

**Plus spécifiquement, l'étude vise à vérifier les hypothèses suivantes :**

**Hypothèse 1-** Le programme d'entraînement attentionnel « Attention! Prêt? On s'enTrainee! » permet une amélioration du rendement attentionnel chez les jeunes ayant subi un traumatisme craniocérébral.

**Hypothèse 2 -** Le programme d'entraînement attentionnel « Attention! Prêt? On s'enTrainee! » permet une généralisation de l'amélioration des performances vers les fonctions exécutives, la mémoire à court-terme, la mémoire de travail, la mémoire auditivo-verbale et la mémoire visuelle chez des jeunes ayant subi un traumatisme craniocérébral.

**Hypothèse 3 -** Le programme d'entraînement attentionnel « Attention! Prêt? On s'enTrainee! » diminue l'intensité et le nombre de symptômes d'inattention et d'hyperactivité/impulsivité perçus chez les jeunes ayant subi un traumatisme craniocérébral.

**Hypothèse 4 -** La diminution de l'intensité et du nombre de symptômes d'inattention et d'hyperactivité/impulsivité perçus chez les jeunes ayant subi un traumatisme craniocérébral se maintient à deux mois suite à l'entraînement attentionnel.



## Méthodologie

### *Participants*

Au total, 19 jeunes âgés entre 10 et 17 ans ont été recrutés pour l'étude parmi des enfants et adolescents ayant reçu ou recevant des services au Centre de Réadaptation Physique (CRDP) Le Bouclier (déficience motrice-traumatologie), point de service de St-Jérôme. De ce nombre, 17 participants ont complété l'étude. L'un des enfants qui n'a pas complété l'étude a abandonné en raison d'un manque de motivation et de temps. Pour l'autre participant, le programme a été interrompu après quelques semaines, en raison de variables externes à l'étude ayant occasionné une détérioration de l'humeur avec verbalisations suicidaires. Ces 19 jeunes ont été divisés en deux groupes non-égaux : le groupe expérimental ( $n = 8$ ) et le groupe contrôle ( $n = 9$ ).

Les participants ont été attribués au groupe expérimental (programme d'entraînement attentionnel) ou au groupe contrôle (aide aux devoirs) soit de façon aléatoire à l'aide d'une randomisation simple ou bien selon la méthode de randomisation adaptative covariée de Taves, Pockock & Simon (1975). Bien que l'ensemble de l'étude se soit déroulée sur une période de 14 mois, soit entre septembre 2012 et octobre 2013, l'ensemble de l'échantillon n'a pas pris part à l'étude au même moment. Les premiers participants ayant pris part au projet ont été assignés de façon aléatoire à l'aide d'une randomisation simple. Par la suite, les nouveaux participants ont été assignés à l'aide de la randomisation adaptative covariée de Taves, Pockock & Simon (1975). Cette technique est recommandée par plusieurs chercheurs comme étant une méthode alternative de randomisation pour les études cliniques (Scott et al., 2002). Elle permet l'assignation séquentielle et au cas par cas d'un participant, en considérant les

covariables de l'étude. Elle permet aussi, en cours de projet, d'évaluer et de minimiser le déséquilibre potentiel entre les deux groupes selon les différentes covariantes lors de la répartition d'un nouveau participant. Dans la présente étude, les covariables qui ont été considérées sont l'âge et le type de TCC (léger, modéré, sévère).

Les participants répartis selon la randomisation adaptative covariée ont été assignés temporairement aux deux groupes. La différence absolue entre les totaux des covariables a été calculée et le groupe attribué était celui ayant la plus petite somme de différences absolues. Dans la présente étude, les six premiers participants ont été assignés aléatoirement et afin de préserver un minimum de déséquilibre, le septième participant a été temporairement assigné au groupe contrôle. Le total des âges et du nombre de participants ayant subi un TCC de chaque niveau de gravité a été calculé pour chaque groupe. Par la suite, la différence du total des âges entre le groupe contrôle et le groupe expérimental a été calculée. De même, la différence absolue du total du nombre de participants ayant subi un TCC de gravité donnée entre le groupe contrôle et le groupe expérimental a été calculée. Cette même technique a été appliquée pour l'assignation temporaire au groupe expérimental. Les différences absolues des deux covariables ont ensuite été additionnées pour chaque groupe. Le participant a été assigné au groupe ayant la petite somme de différences absolues.



Les critères d'inclusion étaient :

- 1) Être âgé entre 10 et 17 ans;
- 2) La présence d'un TCC (léger, modéré ou sévère) classifié selon la durée de l'altération ou de la perte de conscience, un score entre 3 et 15 à l'échelle de coma de Glasgow (Teasdale & Jennett, 1974; Annexe A) et la présence d'une lésion identifiable aux examens radiologiques;
- 3) Une période post-lésionnelle entre trois mois et six ans;
- 4) Un rendement intellectuel dont le score à l'échelle globale est plus grand ou égal à 80;
- 5) Parler couramment le français et/ou être en mesure de comprendre les consignes en français;
- 6) Fréquenter un établissement scolaire primaire, secondaire ou collégial.

Il est important de souligner que la présence de déficits attentionnels n'a pas constitué un critère d'inclusion à l'étude. Par ailleurs, aucun seuil de dysfonctionnement attentionnel n'a été fixé préalablement au recrutement. Dans la mesure où le rendement attentionnel paraissait moindre qu'en pré-accidentel, selon les plaintes du patient ainsi que les observations des proches, la participation a été retenue. Quant à la présence de difficultés/plaintes dans d'autres sphères de la cognition, celle-ci n'a toutefois pas été contrôlée. En effet, en limitant la

participation à l'étude seulement aux jeunes ayant subi un TCC et présentant des déficits attentionnels à un seuil précis, la généralisation des résultats de l'échantillon à l'ensemble de la population en traumatologie pédiatrique en aurait aussi été limitée. De plus, bien que le programme d'entraînement ciblait spécifiquement la remédiation des processus attentionnels, les améliorations attendues ne se limitaient pas aux composantes attentionnelles, mais aussi mnésiques et exécutives.

Le critère d'inclusion de la période post-lésionnelle a été fixé à un minimum de trois mois et ce, uniquement pour les participants ayant subi un TCC léger (non complexe). Les prémisses théoriques de ce choix se basent sur les conclusions d'une revue de la littérature faite par « the WHO Collaborating Centre Task Force on Mild Traumatic Brain Injury » indiquant qu'un traumatisme craniocérébral léger cause peu d'effets à court et/ou long terme sur le fonctionnement cognitif, le rendement scolaire et le développement du comportement et que les symptômes commotionnels sont largement résolus à l'intérieur d'une période post-lésionnelles de deux à trois mois (Carroll et al., 2004).

Les critères d'exclusion étaient :

- 1) La présence d'un déficit sensoriel majeur (trouble d'audition ou visuel non corrigé, dysfonction motrice significative pouvant affecter l'exécution de tâches grapho-motrices);
- 2) Un historique ou la présence d'une maladie physique grave non reliée à un TCC mais qui est susceptible de retentir sur les fonctions cognitives (e.g. cancer, etc.);
- 3) La prise d'une médication (autre que psychostimulante) qui pourrait avoir un impact sur le rendement cognitif;
- 4) Des antécédents personnels de dysfonction cérébrale (ex : accident cérébral vasculaire, épilepsie, paralysie cérébrale, etc.);
- 5) Tout diagnostic de trouble développemental prémorbide comprenant des changements anatomiques du cerveau (ex : déficience intellectuelle, trouble envahissant du développement, schizophrénie) et/ou affectant de manière significative la communication et la compréhension (e.g. dysphasie).
- 6) Un traumatisme craniocérébral d'étiologie non-accidentelle (TCCNA);
- 7) La consommation régulière de drogues ou d'alcool – toxicomanie (relevée au dossier ou encore rapportée par le jeune ou ses parents aux questionnaires ou à l'entrevue).

Pour la majorité des participants prenant une médication attentionnelle, la dose a été maintenue pendant toute la durée de l'étude. Cependant les évaluations cognitives (pré et post-tests) ont été effectuées alors qu'ils n'étaient pas sous l'effet de leur médication depuis 24 heures. Cette situation a eu lieu dans le cas où la médication pouvait être arrêtée temporairement sans effet secondaire. Toutefois, lorsque la médication attentionnelle ne pouvait être cessée, telle que l'Atomoxétine (Strattera), celle-ci a été maintenue tout le long de l'étude incluant les pré et post-tests.

Tableau 1. Médication des participants.

Médication	Dose	Groupe Contrôle	Groupe expérimental
Citalopram (Cipralax)	10mg/jour	1	
Méthylphénidate (Concerta)	28mg/jour		2
Lisdexamfétamine (Vyvanse)	20 mg/matin		
Atomoxétine (Strattera)	25mg/soir		1
Acétaminophène-Codéine (Ratio-Emtec-30)	300mg/jour PRN		1
Total		1	4

Note : PRN = Pro Re Nata = au besoin.

Deux participants de l'étude présentaient des antécédents de TDAH préalablement au TCC. Bien que cette situation puisse constituer une limite méthodologique, la répartition équivalente des participants TDAH dans les deux groupes a permis de contrôler les effets confondants de cette condition. Ainsi, ces participants n'ont pas été exclus de l'échantillon afin de ne pas limiter la généralisation des résultats à l'ensemble de la population en traumatologie pédiatrique.

En raison de considérations éthiques et cliniques, les services de réadaptation offerts aux participants ont été maintenus au moment de l'étude. Ainsi, huit participants du groupe contrôle et cinq participants du groupe expérimental recevaient des services dans d'autres disciplines que la neuropsychologie, soit en physiothérapie, ergothérapie, orthophonie et/ou psychologie. Encore une fois, bien que cette situation puisse représenter une limite méthodologique, la répartition équivalente des participants recevant, simultanément au programme d'intervention, des services en orthophonie et psychologie dans les deux groupes a permis de contrôler les effets confondants de cette condition. De plus, bien que les services de réadaptation en ergothérapie auraient été susceptibles d'influencer les effets du programme d'intervention, ceux-ci se sont limités, pour la durée du programme, à du soutien aux intervenants scolaires et à de la gestion de l'agenda et de l'énergie auprès des participants (revoir ses priorités scolaires, s'assurer qu'ils soient inscrits à l'agenda, convenir des meilleurs moments de la journée pour effectuer les devoirs/leçons). Quant aux interventions de physiothérapie, elles n'ont pas été considérées comme étant susceptibles de se répercuter sur le rendement cognitif des participants.

### *Procédure*

Le présent projet est approuvé par le comité éthique du Centre de Recherche Interdisciplinaire en Réadaptation (CRIR). Les informations relatives à l'étude ont été transmises aux parents verbalement par la neuropsychologue au dossier (A. Lahaie) ou par la responsable du projet (M. Séguin). Une lettre d'information a aussi été remise à chaque participant et à au moins un parent pour les enfants âgés de moins de 14 ans. Le consentement verbal a été obtenu des enfants de moins de 14 ans, en plus du consentement écrit de la part de leurs parents. Le consentement écrit des participants âgés de 14 ans et plus a également été obtenu.

### *Temps de mesure*

Lors de la première rencontre, les parents des participants ont complété un questionnaire permettant d'évaluer les dimensions bio-psycho-sociales de l'enfant, incluant les antécédents familiaux, l'histoire pré/péri/post-nataux, le développement et la santé générale de l'enfant. De plus, pour chaque participant, au moins un de ses parents et son enseignant principal ont complété des questionnaires de symptômes comportementaux avant l'intervention, dans les jours suivant celle-ci, ainsi qu'à deux mois après les post-évaluations. Les participants ont également été rencontrés pendant quatre heures pour une évaluation cognitive à l'aide de mesures attentionnelles, mnésiques et exécutives avant et après l'intervention.

Dans le but d'éliminer les biais liés à l'expérimentateur (e.g. effet Rosenthal; Rosenthal & Jacobson, 1968), la batterie de tests a été administrée par un assistant de recherche habilité à l'évaluation neuropsychologique et non informé de l'assignation des participants au groupe expérimental ou contrôle. Dans le cas où l'administration par un assistant n'a été possible, l'évaluation a été faite par un membre de l'équipe connaissant parfois le groupe d'appartenance, mais n'ayant pas pris part à l'intervention. L'examen s'est déroulé en deux rencontres pour les adolescents et en trois rencontres pour les enfants. Les séances étaient d'une durée approximative de 120 minutes chacune, incluant des pauses. L'ordre de passation des épreuves pré et post tests a été contrebalancé. Pour un même participant, l'ordre de passation n'était pas identique aux pré et post-tests afin d'éviter un effet d'ordre. Les questionnaires auto-rapportés (symptômes perçus d'inattention et d'hyperactivité/impulsivité) ont été complétés hors des séances d'évaluation, par les parents/répondant légal et l'enseignant. À chaque fois, une durée d'environ 10 à 15 minutes était nécessaire pour compléter le questionnaire.

### *Mesures*

Préalablement à l'évaluation des fonctions cognitives à l'étude, le quotient intellectuel (QI) de 14 participants a été mesuré à l'aide de l'*échelle d'intelligence abrégée de Wechsler* (WASI; Wechsler, 1999). Le WASI a été utilisé pour les participants dont le QI répertorié au dossier datait de plus de deux ans et pour ceux qui avaient été soumis à une évaluation intellectuelle à l'aide du WISC-IV ou du WAIS-III dans les six premiers mois suivant le TCC. Ces décisions prennent en considération l'effet de pratique susceptible d'être occasionné lors

de la réadministration d'un test dans un court intervalle de temps ainsi que la période de récupération spontanée pouvant invalider la mesure d'intelligence. Pour les autres participants, ayant été évalués au programme de traumatologie du CRDP Le Bouclier dans l'intervalle de six mois à deux ans post-accident, le score du QI disponible au dossier a été utilisé pour contrôler l'intelligence.

Les tests ont été divisés en deux séances en raison de contraintes cliniques et pour limiter un effet de fatigue. L'outil informatisé utilisé dans la batterie de tests représentait une contrainte clinique majeure, n'étant disponible qu'au point de service du Bouclier à St-Jérôme. Les autres tests pouvaient, quant à eux, être administrés dans des points de services du Bouclier qui se trouvaient plus près du domicile des patients. Les tests ont donc été randomisés en deux séances (et en trois pour les enfants), en tenant compte du fait que les épreuves du *test d'évaluation de l'attention* (TAP/TEA; Zimmermann & Fimm, 2009) devaient être administrées lors d'une même séance au point de service de St-Jérôme. Par ailleurs, les décisions suivantes ont été prises pour déterminer le choix des tests administrés par séance;

- 1) Un seul des deux tests de mémoire par séance;
- 2) L'administration des tests de mémoire à un moment où le délai restant est suffisant pour effectuer le rappel différé et la condition de reconnaissance;



- 3) Pour les tests qui impliquent une double-tâche, les tests simple-tâche ont été administrés avant, pour que le participant n'ait pas été exposé à la double tâche sans avoir été familiarisé avec la simple tâche. Par exemple, la tâche « Forme 3 - Synchrone double-tâche du TAP/TEA» comprend une tâche visuelle et une tâche auditive. Afin de familiariser le participant avec chacune de ces tâches, les chercheurs qui ont développés ce test ont créé deux autres tests soit une tâche simple visuelle et une tâche simple auditive reprenant les mêmes caractéristiques que les deux tâches utilisées dans le test d'attention divisée;
- 4) L'administration d'un test plus « interactif » (e.g. Tour de Londres) entre des blocs de tâches attentionnelles plus exigeantes;
- 5) Lorsqu'un test avait été administré dans les six mois précédant le pré-test, ce dernier n'a pas été réadministré en pré-test. Le résultat brut au dossier a été conservé, à moins que ce test n'ait été administré dans les six premiers mois post-TCC, pour les mêmes raisons décrites en regard de l'évaluation intellectuelle.

Quatre ordres prédéfinis ont été créés pour la passation des tests à l'ensemble des participants. Un ordre pour le pré-test en plus d'un ordre différent pour le post-test ont été assignés à chacun des participants. Il a été prévu que le même nombre de participants soit assigné à l'un des quatre ordres en pré-test, de même qu'en post-test, ceci pour le groupe expérimental tout comme le groupe témoin. Par ailleurs, afin d'éviter des effets plafond ou plancher, il a été nécessaire de tenir compte du niveau de difficulté des épreuves en fonction

de l'âge des participants. Ainsi, bien que 25 épreuves sur 26 (adolescents) ou 31 (enfants) soient les mêmes pour l'ensemble des participants, certaines tâches administrées aux enfants ont été remplacées par un test équivalent mais adapté à l'âge des participants adolescents. Par exemple, le sous-test « transmission de codes » de la batterie de *test d'évaluation de l'attention chez l'enfant* (TEA-ch; Manly, Robertson, Anderson & Mimmo-Smith, 2004) administré aux enfants a été remplacé par le sous-test « Loterie » du *Test of Everyday Attention* (TEA; Robertson, Ward, Ridgeway & Nimmo-Smith, 1994) pour les participants plus âgés. En ces occasions, le même ordre a été conservé en remplaçant les sous-tests pour lesquels il y avait un test comparable.

### *Instruments*

Tous les instruments sélectionnés ci-bas pour mesurer les variables possèdent de bonnes qualités psychométriques et sont couramment utilisés dans les milieux cliniques en neuropsychologie. De plus, étant donné le court intervalle de temps entre les différentes évaluations, des tests comportant une version alternative ont été sélectionnés, lorsque disponibles, afin de minimiser autant que possible les effets de pratique.

La batterie neuropsychologique comprenait des tests objectifs et des questionnaires auto-rapportés (cf. Annexe B pour l'association test et variable) :

*Échelle d'intelligence abrégée de Wechsler (WASI; Wechsler, 1999)* : La WASI permet d'obtenir rapidement un score d'intelligence à l'aide de quatre sous-tests :

- *Vocabulaire* : Le participant doit définir des mots.
  
- *Blocs* : Dans ce sous-test, le participant utilise des blocs pour reproduire des dessins de deux couleurs à l'intérieur d'une limite de temps. Les 13 dessins progressent en difficulté allant, d'un dessin simple exigeant deux blocs à un dessin plus complexe en nécessitant neuf.
  
- *Similitudes* : Des mots représentant un concept commun sont lus au participant. Il doit mentionner en quoi les deux mots sont semblables.
  
- *Matrices* : Ce sous-test est composé de quatre types de tâches non verbales de raisonnement : complétion de patterns, classifications, analogies et suites logiques. Le participant doit regarder la matrice dans laquelle il manque une section et la compléter en identifiant le numéro associé à une des cinq réponses ou en pointant cette dernière.

*Tests d'Évaluation de l'Attention* (TAP/TEA; Zimmermann & Fimm, 2009) : Épreuves informatisées évaluant les processus attentionnels.

- *Alerte phasique* : L'alerte phasique correspond à la condition d'éveil général qui permet à une personne de répondre rapidement et de façon appropriée à un stimulus. Dans ce sous-test, le temps de réaction est observé selon deux conditions. La première condition mesure le temps de réaction simple face à un stimulus représenté par une croix à l'écran à un intervalle aléatoire. Le participant doit répondre aussi rapidement que possible en appuyant sur une touche du clavier d'ordinateur. La deuxième condition mesure le temps de réaction face au même stimulus, mais cette fois-ci précédé d'un signal sonore. Le participant doit répondre aussi rapidement que possible en appuyant sur une touche du clavier d'ordinateur lorsqu'il voit la croix et non lorsqu'il entend le signal sonore. Afin de compenser les effets de fatigue, ce test a été développé à l'aide d'un devis ABBA (A : sans avertisseur sonore; B : avec avertisseur sonore). Le sous-test comprend ainsi quatre blocs.
  
- *Go/Nogo : 5 stimuli – 2 cibles* : Cinq formes rectangulaires différentes apparaissent à l'écran dans un ordre pseudo-aléatoire. Deux de ces figures sont définies comme cibles auxquelles le participant doit réagir le plus rapidement possible en appuyant sur le bouton-réponse, et tout en s'abstenant de réagir à l'apparition des trois autres figures.

- *Forme 1 – Synchronisme visuelle* : Une matrice de 4 x 4 points est présentée au centre de l'écran. Ces 16 points constituent des endroits où 6 à 8 petites croix peuvent apparaître simultanément, à un rythme constant prédéterminé. Le sujet doit appuyer le plus rapidement possible sur le bouton-réponse lorsque quatre de ces croix forment ensemble un carré.
  
- *Forme 2 – Synchronisme auditive* : Un son grave et aigu est émis alternativement à un rythme synchronisé avec l'apparition des croix. De temps à autre, deux sons identiques (graves ou aigus) se succèdent. Dans ce cas, le participant doit appuyer le plus rapidement possible sur le bouton-réponse.
  
- *Forme 3 – Synchronisme double-tâche* : Dans cette épreuve, les tâches Forme 1 - synchronisme visuelle et Forme 2 - synchronisme auditive doivent être menées en parallèle.
  
- *Mémoire de travail – niveau 1* : Des nombres composés de deux chiffres apparaissent séquentiellement à l'écran. Le nombre qui apparaît est considéré comme cible s'il est identique à celui qui le précède. Le participant doit alors appuyer le plus rapidement possible sur le bouton-réponse.
  
- *Mémoire de travail – niveau 2* : Des nombres composés de deux chiffres apparaissent séquentiellement à l'écran. Le nombre qui apparaît est considéré comme cible s'il est identique à l'avant-dernier nombre apparu à l'écran. Le participant doit alors appuyer le plus rapidement possible sur le bouton-réponse.

- *Flexibilité – chiffres* : Une lettre et un chiffre sont simultanément présentés à droite et à gauche du centre de l'écran. Deux boutons-réponses sont disposés face au participant. Il doit appuyer sur le bouton réponse situé du même côté que celui où apparaît le chiffre.
- *Flexibilité alternance – lettre/chiffre* : Une lettre et un chiffre sont simultanément présentés à droite et à gauche du centre de l'écran. Deux boutons-réponses sont disposés face au participant. Il doit appuyer sur le bouton réponse situé du même côté que celui où apparaît le chiffre et ensuite la lettre et ainsi de suite. Le participant doit alterner entre les deux types de stimuli.

*Vigil continuous performance test* (Rosvold, 1956)

- Détection d'un K : Des lettres alphabétiques sont présentées à l'écran et le participant doit appuyer le plus rapidement possible sur la barre d'espace d'un clavier d'ordinateur à chaque fois qu'il voit la lettre K.

*Test of Everyday Attention* (TEA; Robertson, Ward, Ridgeway & Nimmo-Smith, 1994) : Le TEA possède des normes ainsi que trois versions alternatives utiles pour des devis expérimentaux à mesures répétées.

- *Loterie* : Le participant doit écouter une série longue et monotone de chiffres et repérer deux chiffres cibles qui se suivent pendant 10 minutes et inscrire sur une feuille les lettres précédant ces deux chiffres.

*Bilan neuropsychologique NEPSY-II* (Korkman, Kirk & Kemp, 2007) :

- *Attention auditive* : Le participant doit toucher un cercle rouge lorsqu'il entend le mot « rouge ».
- *Réponses associées* : Le participant doit adapter sa réponse à des stimuli auditives similaires et/ou contrastes. Il doit appuyer sur un cercle jaune lorsqu'il entend le mot « rouge », il doit appuyer sur le cercle rouge lorsqu'il entend le mot « jaune » et il doit appuyer sur le cercle bleu lorsqu'il entend le mot « bleu ».
- *Inhibition* : Le participant doit inhiber une réponse automatique. Dans la première condition, le participant doit simplement nommer soit la forme (carré ou rond) ou l'orientation de la flèche (vers le haut ou vers le bas). Dans la deuxième condition, le participant doit dire l'inverse de ce qu'il voit soit « carré » lorsqu'il voit un rond ou vers le « haut » si l'orientation de la flèche est vers le bas et inversement. Dans la troisième condition, le participant doit dire l'inverse de ce qu'il voit seulement quand la forme ou la flèche est blanche. Si la forme ou la flèche est noire, il doit nommer la bonne forme ou la bonne orientation de la flèche.

*Échelle d'intelligence pour enfants de Wechsler-IV (2003) et Échelle d'intelligence pour adultes de Wechsler-III (1997)*

- *Annulation* : Le participant doit faire un trait sur tous les animaux lorsque ceux-ci sont disposés de façon structurée et aléatoire.
  
- *Codes* : Le participant doit dessiner le plus rapidement le symbole associé à un chiffre pendant 120 secondes.
  
- *Recherche de symboles* : Le participant doit rechercher la présence d'un de deux symboles parmi quatre autres symboles. Si l'un des deux symboles est présent, le participant doit faire un trait sur le « oui » et si aucun des symboles n'est présent, le participant doit faire un trait sur le « non ». Il doit réaliser le plus rapidement la tâche et ce, en 120 secondes.
  
- *Séquences de chiffres* : Dans la condition directe, le participant doit répéter exactement les chiffres que l'examineur a dits. Dans la condition indirecte, le participant doit dire à l'envers (à rebours), les chiffres que l'examineur a énoncés.



*Test d'évaluation de l'attention chez l'enfant* (TEA-ch; Manly, Robertson, Anderson & Mimmo-Smith, 2004) : Deux versions parallèles sont disponibles (A et B) pour permettre la réévaluation après une intervention de réadaptation.

- *Recherche dans le ciel* : Le participant doit repérer les paires de cibles identiques parmi des distracteurs visuels.
  
- *Contrôle moteur* : Le participant doit encercler le plus rapidement possible les paires de cibles identiques parmi aucun distracteur visuel.
  
- *Coups de fusil* : Le participant doit compter le nombre de sons entendus, présentés à intervalles irréguliers.
  
- *Écouter deux choses à la fois* : Le participant doit écouter une histoire dans laquelle il doit repérer le nom d'un animal, tout en comptant à nouveau des coups de fusil. Il doit retenir à la fois le nom de l'animal et le nombre de sons entendus.
  
- *Faire deux choses à la fois* : Le participant doit réaliser simultanément la tâche de recherche visuelle (recherche dans le ciel) et la tâche de comptage auditif (coups de fusil).
  
- *Transmission de codes* : Pendant 16 minutes, le participant doit écouter une série longue et monotone de chiffres et dire le chiffre qui venait avant deux chiffres cibles.

*Delis-Kaplan Executive Function System (D-KEFS; Delis, Kaplan & Kramer, 2001)*

- *Interférence couleur-mot* : Ce test mesure l'inhibition d'une réponse automatique et la capacité à changer de stratégie de réponse. Il comporte deux conditions de base pour évaluer les habiletés nécessaires pour réaliser les tâches d'inhibition : nommer les couleurs des carrés alignés (condition 1) et lire les noms des couleurs imprimés en noir et blanc (condition 2). Dans la condition 3, le participant doit inhiber une réponse automatique, soit la lecture du mot, pour générer une réponse conflictuelle en nommant plutôt la couleur de l'encre avec laquelle les noms de couleurs sont imprimés. Par exemple, le participant doit dire « vert » lorsque le mot bleu est imprimé en encre verte. Dans la condition 4, qui mesure l'inhibition d'une réponse automatique et la capacité à changer de stratégie de réponse, l'individu doit alterner entre nommer la couleur de l'encre du mot et lire le mot.

*Tour de Londres* (Levin et al., 1994) : Le participant doit déplacer trois boules colorées sur trois tiges suivant un nombre de déplacements définis.

*Test d'apprentissage auditivo-verbal de Rey-Taylor* (RAVLT; Rey, 1958; 1964; Taylor, 1959; Lezak, 1976)

- Versions 1 et 2 : Le RAVLT est constitué d'épreuves d'évocation immédiate et d'évocation différée. En évocation immédiate, il consiste en cinq présentations et rappels d'une première liste de 15 mots (Liste A) suivis d'une présentation et du rappel d'une seconde liste de 15 mots (Liste B), puis du rappel et de la reconnaissance de la liste A. Après un délai de 20 minutes, les deux épreuves d'évocation différée (rappel et reconnaissance de la liste A) sont administrées.

*Brief Visual Memory Test-Revised (BVMT-R; Benedict, 1997)*

- Formes 1 et 2 : Pour les trois rappels immédiats, le participant regarde un ensemble de six figures géométriques pendant 10 secondes et doit dessiner le plus fidèlement possible les stimuli. Après un délai de 25 minutes, un rappel différé et une reconnaissance sont administrés. Dans la phase de reconnaissance, le participant identifie lesquelles des 12 figures faisaient partie des six figures géométriques précédemment présentés lors des trois rappels immédiats.

*Échelle d'intelligence pour enfants de Wechsler-IV-Intégrée (WISC-IV-I; Kaplan et al.,2004)*

- Labyrinthes d'Elithorn : Le participant doit tracer un chemin à travers un nombre spécifique de points du début à la fin d'un labyrinthe selon différentes règles et à l'intérieur d'un temps limite.

*Échelle clinique de Mémoire de Wechsler-III (WMS; Wechsler, 2001)*

- *Empan spatial* : On présente au sujet neuf cubes que l'expérimentateur pointe selon des séries de plus en plus longues (de 2 à 8 positions). Le participant doit reproduire la série en désignant à son tour les cubes dans le même ordre et dans l'ordre inverse.

*Test d'Organisation Visuelle de Hooper (VOT; Hooper, 1958)* : Le VOT est un test mesurant l'habileté à organiser des stimuli visuels. Cet outil comprend 30 dessins de lignes représentant des images d'objets simples qui ont été coupées et réarrangées. Le participant doit assembler dans sa tête toutes les parties de l'image et dire quel serait l'objet. Ce test a été utilisé dans le but de contrôler l'amélioration du traitement visuo-spatial (mesure cognitive non-ciblée par l'intervention) à la suite du programme d'entraînement attentionnel.

*Questionnaire de symptomatologie Conners 3<sup>e</sup>Édition (Conners, 2008)* : Conners 3 - forme longue (auto-évaluation, parent et enseignant) : La version parent se compose de 110 items, celle de l'enseignant de 115 items et le questionnaire d'auto-évaluation de 99 items. Ces formes longues permettent d'identifier le nombre et l'intensité des symptômes d'inattention et d'hyperactivité/impulsivité du participant.

## *Intervention*

*Groupe expérimental : programme d'entraînement attentionnel : Attention! Prêt? On s'enTraine!* Le groupe expérimental (n = 8) a reçu 15 séances d'entraînement en milieu scolaire, à raison de trois séances de 60 minutes par semaine. Le choix d'intervenir en milieu scolaire a été fait dans le but de minimiser l'absentéisme, même si les parents et/ou l'élève avaient été clairement avisés que leur enfant devait être présent à toutes les séances à moins de raisons majeures. Une fréquence de trois fois par semaine a été choisie afin d'assurer une intensité optimale d'intervention (Kleim & Jones, 2008; Raymer et al., 2008; Paquette, 2009). Par ailleurs, cette fréquence versus une fréquence moindre, avait pour but de mieux composer avec les situations imprévues inhérentes au contexte de réadaptation. Ainsi, une séance manquée était reprise à la rencontre suivante. Quatre participants du groupe expérimental ont reçu les 15 séances en six semaines au lieu de cinq afin d'inclure les séances manquées. L'intervention a été effectuée par l'auteure (M. Séguin), ainsi que par la neuropsychologue ayant co-développé le programme « Attention! Prêt? on s'enTraine! » et bénéficiant d'une expertise en neurotraumatologie (A. Lahaie). Afin d'éviter un biais lié à l'intervenant, le déroulement de chaque séance a été transcrit intégralement sous forme d'un manuel d'administration. Ce manuel présente le verbatim des consignes d'administration et de l'enseignement théorique. Il inclut également pour chaque exercice (cf. Annexe G pour un exemple d'exercice), le choix des exemples de la vie courante et des stratégies attentionnelles à fournir au participant au moment opportun (cf. Annexe D pour le verbatim d'une séance type). Une fiche aide-mémoire pour l'intervenant a aussi été élaborée laquelle rassemble, pour chaque type d'attention, plusieurs situations de la vie courante où le processus attentionnel est

requis et laquelle des stratégies attentionnelles serait à privilégier (cf. Annexe F pour un extrait de cette fiche). Un protocole d'administration (cf. Annexe C) comprenant tous les exercices à effectuer par séance a été élaboré afin de colliger les performances (nombre d'erreurs, temps de réponse, observations). Pour favoriser l'encodage et la rétention des stratégies attentionnelles, cinq pictogrammes illustrant chacune des stratégies ont été créés (cf. Annexe E pour un exemple de pictogramme). À chaque séance, les cinq pictogrammes ont été disposés à la vue du participant sur son espace de travail de manière à ce que l'on puisse y faire référence à tout moment. Afin que le participant bénéficie d'une rétroaction visuelle sur ses performances, des correcteurs ont été créés. Ceux-ci permettent après chaque exercice de procéder à une correction immédiate et rapide des exercices d'attention visuelle (cf. Annexe H). Quant aux exercices en modalité auditive, l'examineur note les erreurs sur un protocole de notation qu'il présente au participant à la suite de chaque exercice afin que sa performance puisse être discutée en lien avec les stratégies (cf. Annexe I). Bien que les variables de stress, de motivation et d'effort soient indirectement liées à l'efficacité attentionnelle, il aurait été intéressant d'inclure dans le protocole des exercices de sensibilisation à ces facteurs. Or, ces aspects ont été abordés de manière informelle au cours du programme, mais aucune intervention directe (e.g. stratégies de relaxation, stratégies de respiration, restructuration cognitive, etc.) ne faisait partie intégrante du protocole. L'influence du stress a été présentée aux participants comme une source d'interférence créant une distraction et limitant le rendement attentionnel. Les préoccupations et pensées envahissantes liées au stress ont été discutées avec le participant comme le plaçant en quelque sorte, en situation d'attention divisée, laquelle ne permet pas une efficacité optimale sur le plan attentionnel. Lors de la survenue de pensées/préoccupations/verbalisations en cours de tâche (e.g. anxiété de

performance, examen dans les prochains jours, etc.), le participant était systématiquement invité à observer cette source de distraction et à appliquer les stratégies enseignées au programme, afin de se centrer exclusivement sur la tâche en cours. Pour toutes ces raisons, aucune mesure de l'état de stress-anxiété ni de la motivation n'a été collectée en pré-test ni en post-test.

*Groupe contrôle : aide aux devoirs.* Le choix de ce groupe a été fait en considérant que les effets d'une intervention peuvent également être attribuables à un effet placebo, causé par la présence de facteurs confondants susceptibles de produire un effet similaire à celui que l'on attend d'un entraînement cognitif. Ce groupe contrôle constitue donc une référence représentant ce qui se passe en l'absence d'effet de l'entraînement attentionnel, mais lorsque les participants bénéficient d'une rencontre ponctuelle d'une heure avec un intervenant pendant cinq semaines et ce, à raison de trois fois par semaine. L'effet propre de la remédiation cognitive pourra donc être déterminé en comparant l'évolution d'un groupe de participants recevant l'intervention, en référence à ce qui est observé dans le groupe contrôle. Ceci permettra en effet, de quantifier les effets des différents facteurs confondants. La fréquence, la durée et le nombre de séances ont été les mêmes pour le groupe contrôle ( $n = 9$ ) que pour le groupe expérimental, à l'exception du fait que l'entraînement attentionnel a été remplacé par des séances d'aide/supervision aux devoirs/leçons à domicile, à partir des exigences académiques quotidiennes. Cinq participants du groupe contrôle ont reçu les 15 séances en six semaines et un seul participant a nécessité un total de sept semaines afin d'inclure les séances manquées. Dans le cas où aucun devoir ou leçon n'était rapporté par l'étudiant lors d'une séance, des exercices ciblés provenant des sites interactifs

«alloprof.qc.ca» et «netmaths.net» ont été effectués. Aussi, aucun aspect de l'expérimentation (problèmes attentionnels, problématique du TCC, stratégies attentionnelles, illustrations dans la vie quotidiennes des formes d'attention requises, etc.) n'a été abordé lors des séances d'aide aux devoirs.



## *Analyses préliminaires*

L'observation des distributions de fréquence a permis de constater que la variabilité était satisfaisante pour l'ensemble des variables et que les distributions n'étaient pas bimodales. En somme, aucune irrégularité au niveau des variables n'a été constatée à la suite de ces observations.

Les variables comportant des données manquantes ont été identifiées afin de déterminer si certaines en possédaient plus de 5 %, seuil maximal considéré comme non problématique. La proportion de données manquantes retrouvée dans l'ensemble des variables (continues et catégorielles) à l'étude variait de 0 % à 11,8 %. Étant donné ce faible taux de données manquantes, il sera possible de généraliser à la population étudiée, les résultats d'analyses inférentielles utilisant l'ensemble des variables à l'étude. Toutefois, en raison d'une proportion élevée (23,4 %) de données manquantes pour les variables du nombre et de l'intensité des symptômes d'inattention et d'hyperactivité/impulsivité perçus par le parent et le participant lui-même deux mois après l'intervention ainsi que ceux perçus par l'enseignant durant tout le projet, ces analyses ne pourront être généralisées. Aucune irrégularité supplémentaire au niveau des variables n'a été constatée.

Pour l'ensemble des variables continues de l'échantillon contenant 17 jeunes ayant subi un TCC, les scores de chaque participant ont été transformés en scores  $Z$  afin de déterminer s'il y avait présence de scores extrêmes. La présence de scores se retrouvant en deçà et au-delà de 3,29 écarts types de la moyenne de l'échantillon (ce qui est considéré

comme extrême) a alors pu être vérifiée pour chacune des variables (Field, 2005). Plusieurs variables continues contenaient des scores identifiés comme extrêmes. Celles-ci sont représentées dans le Tableau 4 (cf. Annexe J). Comme les réponses présentaient des scores extrêmes sur quelques variables seulement et non dans leur ensemble, un biais de patron de réponse (e.g. performance volontairement plus faible) a pu être exclu. Également, l'étendue des scores extrêmes ne risquait pas d'avoir un impact disproportionné sur les analyses subséquentes en ne variant pas en deçà de -3,66 et au-delà de 3,56. Il est important de prendre en considération que la présente étude porte sur une population clinique, ce qui implique que les performances faibles ou élevées peuvent ne pas être les mêmes pour l'ensemble des participants sur la même variable. Ainsi, les performances pourraient ne pas se distribuer normalement et causer par le fait même, des scores extrêmes pour certaines des variables à l'étude. De plus, toute transformation des scores extrêmes dans le but d'obtenir une distribution normale pourrait influencer la possibilité de voir un effet de l'entraînement. Ainsi, pour toutes ces raisons et de manière à préserver le caractère représentatif de l'échantillon en regard de l'ensemble des jeunes ayant subi un TCC, les participants ayant obtenu des scores extrêmes n'ont pas été retirés de l'échantillon. De même, aucune transformation supplémentaire n'a été appliquée sur les scores extrêmes en tant que tel.

Afin de s'assurer que chacune des variables continues présente une distribution normale, les indices d'asymétrie et d'aplatissement ont été vérifiés pour l'ensemble de ces dernières. Les indices d'asymétrie varient de -3,47 à 3,15 ( $M = 0,54$ ;  $ÉT = 0,55$ ) et la majorité d'entre eux se situent dans les limites de la normalité (Kline, 1998). Deux variables seulement peuvent être considérées comme asymétriques, c'est-à-dire dépassant la limite de -3 ou +3, la

phase de reconnaissance de la tâche de mémoire visuelle au Temps 2 (-3,47; BVMTR : Reconnaissance) et le taux d'erreurs à la tâche d'attention sélective auditive au Temps 2 (3,15; NEPSY-II : Attention auditive). Dans le cas de ces deux variables, la majorité des participants de l'échantillon ont parfaitement réussi la tâche ainsi les résultats des analyses effectuées avec ces variables ne pourront être généralisés à une population qui aurait obtenu de moins bons résultats à ces épreuves.

Les indices d'aplatissement se distribuent de -1,36 à 12,75 ( $M = 0,89$ ;  $ÉT = 1,07$ ) et se situent majoritairement dans les limites de la normalité (Kline, 1998). Deux variables se situent en deçà et au delà de l'étendue de -10 et 10 proposée par Kline (1998). L'indice d'aplatissement de la variable de reconnaissance visuelle au Temps 2 (BVMT-R : Reconnaissance) se situe à 12,75 tandis que l'indice de la variable du taux d'erreurs lors d'une tâche d'attention auditive au Temps 2 indique 11,00 (NEPSY-II : Attention auditive), la majorité des participants ayant réussi les tâches permettant de mesurer ces variables. Ainsi, l'interprétation des résultats comprenant ces variables sera effectuée avec précaution.

L'indépendance des scores est assurée considérant que les participants ne se connaissaient pas préalablement à leur participation à l'étude. Les participants fréquentaient tous des écoles différentes, sauf deux qui fréquentaient le même établissement secondaire sans être du même niveau. De plus, le processus de collecte de données s'est fait de façon individuelle et aucune interaction entre les participants n'a eu lieu pendant la complétion des questionnaires ni durant les évaluations pré et post-intervention. Les réponses des participants

aux différentes échelles ainsi qu'aux différents temps de mesure peuvent donc être considérées comme étant indépendantes les unes des autres.

Quant aux variables catégorielles, la majorité des distributions dichotomiques répondent minimalement à la proportion 90 : 10 en ce qui concerne la taille des groupes. Cette proportion est obtenue en comparant le groupe comportant le plus grand effectif à celui comportant le plus petit. La première variable catégorielle d'intérêt (type d'intervention) est composée de deux groupes et respecte aussi le taux maximal de 90 : 10. En effet, lorsque le groupe ayant le plus grand effectif ( $n = 9$ ) est comparé à celui ayant le plus petit ( $n = 8$ ), une proportion de 11,25 : 10 est obtenue. Les variables continues et catégorielles à l'étude respectent donc majoritairement les postulats de base des analyses qui seront effectuées.

## Équivalences des groupes

Les moyennes d'âge, de QI et de période post-lésionnelle ont été comparées entre le groupe expérimental et le groupe contrôle à l'aide de tests-*t* bilatéraux à échantillons indépendants et aucune différence significative n'a été relevée. Néanmoins, certaines différences telles que le nombre et le sexe des participants, ainsi que la sévérité et la présence d'un deuxième TCC sont observées entre les deux groupes à l'étude. Tout d'abord, l'échantillon est composé de plus de garçons (11) que de filles (6). De même, le groupe expérimental est composé de plus de garçons (7) et ce, malgré un nombre plus faible de participants (8). Au niveau de la sévérité du TCC, le groupe contrôle est composé d'un participant de plus ayant subi un TCC modéré que dans le groupe expérimental. Deux participants du groupe expérimental et deux du groupe contrôle ont subis un premier TCC préalablement à l'étude. Les caractéristiques des participants sont représentées dans le Tableau 2.

Tableau 2. Caractéristiques des participants.

Groupes	Sexe		Âge (années)		Sévérité du TCC			PPL		QI		2e TCC
	F	H	M	ET	Léger	Modéré	Sévère	M	ET	M	ET	
Expérimental (APT)	1	7	14,77	2,27	5	2	1	2,12	2,19	106,38	12,02	2
Contrôle (ADD)	5	4	14,65	0,53	5	3	1	1,24	1,44	103,44	10,71	2

Note : F = Femme; H = Homme; M = moyenne; ET = Écart type; Âge en années; PPL : Période post-lésionnelle (années); QI = quotient intellectuel; APT = entraînement attentionnel « Attention! Prêt? On s'enTrainee! »; ADD = aide aux devoirs.

### *Équivalence du nombre de séances/semaine d'intervention*

Les caractéristiques du nombre de séances d'intervention sont représentées dans le Tableau 3. Aucune différence significative au niveau du nombre de séances par semaine et du nombre total de séances n'est observée entre les deux groupes.

Tableau 3. Caractéristiques du nombre de séances d'intervention.

Groupes/nombre de semaine	Moyenne du nombre de séances/semaine							Moyenne du nombre total de séances
	1	2	3	4	5	6	7	
Expérimental (APT)	2,5	3	2,88	2,75	2,75	1	0	14,88
Contrôle (ADD)	3	2,56	2,78	2,78	2,44	1,11	0,22	14,88

Note. APT = entraînement attentionnel « Attention! Prêt? On s'enTraîne! »; ADD = aide aux devoirs.

### *Équivalence de l'intensité de l'entraînement des composantes attentionnelles*

Les caractéristiques de l'intensité de l'entraînement attentionnel sont représentées dans le Tableau 4. Des différences au niveau du pourcentage du nombre de séances faites sur le nombre de séances totales par composante attentionnelle sont observées. En effet, l'attention divisée (15%) n'a pas été entraînée autant que les autres composantes attentionnelles.

Tableau 4. Intensité de l'entraînement attentionnel à l'aide du pourcentage du nombre de séances faites sur le nombre de séances totales par composante attentionnelle.

	Attention soutenue	Attention sélective	Alternance attentionnelle	Attention divisée	Mémoire de travail
Pourcentage (%)	25	29	23	15	8

# **Analyses principales**

## **I. Analyses des effets de la remédiation cognitive**

Des analyses de comparaison de moyennes ont été effectuées sur les variables à l'étude en raison de la présence de seulement deux groupes et d'une variable indépendante (le type d'intervention). Dans un premier temps, des tests-*t* à échantillons appariés ont été réalisés afin de comparer le rendement cognitif et comportemental du groupe expérimental avant et après le programme d'entraînement attentionnel. Par la suite, des tests-*t* à échantillons indépendants ont été effectués afin de comparer les performances du groupe expérimental et celles du groupe contrôle au Temps 1 (T1) ainsi qu'au Temps 2 (T2). Ainsi, des tests-*t* unilatéraux ont été privilégiés lorsque l'hypothèse de recherche indiquait clairement le sens de l'effet attendu et des tests-*t* bilatéraux lorsque la direction de l'effet n'était pas connue.

### **A. Analyses du rendement attentionnel**

Le premier objectif de cette étude est de vérifier si le programme d'entraînement intensif des processus attentionnels « Attention! Prêt? On s'enTrain! » permet l'amélioration du rendement attentionnel chez les jeunes ayant subi un TCC. Pour ce faire, les taux d'erreurs et les temps de réponse obtenus par les participants du groupe expérimental sur les mesures des fonctions attentionnelles ont été comparés avant (T1) et après (T2) l'intervention à l'aide de tests-*t* unilatéraux pour échantillons appariés. Parmi tous les tests administrés aux participants, certains d'entre eux ont été sélectionnés a priori, aux fins des présentes analyses



statistiques (cf. Annexe B). Quant aux analyses effectuées sur les tests sélectionnés à posteriori, leurs résultats sont présentés dans une section subséquente. Les résultats indiqués au Tableau 6 (cf. Annexe K) montrent que la remédiation cognitive à l'aide du programme d'entraînement intensif « Attention! Prêt? on s'enTraîne! » a entraîné une différence de performance chez les participants ayant reçu le programme, au niveau de l'attention focalisée et de l'attention soutenue auditive. Il en est également de même en regard de l'attention sélective et de l'attention sélective et l'alternance attentionnelle en modalité visuelle auditive.

En modalité visuelle, on retrouve pour le groupe expérimental, une différence significative au niveau des moyennes des taux d'erreurs et des temps de réponse entre le T1 et le T2 pour les variables d'attention focalisée, d'attention sélective et d'alternance attentionnelle. D'une part, la moyenne des temps de réponse à la tâche d'attention focalisée est significativement plus faible après ( $M = 225,38$ ) qu'avant l'intervention ( $M = 243,25$ ). La taille associée à cet effet est grande ( $\eta^2 = 0,40$ ). D'autre part, le nombre d'erreurs à la tâche d'attention sélective visuelle est significativement plus faible après ( $M = 5,38$ ) qu'avant l'intervention ( $M = 10,75$ ) et la taille de cet effet est grande ( $\eta^2 = 0,54$ ). Aussi, la moyenne des temps de réponse à cette même tâche est significativement plus faible au T2 ( $M = 2593,25$ ) qu'au T1 ( $M = 3119,88$ ). La taille de cet effet est également grande ( $\eta^2 = 0,56$ ). De plus, le nombre d'erreurs à la tâche d'alternance attentionnelle visuelle est significativement plus faible au T2 ( $M = 0,88$ ) qu'au T1 ( $M = 3,00$ ), la taille de cet effet étant considérée grande ( $\eta^2 = 0,66$ ). La moyenne des temps de réponse à cette même tâche est, quant à elle, significativement plus faible après ( $M = 41,50$ ) qu'avant l'intervention ( $M = 53,13$ ), en présence encore une fois, d'un effet de grande taille ( $\eta^2 = 0,81$ ).

En modalité auditive, une différence significative est observée au niveau des moyennes de taux d'erreurs pour les variables d'attention soutenue, d'attention sélective et d'alternance attentionnelle. Le nombre d'erreurs à la tâche d'attention soutenue auditive est significativement plus élevé après ( $M = 0,89$ ) qu'avant l'intervention ( $M = 0,71$ ). L'analyse complémentaire à l'aide de l'éta-carré suggère que la taille associée à cet effet est grande ( $\eta^2 = 0,38$ ). Quant au nombre d'erreurs à la tâche d'attention sélective auditive, il est significativement plus faible après ( $M = 0,00$ ) qu'avant l'intervention ( $M = 0,86$ ). La taille associée à cet effet est grande ( $\eta^2 = 0,51$ ). Aussi, le nombre d'erreurs à la tâche d'alternance attentionnelle auditive est significativement plus faible entre le T2 ( $M = 1,13$ ) et le T1 ( $M = 3,43$ ). La taille de cet effet est également jugée grande ( $\eta^2 = 0,51$ ).

## **i. Analyses des effets confondants sur le rendement attentionnel**

Afin de déterminer si les changements survenus dans le groupe expérimental sont attribuables au programme d'entraînement intensif « Attention! Prêt? on s'enTrainee! » et non à d'autres facteurs susceptibles d'être intervenus entre le T1 et le T2, le groupe expérimental a été comparé à un groupe contrôle n'ayant pas reçu le programme d'entraînement attentionnel, mais ayant subi l'effet de ses facteurs confondants. Ainsi, il est nécessaire que les moyennes du groupe expérimental ne soient pas différentes des moyennes du groupe contrôle au T1, afin que les changements au T2 ne puissent être attribués à une divergence initiale entre les groupes. Les résultats des Tests-*t* bilatéraux pour échantillons indépendants présentés dans le Tableau 7 (cf. Annexe L) démontrent que les groupes ne se distinguent pas au T1. Ainsi, les moyennes des scores obtenus par chacun des groupes aux tâches attentionnelles peuvent être comparées au T2.

Les résultats présentés au Tableau 8 (cf. Annexe M) indiquent que la remédiation cognitive à l'aide du programme d'entraînement intensif « Attention! Prêt? on s'enTrainee! » a entraîné une différence de la performance entre le groupe expérimental et le groupe contrôle au niveau de l'attention soutenue visuelle, de l'alternance attentionnelle visuelle ainsi qu'au niveau de l'attention soutenue auditive au T2.

En modalité visuelle, le nombre d'erreurs à la tâche d'attention soutenue est significativement plus faible chez le groupe expérimental ( $M = 2,75$ ) comparativement au groupe contrôle ( $M = 11,22$ ). L'analyse complémentaire à l'aide de l'éta-carré suggère que la

taille associée à cet effet est grande ( $\eta^2 = 0,48$ ). Aussi, le nombre d'erreurs à la tâche d'alternance attentionnelle est significativement plus faible chez le groupe expérimental ( $M = 0,88$ ) que chez le groupe contrôle ( $M = 2,56$ ). La taille de cet effet est grande ( $\eta^2 = 0,24$ ). Les temps de réponse à cette même tâche sont aussi significativement plus faibles pour le groupe expérimental ( $M = 41,50$ ) que pour le groupe contrôle ( $M = 58,44$ ) après l'intervention. La taille de cet effet est également grande ( $\eta^2 = 0,39$ ).

En résumé, une amélioration significative des taux d'erreurs et des temps de réponses à la tâche d'alternance attentionnelle visuelle est observée entre le T1 et le T2 chez le groupe expérimental. Cette amélioration se différencie également de façon significative en comparaison avec le groupe contrôle au T2. Ainsi, le programme d'entraînement intensif des processus attentionnels « Attention! Prêt? On s'enTrain! » a donné lieu à une amélioration significative de l'alternance attentionnelle visuelle chez les jeunes ayant subi un TCC.

## **B. Analyses du rendement mnésique et exécutif**

Le deuxième objectif de cette étude est de vérifier si le programme d'entraînement attentionnel « Attention! Prêt? On s'enTraine! » permet une généralisation de l'amélioration des performances vers la mémoire à court-terme/la mémoire de travail (MCT/MdeT), la mémoire auditivo-verbale et la mémoire/apprentissage visuel ainsi que sur les fonctions exécutives, chez des jeunes ayant subi un traumatisme craniocérébral. Pour ce faire, les scores obtenus par les participants du groupe expérimental sur les mesures des fonctions mnésiques et exécutives ont été comparés avant et après l'intervention à l'aide de tests-*t* unilatéraux à échantillons appariés. Les résultats des tests-*t* sont présentés dans le tableau 9 (cf. Annexe N) et indiquent que la remédiation cognitive à l'aide du programme d'entraînement intensif « Attention! Prêt? On s'enTraine! » a entraîné une amélioration de la performance au niveau de la MCT/MdeT, de la mémoire/apprentissage visuel, de la flexibilité mentale et de la planification visuoconstructive chez les participants du groupe expérimental. En effet, le nombre d'erreurs est significativement plus faible entre le T2 ( $M = 0,38$ ) et le T1 ( $M = 2,13$ ) à la tâche de MCT/MdeT. La taille de cette effet est grande ( $\eta^2 = 0,38$ ). De plus, une différence significative au niveau de la moyenne est observée entre le T1 et le T2 pour les variables d'apprentissage visuel/mémoire visuelle. L'analyse complémentaire à l'aide de l'éta-carré suggère que les tailles associées à ces effets sont grandes ( $\eta^2 = 0,48; 0,64$ ). Les résultats de l'apprentissage à la tâche de mémoire visuelle s'avère en fait, significativement plus faible après ( $M = 1,56$ ) qu'avant l'intervention ( $M = 3,50$ ). Par ailleurs, la moyenne du score total à cette même tâche est significativement plus élevée au T2 ( $M = 29,00$ ) qu'au T1 ( $M = 25,00$ ) pour le groupe expérimental. En ce qui a trait aux mesures exécutives, le score total à la Tour

de Londres (Levine et al., 1994) est plus grand après l'intervention ( $M = 40,38$ ) qu'avant cette dernière ( $M = 36,63$ ). À nouveau, la taille de cet effet est jugée grande ( $\eta^2 = 0,39$ ). De même, le score total à l'autre tâche de planification visuoconstructive (WISC-IV-I; Labyrinthes d'Elithorn) s'avère plus grand après l'intervention ( $M = 46,38$ ) qu'avant celle-ci ( $M = 40,50$ ) et la taille de son effet est également jugée grande ( $\eta^2 = 0,35$ ).

### **i. Analyses des effets confondants sur le rendement mnésique et exécutif**

Toujours dans le but de déterminer si les changements survenus dans le groupe expérimental peuvent être attribuables au programme d'entraînement intensif « Attention! Prêt? On s'enTrainee! » et non à d'autres facteurs susceptibles d'être intervenus entre le T1 et le T2, les moyennes du groupe expérimental ont été comparées à celles du groupe contrôle au T1. À l'aide des résultats des Tests-*t* bilatéraux à échantillons indépendants présentés dans le Tableau 10 (cf. Annexe O), il est démontré que les groupes ne se distinguent pas au T1 sur la majorité des variables, mis à part en ce qui a trait à l'apprentissage visuel. La taille de cet effet est jugée grande ( $\eta^2 = 0,26$ ). En effet, le score d'apprentissage est significativement plus faible chez le groupe expérimental ( $M = 3,50$ ) que chez le groupe contrôle ( $M = 5,56$ ) au T1. Ainsi, à l'exception de la variable apprentissage visuel, les moyennes des scores obtenus aux tâches mnésiques et exécutives peuvent être comparées au T2.

Les résultats présentés au Tableau 11 (cf. Annexe P) indiquent que la remédiation cognitive à l'aide du programme d'entraînement intensif « Attention! Prêt? On s'enTrainee! » a entraîné une différence significative de la performance aux tâches de MCT/MdeT, de

flexibilité mentale et de planification visuoconstructive entre les groupes expérimental et contrôle au T2. En effet, le nombre d'erreurs à la tâche de MCT/MdeT est significativement plus faible chez le groupe expérimental ( $M = 0,38$ ) que chez le groupe contrôle ( $M = 2,44$ ) après l'intervention. L'analyse complémentaire à l'aide de l'éta-carré suggère que la taille de cet effet est grande ( $\eta^2 = 0,40$ ). Aussi, le score total à la tâche de planification visuoconstructive (Tour de Londres) est significativement plus élevé chez le groupe expérimental ( $M = 40,38$ ) que chez le groupe contrôle ( $M = 37,22$ ) en présence d'une grande taille d'effet ( $\eta^2 = 0,23$ ). De plus, le score total à l'autre tâche de planification visuoconstructive (WISC-IV-I; Labyrinthes d'Elithorn) s'avère significativement plus élevé chez le groupe expérimental ( $M = 46,38$ ) comparativement au groupe contrôle ( $M = 40,22$ ). À nouveau, l'effet retrouvé est de grande taille ( $\eta^2 = 0,21$ ).

En résumé, une amélioration significative des taux d'erreurs et aux tâches de mémoire à court terme/mémoire de travail et de flexibilité cognitive est observée entre le T1 et le T2 chez le groupe expérimental. Cette amélioration se différencie également de façon significative en comparaison avec le groupe contrôle au T2. De plus, une amélioration significative du score total aux deux tâches de planification visuoconstructive est également observée entre le T1 et le T2 chez le groupe expérimental. Cette amélioration se distingue aussi de façon significative en comparaison avec le groupe contrôle au T2. Ainsi, Le programme d'entraînement intensif des processus attentionnels « Attention! Prêt? On s'enTrainee! » permet l'amélioration significative de la mémoire à court terme/mémoire de travail, de la flexibilité mentale et de la planification visuoconstructive chez les jeunes ayant subi un TCC.

## C. Analyses de l'intensité et du nombre symptômes d'inattention et d'hyperactivité/impulsivité

Le troisième objectif est de vérifier si le programme d'entraînement attentionnel « Attention! Prêt? On s'enTraîne! » diminue l'intensité et/ou le nombre de symptômes d'inattention et d'hyperactivité/impulsivité perçus chez les jeunes ayant subi un traumatisme craniocérébral. Pour ce faire, l'intensité et le nombre de symptômes d'inattention et d'hyperactivité/impulsivité perçus par les parents, les enseignants et les participants du groupe expérimental eux-mêmes ont été comparés avant et après l'intervention à l'aide de tests-*t* unilatéraux pour échantillons appariés. Les résultats des tests-*t* qui comparent le groupe expérimental en pré et post intervention sont présentés dans le tableau 12 (cf. Annexe Q). Ils indiquent que la remédiation cognitive à l'aide du programme d'entraînement intensif « Attention! Prêt? On s'enTraîne! » a entraîné la diminution du nombre de symptômes perçus par les parents de participants ayant reçu le programme d'entraînement attentionnel. En effet, les parents perçoivent un moins grand nombre de symptômes d'hyperactivité/impulsivité chez leur enfant après qu'il ait bénéficié du programme d'entraînement ( $M = 0,86$ ) comparativement à avant ce dernier ( $M = 1,57$ ). L'analyse complémentaire à l'aide de l'éta-carré suggère une grande taille d'effet ( $\eta^2 = 0,51$ ).



## **i. Analyses des effets confondants sur l'intensité et du nombre symptômes d'inattention et d'hyperactivité/impulsivité**

Afin de déterminer si les changements survenus dans le groupe expérimental peuvent être attribuables au programme d'entraînement intensif « Attention! Prêt? On s'enTraine! » et non à d'autres facteurs susceptibles d'être intervenus entre le T1 et le T2, le groupe expérimental a été comparé à un groupe contrôle n'ayant pas reçu le programme d'entraînement attentionnel, mais ayant subi l'effet de ses facteurs confondants. Rappelons que si les moyennes du groupe expérimental ne s'avèrent pas différentes de celles du groupe contrôle au T1, les changements au T2 ne pourront être attribués à une divergence initiale entre les groupes.

Les résultats des Tests-*t* bilatéraux pour échantillons indépendants présentés dans le Tableau 13 (cf. Annexe R), indiquent que les groupes ne se distinguent pas au T1 sur la majorité des variables. Toutefois, au niveau de l'auto-évaluation de ses symptômes par le participant lui-même, il existe une différence significative entre les groupes au T1. En effet, la moyenne du **nombre** de symptômes d'hyperactivité/impulsivité perçus par les participants est significativement plus élevée chez le groupe contrôle ( $M = 2,67$ ) que chez le groupe expérimental ( $M = 0,71$ ). La taille de cet effet est jugée grande ( $\eta^2 = 0,27$ ). Aussi, une différence significative est observée entre les deux groupes au niveau de la moyenne du **nombre** de symptômes d'inattention perçus chez leur enfant par les parents. En effet, les parents des participants du groupe expérimental ( $M = 3,00$ ) perçoivent moins de symptômes

d'inattention chez leur enfant que les parents du groupe contrôle ( $M = 4,66$ ). La taille de cet effet est également jugée grande ( $\eta^2 = 0,24$ ).

Ainsi, en raison de ces divergences initiales entre les groupes à l'étude, aucune moyenne relative à l'intensité et au nombre de symptômes peuvent ainsi être comparées au Temps 2.

En résumé, une diminution significative du nombre de symptômes d'hyperactivité/impulsivité est perçue par les parents des participants ayant bénéficié de l'entraînement attentionnel. Toutefois, cette diminution n'est significativement pas différente en comparaison au groupe ayant reçu l'aide aux devoirs au T2 donc ne peut être considérée spécifique au programme « Attention! Prêt? on s'enTraine! ». En effet, préalablement à l'intervention, les parents des participants du groupe contrôle percevaient déjà moins de symptômes d'hyperactivité/impulsivité chez leur enfant que les parents des enfants du groupe expérimental. Les parents des enfants du groupe contrôle n'ont par ailleurs perçu aucune diminution significative des symptômes d'hyperactivité/impulsivité après l'intervention. Pour cette raison, bien que les parents des participants ayant bénéficié de l'entraînement attentionnel aient perçu significativement moins de symptômes après l'intervention, cette amélioration n'a pu être mise en évidence en référence au groupe contrôle.

## D. Analyses du rendement visuo-spatial

Le dernier objectif de cette étude est de vérifier si le rendement visuo-spatial mesuré à l'aide du Test d'Organisation Visuelle de Hooper (VOT; 1958) des jeunes ayant subi un traumatisme craniocérébral demeure inchangé suite à un entraînement attentionnel qui n'adresse pas spécifiquement cette fonction. Pour ce faire, les scores obtenus par les participants sur la mesure visuo-spatiale seront comparés avant et après l'intervention à l'aide de tests-*t*. Les résultats des tests-*t* unilatéraux pour échantillons appariés qui comparent le groupe expérimental en pré et post intervention n'ont pas démontré d'amélioration du rendement visuo-spatial chez les participants ayant bénéficié du programme d'entraînement intensif « Attention! Prêt? on s'enTraîne! » ( $t(7)=-1.20, p=0.27$ ). En effet, la performance visuo-spatiale du groupe expérimental au T1 ( $M = 26,56$ ) est demeurée semblable au T2 ( $M = 27,31$ ).

De plus, les résultats des tests-*t* bilatéraux à échantillons indépendants qui comparent le groupe expérimental au groupe contrôle n'indiquent aucune différence entre le groupe expérimental et le groupe contrôle et ce, autant avant ( $t(15)=-1.21, p=0.91$ ) qu'après ( $t(9,18)=-0.76, p=0.47$ ) l'intervention. En effet, au T1, le score total du groupe expérimental ( $M = 26,56$ ) à la tâche visuo-spatiale n'est pas significativement différent de celui obtenu par le groupe contrôle ( $M = 26,44$ ). La performance à cette même tâche demeure également similaire au Temps 2 lorsque le groupe expérimental ( $M = 27,31$ ) est comparé au groupe contrôle ( $M = 26,44$ ).

## **E. Analyses a posteriori du rendement attentionnel, mnésique et exécutif**

Des analyses statistiques a posteriori ont été effectuées afin de vérifier si le programme d'entraînement attentionnel « **Attention! Prêt? On s'enTrain!** » permettait une amélioration du rendement attentionnel et une généralisation à la mémoire à court-terme/mémoire de travail, à la mémoire/apprentissage auditivo-verbal, à la mémoire/apprentissage visuel ainsi qu'aux fonctions exécutives chez des jeunes ayant subi un traumatisme craniocérébral. Pour ce faire, les scores obtenus par les participants du groupe expérimental à d'autres mesures de ces fonctions cognitives ont été comparés avant et après l'intervention, à l'aide de tests-*t* unilatéraux à échantillons appariés.

Les résultats présentés au Tableau 15 (cf. Annexe T) indiquent que la remédiation cognitive à l'aide du programme d'entraînement intensif « **Attention! Prêt? On s'enTrain!** » a entraîné une amélioration de la vitesse de traitement de l'information, du balayage visuel, de l'attention focalisée, de l'attention sélective visuelle et auditive ainsi que la flexibilité mentale. Plus précisément, la moyenne des scores totaux à une tâche mesurant la vitesse de traitement de l'information (codes) est significativement plus élevée au T2 ( $M = 69,38$ ) qu'au T1 ( $M = 61,50$ ). L'analyse complémentaire à l'aide de l'éta-carré suggère que la taille associée à cet effet est grande ( $\eta^2 = 0,48$ ). Le score total de la variable de vitesse de traitement de l'information est également significativement plus élevé après ( $M = 38,25$ ) qu'avant l'intervention ( $M = 32,75$ ) lors de la tâche de recherche de symboles. La taille associée à cet effet est grande ( $\eta^2 = 0,50$ ). Les moyennes de temps de réponse à la tâche de lecture de mots

sont significativement plus faibles au Temps 2 ( $M = 22,13$ ) qu'au T1 ( $M = 24,13$ ) et la taille de cette différence est grande ( $\eta^2 = 0,50$ ). Au niveau de l'attention focalisée, la moyenne des temps de réponse est significativement plus faible au T2 ( $M = 210,75$ ) qu'au T1 ( $M = 228,88$ ). Cette différence représente un effet de grande taille ( $\eta^2 = 0,54$ ). D'autre part, le nombre d'erreurs à la tâche de balayage visuel est significativement plus élevé au T2 ( $M = 2,00$ ) qu'au T1 ( $M = 1,00$ ) et la taille de cet effet est grande ( $\eta^2 = 0,57$ ). À cette même tâche, la moyenne des temps de réponse est significativement plus faible après ( $M = 4643,00$ ) qu'avant l'intervention ( $M = 5308,88$ ) en présence d'une grande taille d'effet ( $\eta^2 = 0,82$ ). Au niveau de l'attention sélective visuelle, le nombre d'erreurs est significativement plus bas après ( $M = 0,75$ ) qu'avant l'intervention ( $M = 4,00$ ) et la taille associée à cet effet est grande ( $\eta^2 = 0,86$ ). Aussi, concernant l'attention sélective auditive, la moyenne des temps de réponse est significativement plus élevée au T2 ( $M = 549,00$ ) qu'au T1 ( $M = 480,25$ ) avec une grande taille d'effet ( $\eta^2 = 0,51$ ). En ce qui a trait aux fonctions exécutives, les taux d'erreurs à la tâche de flexibilité mentale sont plus bas après ( $M = 1,75$ ) qu'avant ( $M = 3,13$ ) l'intervention. De plus, à la même tâche, les moyennes des temps de réponse sont plus aussi plus basses au T2 ( $M = 50,50$ ) qu'au T1 ( $M = 60,75$ ). Ces différences représentent respectivement de grandes tailles d'effet ( $\eta^2 = 0,39$ ;  $\eta^2 = 0,57$ ).

### **i. Analyses a posteriori des effets confondants sur le rendement attentionnel, mnésique et exécutif**

Toujours dans le but de déterminer si les changements survenus dans le groupe expérimental peuvent être attribuables au programme d'entraînement intensif « Attention! Prêt? On s'enTraine! » et non à d'autres facteurs susceptibles d'être intervenus entre le T1 et le T2, les moyennes du groupe expérimental ont été comparées au groupe contrôle au T1.

À l'aide des résultats des Tests-*t* à échantillons indépendants présentés dans le Tableau 16 (cf. Annexe U), il est maintenant clair que les groupes se distinguent au T1 sur la majorité des variables mise à part la variable d'attention sélective visuelle. La taille de cet effet est jugée grande ( $\eta^2 = 0,24$ ). En effet, la moyenne des temps de réponse est significativement plus faible entre le groupe expérimental ( $M = 843,00$ ) et le groupe contrôle ( $M = 952,44$ ) au T1. Les moyennes des scores obtenus aux tâches mnésiques et exécutives peuvent ainsi être comparées au T2.

Les résultats présentés au Tableau 17 (Annexe V) indiquent que la remédiation cognitive à l'aide du programme d'entraînement intensif « Attention! Prêt? On s'enTraine! » a aussi entraîné une différence significative de la performance à des tâches de balayage visuel, d'attention sélective visuelle et auditive et de flexibilité mentale entre les groupes expérimental et contrôle au T2. Plus précisément, le nombre d'erreurs à la tâche de balayage visuel est significativement plus élevé chez le groupe expérimental ( $M = 2,00$ ) que chez le groupe contrôle ( $M = 1,13$ ) et la taille de cet effet est grande ( $\eta^2 = 0,19$ ). Au niveau de

l'attention sélective visuelle, le nombre d'erreurs est significativement plus bas chez le groupe ayant reçu l'intervention attentionnelle ( $M = 0,75$ ) que chez celui n'en ayant pas bénéficié ( $M = 3,33$ ). La taille associée à cet effet est grande ( $\eta^2 = 0,56$ ). Aussi, concernant l'attention sélective auditive, le nombre d'erreurs est également significativement plus bas chez le groupe expérimental ( $M = 0,50$ ) que chez le groupe contrôle ( $M = 1,67$ ) avec une grande taille d'effet ( $\eta^2 = 0,42$ ). En ce qui a trait aux fonctions exécutives, le nombre d'erreurs à la tâche de flexibilité mentale est significativement plus faible chez le groupe ayant reçu le programme d'entraînement ( $M = 1,75$ ) que chez ceux ayant reçu l'aide aux devoirs ( $M = 2,88$ ). Encore une fois, cette différence est de grande taille ( $\eta^2 = 0,42$ ).

En résumé, une amélioration significative des taux d'erreurs aux tâches de balayage visuel, d'attention sélective visuelle et de flexibilité cognitive est observée entre le T1 et le T2 chez le groupe expérimental. Cette amélioration se différencie également de façon significative en comparaison avec le groupe contrôle au T2. Ainsi, le programme d'entraînement intensif des processus attentionnels « Attention! Prêt? On s'enTraine! » permet l'amélioration significative du balayage visuel, de l'attention sélective visuelle et de la flexibilité cognitive chez les jeunes ayant subi un TCC.

## Discussion

L'objectif principal de cette étude consistait à évaluer l'efficacité du programme d'entraînement intensif des processus attentionnels : « Attention! Prêt? On s'enTraine! » chez des enfants et adolescents ayant subi un TCC. Pour ce faire, le rendement attentionnel, mnésique et exécutif ainsi que l'intensité et le nombre de symptômes d'inattention et d'hyperactivité/impulsivité des jeunes ayant suivi le programme de remédiation attentionnelle ont été comparés à ceux de participants ayant également subi un TCC, mais ayant bénéficié de séances d'aide aux devoirs sans intervention attentionnelle.

Tout d'abord, afin d'étudier l'impact du programme de remédiation attentionnelle sur les fonctions cognitives, deux hypothèses ont été émises. Selon la première hypothèse, le programme d'entraînement attentionnel « Attention! Prêt? On s'enTraine! » permet une amélioration du rendement attentionnel chez les jeunes ayant subi un traumatisme craniocérébral. Selon la deuxième hypothèse, le programme de remédiation attentionnelle permet une généralisation de l'amélioration des performances à d'autres fonctions cognitives telles que la mémoire et les fonctions exécutives chez la même population.

Par la suite, l'impact du programme de remédiation des processus attentionnels sur les symptômes observables d'inattention et d'hyperactivité/impulsivité a été étudié selon l'hypothèse que le programme d'entraînement attentionnel « Attention! Prêt? On s'enTraine! » diminue l'intensité et le nombre de symptômes d'inattention et d'hyperactivité/impulsivité perçus chez les jeunes ayant subi un traumatisme craniocérébral.



## **I. Effets de l'entraînement cognitif sur le rendement attentionnel**

Les résultats de la présente étude indiquent, pour les participants cérébrolésés ayant reçu le programme de remédiation attentionnelle, des améliorations significatives au niveau de l'attention focalisée et de l'attention sélective et l'alternance attentionnelle. De plus, bien que le contrôle attentionnel ne soit pas représenté sous cette appellation dans le modèle de Sohlberg & Mateer (1987), des améliorations significatives sont aussi retrouvées à ce niveau suite au programme d'entraînement « **Attention! Prêt? on s'enTrainee!** ». En ce qui concerne l'attention soutenue et l'attention divisée, l'effet de l'intervention attentionnelle n'a pas été aussi clair. Les résultats pour ces fonctions seront également discutés dans les sections suivantes.

### **A. Attention focalisée**

L'entraînement à l'aide du programme « **Attention! Prêt? On s'enTrainee!** » a permis l'amélioration des temps de réaction à la tâche informatisée d'attention focalisée (TAP/TEA – Alerte phasique sans avertisseur). En effet, suite à l'intervention, les participants sont plus rapides à appuyer sur un bouton-réponse lors de l'apparition d'un stimulus visuel (croix) sur un écran d'ordinateur. Toutefois, cette amélioration a également été observée chez le groupe contrôle. Ces résultats pourraient s'expliquer, du moins en partie, par le fait que l'attention focalisée n'a pas été directement entraînée avec le programme d'entraînement (cf. Tableau 4). En effet, bien que l'attention focalisée fasse partie intégrante du modèle neuropsychologique de l'attention de Sohlberg & Mateer (1987), l'intérêt d'adresser spécifiquement cette

composante attentionnelle dans la structure du programme n'a pas été retenu. Ainsi, l'attention focalisée n'a pas été nommée ni enseignée au participant comme étant un type d'attention requis dans le quotidien. Cette décision a été basée sur le fait qu'elle ne constitue généralement pas une des plaintes cognitives recensées par la plupart des patients ayant subi un TCC (Anderson et al., 1998; Levin et al., 2007). Or, a posteriori, il doit être noté que le programme de remédiation attentionnelle permet tout de même d'entraîner implicitement l'attention focalisée, de par l'utilisation d'un bouton-réponse et de la rétroaction concernant le temps de complétion des tâches. En effet, dans certaines tâches d'entraînement auditives en version lente, le participant devait appuyer sur un bouton-réponse lorsqu'il entendait les chiffres 3 et 7. Dans le même type d'exercice en version rapide, le participant devait également appuyer sur les chiffres 3 et 7, mais beaucoup plus rapidement et ce, en demeurant centré sur la tâche. De même, dans plusieurs tâches visuelles, le participant était chronométré dans le but d'améliorer sa performance non seulement au niveau du nombre d'erreurs, mais aussi au niveau du temps. Il était clairement expliqué au participant que cette façon de faire visait une amélioration plus globale de l'efficacité attentionnelle, c'est-à-dire une amélioration de l'exactitude des réponses sans que cela se fasse au détriment du temps de complétion de la tâche et vice-versa. Par ailleurs, l'une des stratégies enseignées et pratiquées avec le participant avait pour appellation « FOCUS », laquelle était associée surtout à l'attention sélective et au contrôle des interférences. Il demeure possible, puisque le participant arrive éventuellement à utiliser les stratégies de manière interne, sous forme d'un travail métacognitif, qu'il l'ait appliquée lors des tâches d'attention focalisée, de manière à maintenir une vigilance optimale. Quant à l'amélioration des temps de réaction également observée chez le groupe contrôle, bien que les participants n'aient pas reçu d'entraînement attentionnel, ils

ont tout de même bénéficié de la présence d'un intervenant trois fois par semaine durant cinq semaines. Ainsi, il est possible que l'attention focalisée se soit développée en raison de la vigilance attentionnelle sollicitée lors des séances d'une heure d'aide aux devoirs. De plus, l'intensité de l'intervention (trois fois par semaine durant cinq semaines) a pu contribuer à l'amélioration de la performance aux tâches d'attention focalisée après l'intervention (Sturm et al., 1997).

La présence d'une amélioration de l'attention focalisée par ce programme d'entraînement semble donc, tel que décrit dans le modèle de Van Zomeren et Brouwer (1994), avoir amélioré l'état de vigilance, plus spécifiquement au niveau de sa dimension phasique. Toutefois, cette amélioration est également observée chez le groupe ayant reçu de l'aide aux devoirs et limite ainsi la spécificité de l'amélioration de l'attention focalisée au programme d'entraînement. Néanmoins, bien qu'elle ne soit pas spécifique au programme d'intervention, cette mobilisation plus rapide des ressources attentionnelles observée après l'intervention attentionnelle a pu être susceptible d'interagir avec l'efficacité attentionnelle globale et conséquemment, de contribuer dans une certaine mesure à l'amélioration d'autres composantes attentionnelles.

## **B. Alternance attentionnelle**

Le concept d'alternance attentionnelle du modèle neuropsychologique de Sohlberg & Mateer (1987) fait référence au déplacement efficace et de façon répétitive du focus attentionnel entre des tâches présentant des exigences cognitives distinctes. Suite au programme d'entraînement « Attention! Prêt? On s'enTraine! », une amélioration de la flexibilité mentale a été observée à ces tâches chez les participants ayant reçu le programme d'entraînement attentionnel. Rappelons que des tâches informatisées de flexibilité mentale ont été utilisées afin d'avoir une mesure plus juste de cette composante exécutive (TAP/TEA; Flexibilité – chiffres; Flexibilité – lettres/chiffres). Suite à l'intervention, les participants ayant reçu le programme attentionnel commettent moins d'erreurs et complètent plus rapidement les tâches de flexibilité mentale que les participants ayant reçu l'aide aux devoirs. Lors de la tâche de flexibilité simple impliquant une lettre et un chiffre qui sont simultanément présentés à droite et à gauche du centre de l'écran, les participants sont plus rapides et font moins d'erreurs lorsqu'ils doivent appuyer du même côté que celui où apparaît le chiffre. Ils sont aussi meilleurs après l'intervention lors de la tâche de flexibilité complexe, impliquant aussi une lettre et un chiffre qui sont simultanément présentés à droite et à gauche du centre de l'écran. En effet, ils sont plus rapides et commettent moins d'erreurs lorsqu'ils doivent appuyer sur le bouton réponse situé du même côté que celui où apparaît le chiffre et ensuite la lettre et ainsi de suite. Les participants sont ainsi plus aptes à alterner entre les lettres et les chiffres après l'intervention de remédiation attentionnelle. Toutefois, ces améliorations à la tâche plus complexe de flexibilité mentale sont également retrouvées chez le groupe contrôle après l'intervention. Des analyses a posteriori ont permis de mettre en lumière l'amélioration

des temps de réponse à la tâche de flexibilité/alternance du sous-test d'interférence couleur-mot (D-KEFS). Plus spécifiquement, cette quatrième condition du sous-test d'interférence couleur-mot, en plus de demander d'inhiber une réaction automatique à un stimulus saillant, implique l'alternance entre deux contraintes (lire le mot lorsqu'il est encadré ou dire la couleur de l'encre lorsqu'il ne l'est pas). Elle paraît ainsi susciter davantage la capacité de flexibilité mentale que les autres conditions de cette tâche (Bohnen et al., 1992). Les participants ayant reçu l'entraînement attentionnel ont aussi fait moins d'erreurs à cette tâche de flexibilité mentale et ce, comparativement au groupe contrôle. Ainsi, grâce à l'entraînement intensif utilisant des exercices d'alternance attentionnelle telle que la tâche préalablement présentée (alterner entre les chiffres pairs et impairs), les participants apparaissent devenir plus efficaces à se désengager et à déplacer leur focus attentionnel d'une tâche à l'autre, tout en résistant à l'interférence de la tâche précédente. Il est ainsi possible de croire que l'amélioration de cette composante attentionnelle aurait un effet sur l'habileté du participant à alterner son attention entre, par exemple, des additions et des soustractions disposées aléatoirement, pour ensuite revenir aux additions lors d'un examen sur les opérations mathématiques et ce, sans faire d'erreur d'inattention tel que faire une addition plutôt qu'une soustraction.

Or, le concept d'alternance attentionnelle apparaît difficile à dissocier de certaines autres fonctions cognitives, telles que l'attention sélective, le contrôle attentionnel, l'inhibition et la flexibilité mentale, tant au niveau théorique que dans les épreuves utilisées pour mesurer cette fonction. À notre connaissance, aucune épreuve psychométrique/neuropsychologique n'est en mesure d'évaluer l'alternance attentionnelle de manière isolée. Dans la présente étude, certaines tâches typiquement associées à d'autres fonctions cognitives, mais qui sont

impliquées lorsqu'une alternance de l'attention est requise, se sont avérées mieux réussies par le groupe expérimental comparativement au groupe contrôle suite à leur intervention respective. Ces résultats, notamment ceux en lien avec les mécanismes d'inhibition et la flexibilité mentale, seront discutés dans la section portant sur les effets exécutifs. En ce qui concerne la fonction d'alternance attentionnelle prise isolément et telle que représentée dans le modèle de Sohlberg et Mateer (1987), il demeure possible qu'elle soit plus difficile à mesurer puisqu'elle pourrait impliquer le fonctionnement optimal et simultané de plusieurs sous-composantes attentionnelles. Ainsi, ceci explique probablement que les résultats du groupe expérimental à la tâche d'alternance complexe décrite précédemment se soient améliorés, mais que cette amélioration ne se distingue pas significativement de celle observée chez le groupe contrôle.

### **C. Attention sélective**

Les performances à la tâche d'attention sélective visuelle ont été meilleures pour le groupe ayant reçu l'intervention de remédiation attentionnelle. En effet, les participants du groupe expérimental ont fait moins d'erreurs lors de la détection d'un stimulus particulier dispersé à travers plusieurs autres stimuli distracteurs dans une tâche informatisée de balayage visuel (TAP/TEA – balayage visuel avec cible). Bien que cette amélioration ne soit que marginalement ( $p = 0.07$ ) différente du groupe contrôle après leur intervention respective, ceci peut s'expliquer par une faible puissance statistique en raison d'un faible échantillon ( $n = 17$ ) ayant dissimulé une possible différence entre les deux groupes. Afin d'appuyer davantage l'amélioration de la performance observée chez le groupe expérimental à la tâche d'attention

sélective visuelle, des analyses a posteriori ont été réalisées sur des mesures attentionnelles qui n'ont pas été utilisées pour les analyses statistiques principales, mais qui évaluent tout de même cette variable. Suite à l'intervention, la diminution significative du nombre d'erreurs à une tâche informatisée d'attention sélective (TAP/TEA – Forme 1 : synchrone visuelle) a été observée chez le groupe expérimental et ce, comparativement au groupe contrôle. Ainsi, à la suite du programme d'entraînement, les participants sont meilleurs pour reconnaître un stimulus parmi plusieurs autres distracteurs et ce, indépendamment de leur caractère saillant. Selon Camus (1996), la notion d'effort ou de contrôle attentionnel, comprise dans le modèle de la sélectivité de Kahneman (1973) permet d'expliquer la sélection de stimuli pertinents, indépendamment de leur caractère saillant. Ainsi, l'amélioration du contrôle et de l'effort attentionnel, laquelle sera discutée ci-bas, pourrait vraisemblablement avoir permis aux participants d'avoir une meilleure performance aux tâches d'attention sélective. En effet, les observations qualitatives faites au cours du programme d'entraînement montrent qu'en contexte de tâches avec interférence, il était possible de comparer aisément la performance du participant avec ses résultats lorsque les exercices étaient présentés sans interférences/distractions. Il est devenu progressivement « observable » et significatif pour le participant de prendre conscience qu'il était moins efficace en situation où de l'interférence était présente et qu'il avait intérêt à fournir un effort supplémentaire et à appliquer ses stratégies.

## **D. Contrôle attentionnel**

Les résultats montrent une amélioration significative de la performance à la tâche de contrôle attentionnel visuel chez le groupe expérimental comparativement au groupe contrôle après l'intervention à l'aide de l'« Attention! Prêt? on s'enTrain! ». En effet, le groupe ayant reçu le programme de remédiation attentionnelle a fait moins d'erreurs et a complété la troisième condition de la tâche d'interférence couleur-mot (D-KEFS) beaucoup plus rapidement après, qu'avant l'intervention et ce, en comparaison avec le groupe n'ayant pas reçu l'intervention attentionnelle. Ceci suggère que le programme a permis aux participants de désengager et déplacer plus rapidement et plus efficacement leur attention ainsi que de résister aux interférences et distractions tout en demeurant centrés sur la tâche en cours.

Dans la littérature à ce sujet, il a été démontré que ce qui permet d'acquérir un meilleur contrôle attentionnel est l'entraînement de la composante proprement dite à l'aide de tâches comprenant un déplacement attentionnel volontaire/contrôlé (Sturm et al., 1997). Aussi, l'intensité et l'ajustement du niveau de difficulté permettrait une progression adéquate de l'entraînement (Sohlberg & Mateer, 2001). De plus, la combinaison de stratégies et d'objectifs plus près de la vie quotidienne aux tâches d'entraînement structuré du contrôle attentionnel permettrait une meilleure généralisation/amélioration de cette fonction (Cicerone, 2002; Manly et al., 2002; Park & Ingles, 2001).

Les résultats de la présente étude s'expliquent ainsi en partie par l'utilisation de tâches de niveaux de complexité progressifs permettant un entraînement intensif de type « Processus



Spécifique ». Il est vrai que l'entraînement de type « Processus Spécifique » a été utilisé pour toutes les composantes attentionnelles, toutefois le contrôle attentionnel est l'une des composantes où le niveau de complexité de la tâche a évolué progressivement sans plafonnement des performances. Par exemple, au début du programme d'entraînement, lors d'une tâche de contrôle attentionnel, les participants devaient simplement faire un trait sur tous les chiffres pairs pendant 15 secondes et, lorsque l'intervenant disait : « change », ils devaient poursuivre la tâche en faisant un trait sur tous les chiffres impairs et non pairs pendant également 15 secondes. Ils devaient alterner ainsi jusqu'à ce qu'ils atteignent le bas de la page. Afin de permettre une progression de l'entraînement et de l'amélioration de cette composante, les tâches de contrôle attentionnel du programme « Attention! Prêt? on s'enTraine! » devenaient graduellement de plus en plus complexes. Dans le même exemple de tâche, mais à un niveau plus difficile, les participants devaient eux-mêmes gérer le temps et tout de même alterner entre les chiffres pairs et impairs à tous les 15 secondes. Cette façon de procéder a permis de développer le contrôle attentionnel en laissant le participant lui-même contrôler son attention entre la tâche à accomplir, soit de faire un trait sur tous les chiffres pairs et impairs, et la gestion/vérification du temps. Pour ce faire, il devait se concentrer sur la tâche à accomplir, mais aussi se désengager de la tâche pour vérifier le temps. L'entraînement à cette tâche a aussi permis d'améliorer la résistance à l'interférence en exigeant au participant de ne pas faire un trait sur les chiffres impairs lorsqu'il devait reconnaître tous les chiffres pairs, et ce même s'il venait tout juste de faire un trait sur les nombres impairs. D'autres tâches du programme impliquaient aussi la résistance à l'interférence, telles que les tâches d'annulation de symboles ou de chiffres, en utilisant des distracteurs visuels. Il en était de même en regard des exercices visuels pour lesquels de l'interférence visuelle était ajoutée sur le plan de travail

du participant, lors de tâches de repérage de cibles parmi des distracteurs. Les participants devaient compléter la tâche sans se laisser distraire par les motifs, images ou couleurs qui venaient interférer avec les symboles ou chiffres à reconnaître. En contexte auditif comme visuel, l'interférence était choisie comme étant la plus écologiquement possible, afin de maximiser ses effets (e.g. interférences auditives : présentation de courtes nouvelles de type journalistique; interférences visuelles : acetate couleur en transparence, montrant des étudiants dans une cour d'école ou un fond coloré montrant des gouttes d'eau). Les acetates d'interférence étaient de complexité croissante pour rendre la tâche visuelle progressivement plus difficile à exécuter au fil du programme d'entraînement (cf. Annexe G).

De plus, grâce à l'analyse qualitative du nombre de tâches de contrôle attentionnel effectuées lors du programme complet, il est possible d'observer que l'entraînement du contrôle attentionnel ainsi que toutes les autres fonctions attentionnelles, mises à part l'attention divisée, ont été entraînées de façon intensive chacune représentant autour de 23% des séances totales du programme (cf. Tableau 4; nombre de séances faites sur le nombre de séances totales). Ceci a pu maximiser les effets et bénéfices reliés à l'entraînement de ces composantes.

En complément à l'entraînement du « Processus Spécifique » du contrôle attentionnel, une rétroaction des performances, un enseignement théorique de l'attention et une mise en application des stratégies attentionnelles en contexte de remédiation ont vraisemblablement permis un meilleur renforcement du contrôle attentionnel. En effet, l'aspect métacognitif de la rétroaction et de l'enseignement de la théorie et des stratégies attentionnelles permet d'agir sur

l'aspect non seulement automatisé, mais aussi sur l'aspect contrôlé de l'attention (Efklides, 2001). Il a été vu précédemment que la métacognition relève de trois composantes : les connaissances, les expériences et les stratégies métacognitives (Berger & Büchel, 2012; Efklides, 2001; 2011; Pintrich et al., 2000). Dans le présent programme, toutes ces composantes sont réunies afin de permettre un contrôle optimal sur les processus attentionnels. En effet, les connaissances métacognitives ont été développées à l'aide de l'enseignement théorique, des situations de la vie quotidienne et des tâches elles-mêmes. Les expériences métacognitives, quant à elles, représentent les rétroactions de la performance à la suite des tâches et l'auto-observation en découlant. Ces rétroactions et cette auto-observation donnent lieu à une prise de conscience sur la performance et ainsi favorisent la modification du comportement lors d'une tâche subséquente. En raison de ces rétroactions et de l'importance de porter un jugement sur les processus cognitifs au cours d'une tâche, le programme « Attention! Prêt? on s'enTraîne! » inclut majoritairement deux tâches de la même composante attentionnelle, afin de permettre, tout juste après la rétroaction, la surveillance des processus cognitifs en tenant compte de ses caractéristiques personnelles (auto-observation) et des caractéristiques de la tâche (demande un contrôle attentionnel). Ceci a pour effet d'influencer les décisions de contrôle telles que la régulation des efforts et l'utilisation de stratégies cognitives ou métacognitives. Quant à elles, les stratégies métacognitives consistent en la supervision et la régulation des processus cognitifs à l'aide de l'anticipation, de la planification et de la vérification. Les cinq stratégies cognitives enseignées lors du programme étaient sous forme de pictogrammes disposés devant le participant durant toute la séance (cf. Annexe E). L'enseignement de la théorie attentionnelle, des situations de la vie quotidienne nécessitant tel ou tel type d'attention et l'application des stratégies dans un contexte donné, a

permis de mettre en pratique les stratégies métacognitives. En effet, devant une tâche, le participant devait définir quel type d'attention serait utilisé dans la prochaine tâche et quelle stratégie devrait-il choisir afin de permettre l'optimisation de sa performance. Par la suite, un lien avec la vie de tous les jours était fait, combinant le type d'attention, la performance et la stratégie utilisée (cf. Annexe D et Annexe F pour un exemple). Ces ajouts à l'entraînement attentionnel a permis de développer l'aspect métacognitif du contrôle des processus cognitifs et dans le présent cas, le contrôle de l'attention. Ceci a été fait pour l'attention, mais également pour les situations génératrices de stress lors des séances d'exercice et entre ces dernières. Le stress a été présenté comme une source potentielle d'interférence, face à laquelle un contrôle attentionnel et l'application de certaines stratégies conscientes et concrètes était nécessaires, afin de ne pas en subir les impacts en situation de travail cognitif.

Il est aussi probable que comparativement à une sorte d'attention qui n'a pas démontré d'amélioration significative tel que l'attention soutenue visuelle, les tâches du présent programme permettant d'entraîner le contrôle attentionnel sont aussi assez près de la vie quotidienne (e.g. tâches avec interférences sont faciles à relier avec la vie normale et donc le participant pourrait devenir plus apte à repérer là où il doit être plus vigilant et contrôler son attention de manière plus robuste). De plus, dans chaque situation où cela se prêtait, les éléments présents dans l'environnement où l'intervention avait lieu ont été utilisés comme exemples concrets. Par exemple, si une distraction survenait, telle que une personne qui marche dans le corridor ou bien une voiture qui passe dans le stationnement à l'extérieur, le lien était tout de suite fait avec la présence d'interférence, la nécessité d'inhiber cette distraction et de mettre encore plus étroitement et consciemment, le focus attentionnel sur la

tâche en cours. Dans le cas des tâches d'attention soutenue auditive, il semble moins facile, à partir des tâches du programme « Attention! Prêt? on s'enTrain! », de rendre suffisamment concrètes les situations de la vie quotidienne requérant ce type d'attention. Certes, le participant était chaque fois amené à observer que c'est à la fin d'une tâche qu'il relâche son attention auditive et qu'il commet des erreurs. Cependant, il demeure que dans la vie quotidienne, il doit repérer arbitrairement là où une tâche devient « soutenue » et le bon moment où il doit appliquer ses stratégies. Ainsi, il se peut que la stratégie utilisée en situation d'attention soutenue auditive ait été moins facile à appliquer dans le quotidien. Ainsi, comme il a été mentionné, la combinaison de stratégies et d'objectifs plus près des AVQ aux tâches d'entraînement structuré de contrôle attentionnel, permettrait une meilleure généralisation de la fonction remédiée (Cicerone, 2002; Manly et al., 2002; Park & Ingles, 2001).

Il est à noter qu'une amélioration significative du contrôle attentionnel/inhibition auditif a également été observée chez les participants ayant reçu l'entraînement attentionnel. En effet, ils ont fait moins d'erreurs lors de l'inhibition d'une réponse cognitive/motrice (NEPSY-II : Réponses associées). Bien que cette amélioration soit marginalement différente du groupe contrôle après leur intervention respective, cette différence est tout de même considérablement près du seuil de significativité ( $p = 0.06$ ) et est donc pertinente à considérer dans l'interprétation des résultats. Les raisons expliquant ce manque de significativité peuvent se justifier par une faible puissance des analyses statistiques en raison du nombre restreint de participants. Cette situation a pu dissimuler une possible différence entre les deux groupes, mais ne confondent toutefois pas l'amélioration du contrôle attentionnel auditif observée chez les participants ayant reçu l'entraînement attentionnel. Ces résultats suggèrent alors que les

participants contrôlent mieux leur attention auditive et sont plus en mesure de fournir ou inhiber une réponse motrice. Certaines tâches du programme en modalité auditive impliquaient la résistance à l'interférence et un aspect d'inhibition motrice. Par exemple, les participants devaient appuyer sur un bouton-réponse chaque fois qu'ils entendaient deux jours de la semaine qui se suivent et ce, sans se laisser distraire par le contenu d'un bulletin de nouvelles qui interférait avec les cibles auditives. En ajout avec l'intensité de l'entraînement « Processus Spécifique » et ce qui a été dit concernant les stratégies et leurs applications dans la vie de tous les jours, les éléments présents dans l'environnement où l'intervention avait lieu ont aussi été utilisés comme exemples concrets. Par exemple, si une distraction survenait, telle que du bruit dans le corridor, une cloche qui sonne pour avertir la fin des cours, le lien était tout de suite fait avec la présence d'interférence et la nécessité de volontairement inhiber cette distraction et d'accentuer le focus attentionnel sur la tâche en cours d'exécution.

## **E. Attention soutenue**

En discordance avec les résultats obtenus par Mekwa (1997), une augmentation des taux d'erreurs à la tâche d'attention soutenue auditive est observée chez le groupe expérimental à la suite de l'entraînement attentionnel. Bien que cette augmentation soit similaire au groupe contrôle après leur intervention respective, il est pertinent de considérer les facteurs ayant pu influencer la performance à la tâche d'attention soutenue auditive dans l'interprétation des résultats. Le choix de différents sous-tests pour l'évaluation de l'attention soutenue auditive chez les participants d'âge différent pourraient expliquer ces résultats contradictoires. Ainsi, le choix du sous-test « Loterie » (TEA) pour les adolescents et le choix

du sous-test « Transmission de codes » (TEA-ch) pour les enfants au lieu d'un sous-test commun pour l'ensemble de l'échantillon a pu implanter une différence, non pas au niveau de la performance proprement dite, mais plutôt au niveau de la nature de la tâche. En effet, la tâche « Loterie » est d'une durée de 10 minutes et 10 stimuli auditifs doivent être reconnus. Quant à la tâche « Transmission de codes », sa durée est de 16 minutes et 40 stimuli doivent être détectés. Lorsqu'est établi le ratio de stimuli à reconnaître selon une durée semblable, il est clair que la tâche de la TEA-ch est beaucoup moins pure au niveau du processus d'attention soutenue, car le participant est davantage sollicité et moins enclin à perdre le fil ou tomber dans la lune que dans la tâche du TEA. En effet, la variable de l'attention soutenue auditive de la majorité des participants du groupe expérimental a été évaluée à l'aide de la tâche « Loterie » comparativement aux participants du groupe contrôle. Dans un faible échantillon, une telle différence peut significativement influencer les résultats. Ainsi, ces différences au niveau de la tâche utilisée plutôt qu'au niveau de la performance d'attention soutenue pourraient expliquer les moins bons résultats chez le groupe expérimental. Dans une prochaine étude, il serait alors pertinent d'utiliser une tâche mesurant de façon uniforme l'attention soutenue auditive et ce, pour les deux groupes d'âge.

## **F. Attention divisée**

Aucune amélioration significative du rendement à la tâche d'attention divisée n'a été observée à la suite de l'entraînement attentionnel. Une contradiction dans le programme d'entraînement ainsi que l'intensité à laquelle l'attention divisée a été entraînée peuvent expliquer ces résultats contradictoires. D'une part, l'une des stratégies incluse dans le

programme et proposée aux participants recommandait de ne pas faire deux choses à la fois et que lorsqu'il était possible, de se concentrer que sur une seule chose à la fois. Lors du programme, le participant devait compléter parallèlement deux tâches visuelles ou une tâche visuelle et une tâche auditive. Ainsi, ce conflit entre ce qui a été enseigné et ce qui a été entraîné a pu engendrer un biais de performance vers l'une ou l'autre des deux tâches et ce, même pendant le programme d'entraînement attentionnel. Par conséquent, de moins bonnes performances à la tâche d'attention divisée (TAP/TEA) ont été observées. Il a d'ailleurs été retenu que la majorité des participants ont obtenu de meilleurs résultats à la tâche visuelle qu'à la tâche auditive, autrement dit, à la tâche plus facile que difficile. Cette différence démontre une automatisation de la performance sur une seule chose à la fois, soit la tâche visuelle ou celle qui est plus facile, en laissant de côté la tâche auditive ou celle qui semblait plus difficile.

D'autre part, il est possible que l'intensité (nombre de tâches effectuées à l'intérieur d'une période circonscrite) de l'entraînement de l'attention divisée et de l'autre fonction non-améliorée ait été trop faible (attention soutenue). En effet, l'analyse qualitative des données d'entraînement permet de démontrer que les participants ont effectué en moyenne moins de tâches d'attention divisée (15%; nombre de séances faites sur le nombre de séances totales) comparativement à d'autres tâches attentionnelles (cf. Tableau 4). Afin que la 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 l'amélioration des performances. Elles n'indiquent toutefois pas de niveau optimal à viser. Dans présente étude, l'implantation des programmes d'intervention dans les milieux scolaires a probablement rendu le respect de ce concept d'intensité insuffisant. En



effet, en raison d'imprévus, le respect de l'horaire d'intervention, du nombre de séances requis et surtout de la durée des interventions n'a pas toujours été optimal. Plusieurs auteurs, notamment Klingberg et collègues (2005), insistent surtout sur le nombre d'exercices effectués au cours d'une même séance. À ce jour, le seuil exact permettant d'assurer l'optimisation d'un entraînement cognitif n'est pas établi, mais ces résultats appuient l'importance de la composante d'intensité quant à l'efficacité de ce type d'intervention.

## **II. Effets de l'entraînement cognitif sur le rendement exécutif**

### **A. Inhibition**

Tout d'abord, il est important de souligner que la tâche de contrôle attentionnel à laquelle les participants du groupe expérimental se sont améliorés constitue majoritairement une tâche d'inhibition (D-KEFS – Interférence couleur-mot : condition 3). En effet, les participants devaient inhiber une réponse automatique, soit la lecture du mot, pour générer une réponse conflictuelle en nommant plutôt la couleur de l'encre avec laquelle les noms de couleurs sont imprimés. Par exemple, les participants devaient dire : « vert » lorsque le mot bleu était imprimé en encre verte. Les participants ayant reçu l'entraînement attentionnel commettent moins d'erreurs et complètent la tâche d'inhibition plus rapidement. En effet, ils sont plus aptes à contrôler volontairement leur attention et ainsi inhiber une réponse non pertinente à la tâche. Ces résultats peuvent aussi s'expliquer par l'entraînement intensif à l'aide de tâches nécessitant l'inhibition de réponse automatique. En effet, certaines tâches en modalité visuelle et auditive du programme attentionnel impliquaient des patrons de réponse devant être inhiber. Par exemple, dans une tâche auditive, le participant devait appuyer sur tous les 9 et les 4 qui se suivent et ce, selon un rythme lent ou rapide d'énonciation de chiffres. Parfois, le participant devait inhiber une réponse lorsque le 9 n'était pas succéder d'un 4.

Cette composante inhibitrice peut aussi être mise en lien avec le concept d'impulsivité. En effet, comme il a été précédemment cité, le construit théorique de Barkley (1997) englobe deux aspects de l'inhibition, c'est-à-dire l'inhibition d'une réponse motrice et l'inhibition

d'une réponse automatisée faisant référence au contrôle de l'interférence. Plusieurs études ont mis en évidence un lien entre des performances plus faibles dans des tâches d'inhibition et un niveau plus élevé d'impulsivité tel qu'auto-évalué par les participants (Enticott et al., 2006; Keilp, et al., 2005; Logan et al., 1997). De plus, selon cette conceptualisation théorique, l'inhibition serait aussi reliée à la mémoire de travail, à l'autorégulation des motivations et de l'éveil, ainsi qu'à la capacité à organiser des éléments. Ainsi, l'amélioration de l'inhibition limitant la survenue d'impulsivité qu'elle soit comportementale ou cognitive peut avoir d'importantes répercussions positives sur le rendement attentionnel.

## **B. Flexibilité mentale**

Bien que le processus de flexibilité mentale soit dépendant du processus d'inhibition, ces deux concepts sont en partie distincts. D'une part, l'inhibition sous-entend un focus attentionnel fixé sur un type de stimuli et un système de contrôle qui prévient l'interférence suscitée par l'intrusion d'informations non pertinentes (Van der Linden & Andrés, 2001). D'autre part, la flexibilité mentale engendre, quant à elle, un déplacement/désengagement du focus attentionnel d'une classe de stimuli à une autre. En raison du caractère majoritairement inhibitif du sous-test d'interférence couleur-mot (D-KEFS), d'autres tâches informatisées de flexibilité mentale ont été utilisées afin d'avoir une mesure plus juste de cette composante exécutive (TAP/TEA; Flexibilité – chiffres; Flexibilité – lettres/chiffres). Rappelons que l'amélioration à ces tâches informatisées décrite dans la section « alternance attentionnelle » était significative pour les taux d'erreurs à la tâche simple de flexibilité mentale. En ce qui concerne la tâche de flexibilité/alternance du sous-test d'interférence couleur-mot (D-KEFS),

les taux d'erreurs étaient également significativement plus bas après l'intervention et ce, comparativement au groupe contrôle. Ces résultats appuient l'observation d'une amélioration de la flexibilité mentale.

Ainsi, suite à l'entraînement intensif utilisant des exercices de flexibilité mentale tel que la tâche préalablement présentée (alterner entre les chiffres pairs et impairs), les participants deviennent plus efficaces à se désengager et à déplacer leur focus attentionnel d'une tâche à l'autre, tout en résistant à l'interférence de la tâche précédente. De plus, l'aspect métacognitif permet vraisemblablement aux participants de prendre conscience des biais, des erreurs ou des problèmes cognitifs pouvant survenir lors d'activités nécessitant les processus de flexibilité mentale, tel qu'un problème de désengagement du focus attentionnel. En effet, les tâches d'alternance attentionnelle du programme « **Attention! Prêt? on s'enTrain!** » nécessitant le désengagement du focus attentionnel permettent de noter à quel moment le participant doit désengager et déplacer son attention, comme par exemple sur les chiffres pairs puis ensuite sur les chiffres impairs. La rétroaction concrète de la performance à cette tâche permet ainsi au participant d'observer et de prendre conscience de la justesse de son désengagement et de son déplacement attentionnels ainsi que de ses forces et faiblesses en situation de flexibilité mentale dans la vie quotidienne. Ainsi, en contexte scolaire, il est probable que cette prise de conscience permette au participant de désengager son attention sur un aspect d'un problème de mathématiques qui ne lui permet pas de trouver la solution et de déplacer son attention sur d'autres éléments afin de générer une nouvelle démarche.

## C. Mémoire de travail

L'entraînement à l'aide du programme « Attention! Prêt? On s'enTraine! » permet également l'amélioration des performances en mémoire de travail. Suite à l'entraînement spécifique du processus de mémoire de travail avec notamment des tâches de comptage à rebours et de calcul mental, les participants du groupe expérimental ont fait moins d'erreurs que ceux du groupe contrôle à une tâche informatisée mesurant cette fonction (TAP/TEA : Mémoire de travail – niveau 1). Suite à l'intervention attentionnelle, ils sont devenus plus aptes à retenir en mémoire de travail un chiffre qui a été présenté à l'écran et à vérifier si ce chiffre est le même que celui qui a été précédemment présenté. Ces résultats s'apparentent à ceux de Parent et collègues (2007; 2010) démontrant que l'entraînement à l'aide d'exercices informatisés permet l'amélioration de la performance à des tâches de mémoire de travail. Ces chercheurs ont utilisé l'outil « Cogmed », un programme d'entraînement informatisé centré sur la mémoire de travail, afin d'évaluer son effet sur plusieurs fonctions cognitives telles que l'attention soutenue, l'inhibition, la résolution de problèmes, la mémoire de travail ainsi que l'autorégulation du comportement. Toutefois, à la suite de l'intervention, ils ont uniquement observé une amélioration des capacités de mémoire de travail non-verbale directement entraînées par le programme. Ils ont aussi rapporté une diminution des comportements d'inattention perçus par les parents seulement pour les enfants ayant bénéficié du programme mémoire de travail, ce qui constitue un effet limité de l'intervention. Le programme d'entraînement «Attention! Prêt? On s'enTraine! », contrairement à « Cogmed », a l'avantage de produire des améliorations à plusieurs niveaux, en adressant la mémoire de travail comme une composante parmi d'autres composantes attentionnelles. Pour une quantité d'efforts

similaire, on observe l'amélioration de plusieurs sous-composantes attentionnelles et non seulement un gain au niveau de la mémoire de travail et des comportements d'inattention.

Dans le présent cas, l'entraînement spécifique de la mémoire de travail en plus des autres fonctions attentionnelles a permis aux participants ayant bénéficié de l'intervention attentionnelle d'avoir une meilleure capacité à maintenir plusieurs informations en mémoire de travail et à manipuler plus efficacement ces éléments afin de fournir une réponse adéquate. La nécessité de maintenir toujours disponibles les différentes représentations de l'information fait en sorte que les processus attentionnels et la mémoire de travail sont indissociables (Baddeley, 1992; Baddeley, 2000). En effet, le concept de Système Attentionnel Superviseur (SAS) du modèle de Norman et Shallice (1980) serait aussi proche de la composante Administrateur Central (AC) incluse dans le modèle de la mémoire de travail de Baddeley (2000). L'AC est responsable de l'initiation et du maintien des processus en cours dans un certain nombre d'activités cognitives contrôlées, tel que le calcul mental. Cette composante fait partie du registre de la métacognition et des fonctions exécutives. Ainsi, l'entraînement direct et conjoint de la mémoire de travail et du contrôle attentionnel permettrait l'augmentation de l'efficacité de l'AC, et par conséquent, en potentialiserait celle de la mémoire de travail.

## **D. Planification visuoconstructive**

Au niveau de la planification visuoconstructive, une amélioration de la performance a été observée chez les participants ayant reçu le programme d'entraînement attentionnel et ce, comparativement au groupe contrôle. En effet, à la suite de l'intervention, ils ont commis moins d'erreurs et ont complété plus rapidement la tâche de la Tour de Londres (Levine et al., 1994) et la tâche des Labyrinthes d'Elithorn (WISC-IV-I) que les participants ayant reçu l'aide aux devoirs. Encore une fois, cette amélioration semble être en lien avec les gains précédemment discutés au niveau attentionnel et exécutif. Ainsi, il est probable que de meilleures habiletés de contrôle attentionnel facilitent la réalisation d'une tâche de planification visuoconstructive. En effet, le contrôle attentionnel est défini comme une opération mentale complexe qui interviendrait lors de la planification et de la résolution de problèmes (Norman & Shallice, 1980). De plus, les rétroactions ainsi que l'auto-observation du participant lors des séances du programme attentionnel, lui ont permis de connaître ses forces et faiblesses au niveau cognitif, de se voir en action, de prendre conscience des impacts des réactions/agirs impulsifs tels que de débiter la tâche rapidement sans avoir pris le temps d'observer et de planifier sa réponse. Les connaissances, les expériences ainsi que les stratégies métacognitives enseignées dans ce programme sollicitent davantage les processus contrôlés qu'automatiques du participant, permettant ainsi un contrôle descendant des processus cognitifs en général. L'une de ces stratégies (appelée « Attends Minute! » et représentée par un pictogramme illustrant une main à l'index levé) était par ailleurs spécifiquement destinée à favoriser un temps d'arrêt avant l'action et donc, à réduire l'impulsivité cognitive et motrice chez les participants. Ceci a donné lieu à une meilleure

planification lors des tâches à effectuer. Ainsi, dans la vie quotidienne, un examen ou un travail scolaire bien planifié plutôt qu'impulsivement complété, donnera inévitablement lieu à moins d'erreurs et sera davantage congruent aux consignes et exigences requises.



### **III. Effets de l'entraînement cognitif sur l'aspect comportemental/Vie quotidienne**

En appui aux fondements théoriques de l'impulsivité, l'amélioration du contrôle attentionnel et de l'inhibition devrait être associée à un meilleur contrôle de l'impulsivité et un changement au niveau du nombre et de l'intensité des symptômes perçus d'inattention et d'hyperactivité/impulsivité. En effet, les parents du groupe ayant reçu l'entraînement attentionnel perçoivent moins de symptômes d'hyperactivité/impulsivité chez leur enfant après l'intervention que préalablement à celui-ci. Ces résultats peuvent s'expliquer par une reconnaissance plus automatisée des AVQ qui nécessitent un contrôle de l'impulsivité et une application des stratégies attentionnelles plus adéquates par les participants. Toutefois, cette diminution n'est pas significativement différente du groupe contrôle après l'intervention. En effet, les parents du groupe ayant reçu l'aide aux devoirs ne perçoivent pas moins de symptômes d'hyperactivité/impulsivité chez leur enfant après l'intervention. Cette absence d'effet peut être due à une faible puissance des analyses statistiques et par un délai trop court entre les pré et post-évaluations afin d'observer des changements comportementaux de l'enfant/adolescent. En effet, il est possible que dans le nombre limité de semaines que durait l'intervention (5), le parent n'ait pas été en mesure de percevoir tous les changements au niveau du nombre de symptômes d'hyperactivité/impulsivité présents chez son enfant. Par ailleurs, l'effet durable de l'entraînement sur la mesure comportementale deux mois après l'intervention n'a pu être vérifié en raison de nombreux questionnaires non complétés par le participant, le parent et/ou l'enseignant et ce, malgré plusieurs sollicitations téléphoniques et par courriel.

## **IV. Effets de l'entraînement cognitif sur le rendement mnésique**

L'amélioration des performances se généralise aux tâches d'apprentissage visuel pour les participants ayant reçu le programme de remédiation attentionnelle. En effet, comme il a été mentionné plus tôt, ces deux types d'attention sont des facilitateurs de la mémoire. Conformément aux bases théoriques de l'attention et de la mémoire, une facilitation de l'apprentissage par l'entraînement attentionnel a été observée en modalité visuelle uniquement. Malgré une divergence initiale au niveau de l'apprentissage de stimuli visuels – (BVMT-R) entre le groupe expérimental et le groupe contrôle, une amélioration de l'apprentissage peut tout de même être discernée chez le groupe expérimental. En effet, pour un même nombre total d'éléments rappelés avant l'intervention, les participants du groupe contrôle rappelaient moins d'éléments lors du premier rappel. Cette performance indique qu'ils apprennent moins d'informations lors d'une première présentation de matériel visuel. Ce profil de performance du groupe contrôle s'est également maintenu après les séances d'aide aux devoirs. Quant aux participants du groupe expérimental, ils ont obtenus de meilleurs résultats à la tâche d'apprentissage visuel après l'entraînement attentionnel. Toutefois, bien que les participants ayant reçu le programme de remédiation aient été en mesure de retenir plus de stimuli visuels après l'intervention, cette amélioration ne s'est toutefois pas avérée significativement différente de celle du groupe ayant reçu l'aide aux devoirs. Les raisons pouvant expliquer ces résultats demeurent la moindre puissance statistique causée par le faible nombre de participants ainsi qu'une possible efficacité, à certains niveaux, de l'intervention contrôle.

Comme il a été précédemment expliqué, un minimum de ressources attentionnelles doivent être disponibles afin de permettre l'apprentissage adéquat d'une information donnée. Toutefois, cette disponibilité attentionnelle n'étant pas suffisante, c'est la sélectivité de l'attention qui permet, en grande partie, la facilitation du processus de mémorisation (Yi & Chun, 2005). Ainsi, il est probable que l'apprentissage visuel ait bénéficié d'une meilleure attention sur les stimuli visuels et d'un meilleur maintien en mémoire de travail. En effet, les participants ayant reçu l'entraînement attentionnel sont plus aptes à maintenir volontairement un focus attentionnel sur un stimulus particulier en négligeant les stimuli non pertinents autour. De plus, ils sont davantage en mesure de retenir de l'information en mémoire de travail et de manipuler cette information sans faire d'erreur. Contrairement aux résultats précédemment discutés, des analyses a posteriori n'ont pas permis d'objectiver une amélioration au niveau de l'empan spatial. En modalité auditive, aucune amélioration au niveau de l'apprentissage et de la mémoire n'a été observée à la suite de l'intervention. Or, il est possible que le programme entraîne davantage l'aspect visuel avec le matériel utilisé : les pictogrammes des stratégies attentionnelles, le nombre inéquivalent de tâches visuelles et auditives (en faveur de la modalité visuelle) ainsi que les correcteurs permettant d'observer le profil des erreurs aux tâches tant visuelles qu'auditives.

## V. Effets de l'entraînement cognitif sur le rendement visuo-spatial

Conformément à ce qui était attendu, aucune amélioration significative du rendement à la tâche d'organisation perceptuelle de Hooper (VOT) n'a été observée à la suite de l'entraînement cognitif. En effet, malgré une tendance à entraîner davantage la modalité visuelle, le programme de remédiation attentionnelle « **A**ttention! **P**rêt? on s'**T**raine! » n'a pas amélioré le traitement visuo-spatial. En effet, les participants ne sont pas meilleurs après l'intervention (entraînement attentionnel et aide aux devoirs) à reconnaître les images d'objets lorsque ces images ont été coupées et réarrangées. Ainsi le présent programme permet l'amélioration des composantes attentionnelles et une généralisation aux fonctions cognitives reliées et non à un autre processus cognitif non ciblé.



## **VI. Recommandations en regard de la remédiation attentionnelle**

Dans la littérature en traumatologie pédiatrique, plusieurs études ont mis à contribution la remédiation cognitive dans le but d'entraîner les composantes attentionnelles, mnésiques, exécutives et comportementales. En effet, Cicerone et collègues (2011) ont mené une méta-analyse des standards de pratique en remédiation cognitive pour une population cérébrolésée. Ils ont formulés plusieurs recommandations au niveau de la remédiation attentionnelle telles que l'entraînement attentionnel en période chronique soit après la stabilisation de la récupération spontanée. Toujours selon ces chercheurs, la remédiation de l'attention à la suite d'un TCC devrait aussi inclure de l'entraînement direct. En effet, Sturm et collaborateurs (1997) recommandent également l'entraînement de type « Processus Spécifique » afin de favoriser l'amélioration d'une composante cognitive précise. Cicerone et collaborateurs préconisent aussi l'ajout d'un entraînement métacognitif à un protocole de remédiation dans le but de potentialiser le développement de stratégies compensatoires et ce, afin de maximiser la généralisation aux activités de la vie quotidienne. Aussi, l'utilisation d'outils informatisés pourrait être considérée comme un complément à la remédiation des déficits attentionnels dirigée par un clinicien. En effet, le seul recours à l'exposition répétée de tâches informatisées ou non sans l'implication d'un intervenant est selon ces chercheurs non recommandé. De plus, une méta-analyse centrée sur la remédiation cognitive chez la population pédiatrique montre que les résultats de plusieurs interventions incluant les familles recommandent l'éducation, l'implication et le travail conjoint avec le milieu scolaire et familial afin d'améliorer les problèmes tant cognitifs que comportementaux de ces enfants (Slomine & Locascio, 2009).

Ainsi selon les dernières suggestions de la littérature et les retombées de cette étude, les meilleures pratiques ou méthodes dans les milieux cliniques et de recherches consisteraient tout d'abord en un entraînement de type « Processus Spécifique » par un intervenant qualifié. De plus, l'ajout d'un entraînement métacognitif ainsi que l'application de la remédiation à la vie quotidienne représentent également d'importants standards de pratique. Quant à l'intensité de l'entraînement, elle se doit d'être distribuée et soutenue, c'est-à-dire plusieurs fois (3-4) par semaine et comprenant des séances d'une durée variant de 30 minutes à une heure. Finalement, l'implantation adéquate d'un tel programme dans l'environnement de l'enfant impliquant tant le milieu familial et scolaire permettrait une meilleure adhérence au programme par les personnes concernées.

# Considérations méthodologiques générales

## A. Forces méthodologiques du projet

L'utilisation d'un groupe contrôle permettant de comparer les effets de l'entraînement à de possibles effets confondants liés à la population TCC pédiatrique et à l'administration d'une intervention intensive constitue une force méthodologique de ce projet. En effet, la comparaison n'est valide que si les deux groupes sont comparables sur toutes les variables jugées essentielles (Seron & Van der Linden, 2000). Dans le cadre de l'entraînement cognitif intensif, il est important que l'intensité soit comparable entre les deux interventions afin de distinguer les effets attribués aux nombres et à la durée des séances. Certaines études ont utilisé des groupes contrôles constitués de patients sur une liste d'attente (Tiersky et al., 2005) et de patients qui ont refusé l'intervention, mais qui ont accepté de participer aux évaluations (Galbiati et al., 2009). D'autres chercheurs ont utilisé les résultats à des épreuves neuropsychologiques provenant d'une banque de données pour former leur groupe contrôle (Park et al., 1999). Ces façons de faire ne permettent pas d'objectiver l'efficacité d'un programme de remédiation attentionnelle intensif en contrôlant l'effet d'une rencontre fixe et constante. Ainsi, dans la présente étude, il est possible d'affirmer que le programme permet l'amélioration de certaines composantes cognitives et ce, au-delà de l'intensité et de la nature des rencontres.

L'approche « Processus Spécifique » utilisée dans la présente étude conçoit qu'il est possible d'avoir un impact spécifique sur chacune des composantes attentionnelles. Cette



conception renvoie à l'hypothèse que la remédiation de déficits dans une sphère donnée du fonctionnement cognitif devrait avoir un impact majeur sur ce déficit en particulier. Conformément aux résultats de Sturm et collègues (1997) démontrant que l'entraînement spécifique de composantes attentionnelles déficitaires permettait une amélioration des performances aux tâches sollicitant ces processus attentionnelles, il a été observé, dans la présente étude, que l'entraînement de cinq composantes déficitaires a permis l'amélioration significative d'au moins quatre fonctions. Plus précisément, l'entraînement spécifique a eu un impact sur les processus d'attention focalisée, d'attention sélective, d'alternance attentionnelle et de mémoire de travail. Des améliorations ont été notées à d'autres niveaux du rendement cognitif, lesquels sous-tendent dans plusieurs cas, le déroulement des fonctions attentionnelles comprises ou non dans le modèle.

De plus, l'ajout d'enseignement théorique, de rétroaction sur les performances, de reconnaissance des processus attentionnels dans les AVQ et de l'application de stratégies concrètes constituent des atouts dans la structure du programme d'entraînement attentionnel. En effet, ces aspects du programme permettent le développement de la métacognition sur les processus et le rendement attentionnels ainsi que la possibilité de généraliser les apprentissages à la vie quotidienne de l'enfant/adolescent. Des études sur la remédiation cognitive recommandent d'ailleurs, dans le cadre d'études futures, que les résultats soient étendus à ces aspects de la métacognition et de la généralisation des acquis aux AVQ (Catroppa et al, 2009; Cicerone et al., 2011; Zoccolotti et al, 2011).

Aussi, l'utilisation d'un protocole structuré et d'un verbatim des séances a permis d'uniformiser la procédure d'entraînement attentionnel limitant les biais pouvant être liés à l'intervenant et pouvant faciliter l'utilisation du programme « Attention! Prêt? On s'enTrain! » dans d'autres milieux et contextes de réadaptation. Enfin, le programme a été conçu de manière à ne pas être spécifique à la problématique du TCC. Bien que l'étiologie des difficultés attentionnelles des participants était reliée à une blessure cérébrale traumatique, le programme a été développé de manière à rester centré sur les processus à travailler et sur les stratégies à appliquer au quotidien. Ceci fait en sorte que le programme « Attention, Prêts? on s'enTrain! » pourrait être utilisé intégralement auprès de personnes présentant des déficits attentionnels d'étiologies autres par exemple, chez les jeunes ayant un trouble déficitaire de l'attention (TDA/H).

## **B. Limites méthodologiques du projet**

Certaines limites méthodologiques inhérentes au contexte clinique ont été rencontrées lors de la réalisation de ce projet. D'abord, les restrictions de temps, les contraintes cliniques, la présence d'un bassin de participants potentiels relativement restreint et les nombreux critères d'inclusion et d'exclusion ont limité la taille de l'échantillon. De plus, en raison des nombreuses rencontres (15) soit à domicile ou en milieu scolaire et de plusieurs séances d'évaluation (pré et post-intervention), ce programme a paru exigeant pour certaines familles et a influencé négativement le recrutement. Dans la présente étude, certaines analyses sont au seuil de significativité et un plus grand groupe aurait possiblement fait ressortir des effets n'ayant pu être démontrés dans le contexte actuel.

L'échantillonnage inéquivalent au niveau du sexe des participants limite aussi quelque peu le potentiel de généralisation de cette étude. En effet, l'échantillon était composé d'une majorité de garçons (11 sur 17 participants). Cette divergence initiale peut influencer les retombées et généralisation du présent projet. Toutefois, il est bien connu dans la littérature portant sur le TCC pédiatrique que le rapport est de deux garçons pour une fille (Langlois et al., 2006). L'échantillon de la présente étude représente donc bien cette proportion. De plus, une étude récente de Brooks et collègues (2014) démontre qu'il n'y a pas de différence au niveau des symptômes cognitifs rapportés et mesurés par des adolescents de sexe féminin et masculin ayant déjà un historique de TCC. Ainsi, bien que l'efficacité du programme d'entraînement attentionnel ne peut être entièrement généralisée aux jeunes filles/adolescentes ayant subi un TCC, elle demeure représentative de la population pédiatrique TCC.

Il est par ailleurs important de souligner que l'hétérogénéité des lésions cérébrales, tant au niveau de la localisation que de la sévérité, peut avoir un impact sur l'observation d'un effet significatif de l'entraînement cognitif. Plus il y a hétérogénéité, plus les améliorations peuvent se dissimuler dans la variabilité. Dans des études subséquentes, des groupes plus homogènes au niveau de la sévérité (e.g. TCC sévère uniquement), de la localisation des atteintes neurologiques (e.g. régions frontales uniquement) ou bien au niveau de l'échelle de coma de Glasgow (GCS; Teasdale & Jennett, 1974) pourraient être formés afin de minimiser autant que possible la variabilité induite. Cependant, il demeure que cette réalité est inhérente au TCC et que la création de groupes homogènes sur le plan de la nature et de la localisation des lésions cérébrales occasionnerait une autre limite sur le plan de la généralisation.

La période post-lésionnelle idéale qui aurait été entre six mois et deux ans n'a pu être respectée, certains participants ont été inclus dans l'étude malgré une période post-lésionnelle de trois mois. Cependant, ceci concerne seulement cinq participants ayant subi un TCC léger, deux dans le groupe expérimental et trois dans le groupe contrôle. Par ailleurs, certains participants de l'échantillon (quatre dans le groupe expérimental et un dans le groupe contrôle) ont pris une médication psychostimulante lors des cinq semaines d'intervention. Il n'était pas possible, sur le plan éthique, de suggérer l'arrêt d'une médication bénéfique aux participants dans ses activités usuelles. Toutefois, la médication a été suspendue 24 heures avant les évaluations autant en pré qu'en post-intervention pour tous ces participants sauf un seul appartenant au groupe expérimental, lequel prenait une médication ne pouvant être interrompue sans symptômes de sevrage (Atomoxétine; cf. Tableau 1). Aussi, un des participants prenait une médication de Citalopram depuis quelques mois préalablement à l'étude. Malgré la prise de cette médication, le choix a été fait de tout de même l'inclure dans l'échantillon. En effet, le médecin traitant avait prescrit cette médication en prévention d'une possible détérioration de l'humeur suivant le TCC dans un contexte où des antécédents familiaux de dépressions majeures étaient présents. Il n'y avait d'ailleurs pas de signe d'une humeur dépressive significative chez ce participant. De plus, certaines données de la littérature ont été prises en compte dans la décision de conserver le participant dans l'échantillon, puisqu'il a effectivement été démontré que cette molécule n'altérait pas les fonctions cognitives ni la performance psychomotrice, comparativement à d'autres médicaments antidépresseurs (Fairweather et al., 1997; Kerr & Hindmarch, 1996). Bien que cette situation constitue une limite méthodologique, la prise de médication parallèlement à un programme d'entraînement attentionnel pourrait dans une avenue future faire l'objet d'une étude sur

l'efficacité d'un programme de réadaptation joignant de la remédiation attentionnelle à un traitement pharmacologique. Des lignes directrices concernant le traitement de la dépression indiquent que la combinaison d'une psychothérapie et d'antidépresseurs est plus efficace qu'une psychothérapie seulement (Fochtmann & Gelenberg, 2005). Ainsi, il serait intéressant dans le contexte actuel, d'étudier l'effet de l'optimisation de l'entraînement attentionnel par l'ajout d'une médication psychostimulante.

Un des participants inclus dans l'étude a reçu, suite aux évaluations de routine post-TCC, un diagnostic de dyslexie vraisemblablement prémorbide selon les conclusions de l'évaluation neuropsychologique. Bien que ce participant présentait un trouble de la lecture et de l'écriture, les tâches neuropsychologiques ainsi que les exercices du programme d'entraînement attentionnel ne nécessitaient pas de sa part un niveau de lecture pouvant compromettre l'évaluation ou l'entraînement des processus cognitifs ciblés.

Aussi, le critère d'exclusion portant sur la présence de plus d'un TCC n'a pas été respecté pour l'ensemble de l'échantillon. Dans certains cas, l'historique de TCC multiples n'a pas été révélé par le dossier médical ou bien par les parents. Cependant, ceci concerne seulement quatre participants, deux dans le groupe expérimental et deux dans le groupe contrôle. Bien que cette situation constitue une limite méthodologique, la répartition équivalente des participants ayant subi des TCC multiples dans les deux groupes a permis de contrôler les effets confondants de cette condition.

D'autre part, la mesure comportementale du nombre et de l'intensité des symptômes à deux mois post-intervention n'a pas pu être analysée en raison de nombreux questionnaires retournés après un trop long délai ou simplement non retournés par les participants et/ou le parent/enseignant, et ce malgré les nombreuses relances. Ainsi, le maintien des améliorations cognitives deux mois après l'intervention n'a pu être vérifié.



## **Pistes de recherches futures**

Des études supplémentaires sont nécessaires afin de documenter les processus impliqués dans la mise en place de programmes de remédiation cognitive efficaces. La réplication de l'étude auprès d'un nombre plus élevé de participants et en présence de critères d'inclusion et d'exclusion plus sévères serait idéale. De plus, afin d'investiguer davantage les effets du présent programme d'entraînement cognitif, il serait important de vérifier quel serait l'impact d'une intervention contrôle ne comprenant pas d'intervention sur le plan des apprentissages et n'étant pas effectuée à l'aide de matériel scolaire. Il serait aussi intéressant de tester l'efficacité d'une version courte du présent programme d'entraînement, possiblement plus attrayante pour le contexte clinique actuel où la pression de temps est grande. Il serait pertinent, à cet effet, d'étudier le nombre de séances optimal ainsi que leur durée minimale, ce qui permettrait de réduire l'ampleur du programme sans limiter son efficacité.

Une autre perspective future serait l'observation du transfert et de la généralisation des effets de la remédiation cognitive à la vie quotidienne. Il serait intéressant d'observer ces effets sur des données comportementales plus larges que la symptomatologie d'inattention et d'hyperactivité/impulsivité telles que des données au niveau des troubles du comportement, de l'estime de soi, et de la dépression. Les résultats présentés dans ce mémoire fournissent une nouvelle approche dans l'étude des programmes de remédiation cognitive. Il serait donc pertinent de confirmer ces résultats obtenus par des études impliquant d'autres populations ou problématiques cliniques telles que les adultes ou personnes âgées, les troubles déficitaires de l'attention avec ou sans hyperactivité (TDA/H) ou encore divers troubles d'apprentissage.



Il serait également intéressant de combiner un programme d'entraînement intensif à un traitement pharmacologique destiné à améliorer le rendement attentionnel, afin de vérifier la possibilité d'une potentialisation de la remédiation attentionnelle.

Enfin, l'ajout d'une composante permettant de travailler la gestion du stress de manière directe et simultanément aux interventions cognitives serait un atout dans le cadre d'un entraînement attentionnel. De même, des mesures pré et post-intervention de stress seraient un complément intéressant afin de vérifier l'apport de la gestion du stress à une intervention de remédiation cognitive.

## Conclusion

En résumé, ce mémoire valide l'efficacité du programme d'entraînement intensif « Attention! Prêt? On s'enTraîne! » chez des jeunes ayant subi un traumatisme craniocérébral. En effet, ce programme permet l'amélioration du rendement dans plusieurs fonctions ciblées par l'intervention attentionnelle telles que le balayage visuel, l'attention sélective et l'alternance attentionnelle ainsi qu'une généralisation des gains sur le plans de fonctions connexes, telles que la mémoire de travail, l'inhibition, la flexibilité cognitive et la planification visuoconstructive. De même, ce programme de remédiation attentionnelle appuie les bases théoriques mettant en lien les processus attentionnels, exécutifs et mnésiques. Ces résultats présentent également l'avantage de proposer une direction claire en ce qui concerne le développement des procédures de traitement, et par le fait même, d'en maximiser les bénéfices cognitifs. En plus de viser des campagnes de prévention plus percutantes et auxquelles les jeunes sont plus en mesure de s'identifier, la nécessité de répondre adéquatement aux séquelles cognitives demeure de première importance afin que ces jeunes puissent réaliser leurs objectifs futurs.



## Bibliographie

Alexander, J. K., Hillier, A., Smith, R. M., Tivarus, M. E., & Beversdorf, D. Q. (2007). Beta-adrenergic modulation of cognitive flexibility during stress. *Journal of cognitive neuroscience*, *19*(3), 468-478.

Allen, D. N., Leany, B. D., Thaler, N. S., Cross, C., Sutton, G. P., & Mayfield, J. (2010). Memory and attention profiles in pediatric traumatic brain injury. [Evaluation Studies]. *Archives of Clinical Neuropsychology*, *25*(7), 618-633.

Anderson, V., Catroppa, C., Morse, S., Haritou, F., & Rosenfeld, J. (2005). Functional Plasticity or Vulnerability After Early Brain Injury? *Pediatrics*, *116*(6), 1374-1382.

Anderson, V., Fenwick, T., Manly, T., & Robertson, I. (1998). Attentional skills following traumatic brain injury in childhood: a componential analysis. *Brain Injury*, *12*(11), 937-949.

Anderson, V., Jacobs, Rani, Spencer-Smith, Megan, Coleman, Lee, Anderson, Peter, Williams, Jackie, Greenham, Mardee, Leventer, Rick. (2010). Does early age at brain insult predict worse outcome? Neuropsychological implications. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Journal of Pediatric Psychology*, *35*(7), 716-727.

Anderson V., E. S., Dob R., Le Brocque R., Iselin G., J. Davern T., Mckinlay L., Kenardy J., . (2012). Early attention impairment and recovery profiles after childhood Traumatic brain injury. *J Head Trauma Rehabil* *27*(3), 199-209.

Anderson, V. A., Catroppa, C., Haritou, F., Morse, S., Pentland, L., Rosenfeld, J., & Stargatt, R. (2001). Predictors of acute child and family outcome following traumatic brain injury in children. [Research Support, Non-U S Gov't]. *Pediatr Neurosurg*, *34*(3), 138-148.

Andrews, T. K., Rose, F. D., & Johnson, D. A. (1998). Social and behavioural effects of traumatic brain injury in children. *Brain Injury*, *12*(2), 133-138. doi: doi:10.1080/026990598122755

Annoni, J. M., Beer, S., & Kesselring, J. (1992). Severe traumatic brain injury — epidemiology and outcome after 3 years. *Disability and Rehabilitation*, *14*(1), 23-26. doi: 10.3109/09638289209166422

Arnsten, A. F. (2009). Stress signalling pathways that impair prefrontal cortex structure and function. *Nature reviews. Neuroscience*, *10*(6), 410-422.

Ayd, F. J. (1995). *Lexicon of psychiatry, neurology, and the neurosciences*. Baltimore: Williams and Wilkins Co.

Baddeley, A. (1992). Working memory. *Science*, *255*(5044), 556-559. doi: 10.1126/science.1736359

Baddeley, A. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, *4*(11), 417-423. doi: 10.1016/s1364-6613(00)01538-2

Baddeley, A. D. (1986). *Working memory*. Oxford: Carendon Press.

Barker-Collo, S. L., Feigin, V. L., Lawes, C. M. M., Parag, V., Senior, H., & Rodgers, A. (2009). Reducing attention deficits after stroke using attention process training: a randomized controlled trial. [Randomized Controlled Trial Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Stroke*, *40*(10), 3293-3298.

Barkhoudarian, G., Hovda, D. A., & Giza, C. C. (2011). The molecular pathophysiology of concussive brain injury. [Research Support, N I H , Extramural Review]. *Clin Sports Med*, *30*(1), 33-48.

Barkley JM, M. D., Hayman LA, Diaz-Marchan PJ. (2006). Static neuroimaging in the evaluation of TBI. In K. D. Zaslavsky, Zafonte R. (Ed.), *Brain injury medicine: Principles and practice* (pp. 140-143). New York: Demos Medical Publishing.

Beers, S. R. (1992). Cognitive effects of mild head injury in children and adolescents. *Neuropsychology Review*, 3(4), 281-320. doi: 10.1007/bf01108414

Ben-Yishay, Y., Piasetsky, E. B., & Rattok, J. (1987). A systematic method for ameliorating disorders in basic attention. *Neuropsychological rehabilitation*, In J. M. Meier, A. L. Benton, & L. Diller (Eds.), , 165-181.

Benedict, R. (1997). Brief Visuospatial Memory Test-Revised: Professional manual Lutz, FL: Psychological Assessment Resources, Inc.

Berger, J.-L., & Büchel, F. P. (2012). Métacognition et croyances motivationnelles : un mariage de raison. *Revue française de pédagogie*(179), 95-128.

Bergeron et al. (2007). NeuroActive - Entraînement Cerveau Complet Brain center international.

Bergland, M. M. (1996). Transition from school to adult life: Key to the future. *Acquired brain injury in childhood and adolescence*, In A. L. Goldberg (Ed.), 17–194.

Bernabeu Verdu, J., Lopez Luengo, B., Fournier del Castillo, C., Canete Nieto, A., Suarez Rodriguez, J., & Castel Sanchez, V. (2004). [Attention process training application within an intervention project on attentional processes in children with cancer]. [Evaluation Studies Review]. *Revista de Neurologia*, 38(5), 482-486.

Betts, J., McKay, J., Maruff, P., & Anderson, V. (2006). The development of sustained attention in children: the effect of age and task load. *Child Neuropsychology*, 12(3), 205-221.

Biederman, J., & Faraone, S. V. (2005). Attention-deficit hyperactivity disorder. [Research Support, N I H , Extramural Research Support, Non-U S Gov't Research Support, U S Gov't, P H S Review]. *Lancet*, 366(9481), 237-248.

Bohnen, N., Jolles, J., & Twijnstra, A. (1992). Modification of the stroop color word test improves differentiation between patients with mild head injury and matched controls. *Clinical Neuropsychologist*, 6(2), 178-184. doi: 10.1080/13854049208401854

Bourque, C. (1999). Cadre de référence clinique pour l'élaboration de programmes de réadaptation pour la clientèle qui a subi un traumatisme cranio-cérébral. . *Volet enfants et adolescents*. , *Direction des politiques et programmes pour les accidentés, Service de la programmation en réadaptation* (Société de l'assurance automobile du Québec).

Broadbent. (1958). Perception and communication. New York: Oxford University Press.

Brooks, B. L., Mrazik, M., Barlow, K. M., McKay, C. D., Meeuwisse, W. H., & Emery, C. A. (2014). Absence of Differences Between Male and Female Adolescents With Prior Sport Concussion. [Journal article]. *Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 9, 9.

Brown, A. (1987). Metacognition, executive control, self-regulation and other more mysterious mechanisms. In K. R. H. Weinert E.E. (Ed.), *Metacognition, motivation and understanding* (pp. 65-116). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Bryant, R. A., O'Donnell, M. L., Creamer, M., McFarlane, A. C., Clark, C. R., & Silove, D. (2010). The psychiatric sequelae of traumatic injury. *The American Journal of Psychiatry*, 167(3), 312-320. doi: 10.1176/appi.ajp.2009.09050617

Buschman, T. J., & Miller, E. K. (2007). Top-down versus bottom-up control of attention in the prefrontal and posterior parietal cortices. *Science (New York, N.Y.)*, 315(5820), 1860-1862.

Camus, J. F. (1996). *La psychologie cognitive de l'attention* Paris: Masson et Armand Collin.

Camus, J. F. (1998). L'attention. In *Psychologie cognitive*. In É. Boréal (Ed.), (pp. 138-206).

Carroll, L. J., Cassidy, J. D., Peloso, P. M., Borg, J., von Holst, H., Holm, L., . . . Pepin, M. (2004). Prognosis for mild traumatic brain injury: results of the WHO Collaborating Centre Task Force on Mild Traumatic Brain Injury. [Research Support, Non-U S Gov't Review]. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 43, 84-105.

Catroppa, C., Anderson, V. A., Morse, S. A., Haritou, F., & Rosenfeld, J. V. (2007). Children's attentional skills 5 years post-TBI. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Journal of Pediatric Psychology*, 32(3), 354-369.

Cepeda, N. J., Kramer, A. F., & Gonzalez de Sather, J. C. M. (2001). Changes in executive control across the life span: Examination of task-switching performance. *Developmental Psychology*, 37(5), 715-730. doi: 10.1037/0012-1649.37.5.715

Cicerone, K. D. (2002). Remediation of 'working attention' in mild traumatic brain injury. *Brain Injury*, 16(3), 185-195. doi: <http://dx.doi.org/10.1080/02699050110103959>

Cicerone, K. D., Dahlberg, C., Malec, J. F., Langenbahn, D. M., Felicetti, T., Kneipp, S., . . . Catanese, J. (2005). Evidence-based cognitive rehabilitation: updated review of the literature from 1998 through 2002. [Review]. *Archives of Physical Medicine & Rehabilitation*, 86(8), 1681-1692.

Cicerone, K. D., Langenbahn, D. M., Braden, C., Malec, J. F., Kalmar, K., Fraas, M., . . . Ashman, T. (2011). Evidence-based cognitive rehabilitation: updated review of the literature from 2003 through 2008. [Meta-Analysis Review]. *Archives of Physical Medicine & Rehabilitation*, 92(4), 519-530.

CIHI. (2004). Head Injuries in Canada: A Decade of Change (1994-1995 to 2003-2004). *Taking health informer further : Analysis in brief*(August 2006).



Coelho, C. A. (2005). Direct attention training as a treatment for reading impairment in mild aphasia. *Aphasiology*, 19(3-5), 275-283. doi: <http://dx.doi.org/10.1080/02687030444000741>

Cohadon, J. F., Casteli, J.P., Richer, E., Mazaux, J.M., Loiseau H. (2002). Les traumatisés crâniens, De l'accident à la réinsertion. *Arnette*(nouvelle édition).

Conners. (2008). *Conners 3rd Edition: Manual*. Toronto: Multi-Health Systems Inc.: .

Cornet G., C. M. (2008). Technologies pour le soin, l'autonomie et le lien social des personnes âgées : quoi de neuf ? *Gérontologie et Société* 3(126), 236.

Cornish, K., Wilding, J. . (2010). *Attention, Genes, and Developmental Disorders*. USA: Oxford University Press

Cyr, A.-A., Stinchcombe, A., Gagnon, S., Marshall, S., Hing, M. M.-S., & Finestone, H. (2009). Driving difficulties of brain-injured drivers in reaction to high-crash-risk simulated road events: A question of impaired divided attention? *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 31(4), 472-482. doi: 10.1080/13803390802255627

De Marchi R., B. V., Hung A., et al. (2005). Review of awakening agents. *Can J Neurol Sci*(32), 4-17.

DeLuca, J., Schultheis, M. T., Madigan, N. K., Christodoulou, C., & Averill, A. (2000). Acquisition versus retrieval deficits in traumatic brain injury: Implications for memory rehabilitation. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 81(10), 1327-1333. doi: <http://dx.doi.org/10.1053/apmr.2000.9390>

Efklides, A. (2001). Metacognitive experience in problem solving *Trends and prospects in motivation research* (pp. 297-323). Dordrecht: Kluwer.

Efklides, A. (2011). Interactions of Metacognition With Motivation and Affect in Self-Regulated Learning: The MASRL Model. *Educational Psychologist*, 46(1), 6-25. doi: 10.1080/00461520.2011.538645

Emond, V., Joyal, C., & Poissant, H. (2009). [Structural and functional neuroanatomy of attention-deficit hyperactivity disorder (ADHD)]. [English Abstract Review]. *Encephale*, 35(2), 107-114.

Enticott, P. G., Ogloff, J. R. P., & Bradshaw, J. L. (2006). Associations between laboratory measures of executive inhibitory control and self-reported impulsivity. *Personality and Individual Differences*, 41(2), 285-294. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.paid.2006.01.011>

Evenden, J. L. (1999). Varieties of impulsivities. *Psychopharmacology*, 146, 348-341.

Ewing-Cobbs, L., Prasad, M. R., Kramer, L., Cox, C. S., Jr., Baumgartner, J., Fletcher, S., . . . Swank, P. (2006). Late intellectual and academic outcomes following traumatic brain injury sustained during early childhood. [Research Support, N I H , Extramural]. *J Neurosurg*, 105(4 Suppl), 287-296.

Fairweather D., P. C., Kerr J., Lafferty S., Hindmarch I. (1997). Citalopram compared to dothiepin and placebo: effects on cognitive function and psychomotor performance. *Human Psychopharmacol* (12), 119-126.

Fenwick, T., & Anderson, V. (1999). Impairments of attention following childhood traumatic brain injury. *Child Neuropsychology*, 5(4), 213-223.

Field, A. (2005). *Discovering statistics using SPSS*: Sage publications.

Fochtmann, L. J. G., A. J. (2005). Guideline watch: Practice guideline for the treatment of patients with major depressive disorder *Focus*, 2nd ed(3), 34-42.

Gadoury, M. (1999). Cadre de référence clinique pour l'élaboration de programmes de réadaptation pour la clientèle qui a subi un traumatisme crânio-cérébral. *Volet adulte, Direction des politiques et programmes pour les accidentés. Service de la programmation en réadaptation*(Société de l'assurance automobile du Québec), 156.

Galbiati, S., Recla, M., Pastore, V., Liscio, M., Bardoni, A., Castelli, E., & Strazzer, S. (2009). Attention remediation following traumatic brain injury in childhood and adolescence. *Neuropsychology*, 23(1), 40-49. doi: <http://dx.doi.org/10.1037/a0013409>

Gélinas, D. (1998). Points de repère pour différencier la gestion de cas du suivi intensif dans le milieu auprès des personnes souffrant de troubles mentaux graves. *Santé mentale au Québec*, 23(2), 17-47.

Ginstfeldt, T., & Emanuelson, I. (2010). An overview of attention deficits after paediatric traumatic brain injury. *Brain Injury*, 24(10), 1123-1134. doi: 10.3109/02699052.2010.506853

Glicksohn, J., Leshem, R., & Aharoni, R. (2006). Impulsivity and time estimation: Casting a net to catch a fish. *Personality and Individual Differences*, 40(2), 261-271. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.paid.2005.07.003>

Gomez, J. M., Van der Linden, M. (2009). Impulsivité et difficultés de régulation émotionnelle et de gestion des relations sociales chez l'enfant et l'adolescent. *Développements*, 2(2), 27-34.

Goudreau, R. (2000). Le développement des processus de contrôle attentionnels. *Psychologie Québec*(12), 24-27.

Gray, J. M., Robertson, I., Pentland, B., & Anderson, S. (1992). Microcomputer-based attentional retraining after brain damage: A randomised group controlled trial. *Neuropsychological Rehabilitation*, 2(2), 97-115. doi: <http://dx.doi.org/10.1080/09602019208401399>

Hawley, C. A., Ward, A. B., Magnay, A. R., & Mychalkiw, W. (2004). Return to school after brain injury. *Archives of Disease in Childhood*, 89(2), 136-142. doi: 10.1136/adc.2002.025577

Holsinger T., S. D. C., Phillips C., et al. (2002). Head injury in early adulthood and the lifetime risk of depression. *Arch Gen Psychiatry*(59), 17-22.

Hornyak, J. E., Nelson, V. S., & Hurvitz, E. A. (1997). The use of methylphenidate in paediatric traumatic brain injury. *Developmental neurorehabilitation*, 1(1), 15-17. doi: doi:10.3109/17518429709060937

Hotz, G., Helm-Estabrooks, N., & Nelson, N. W. (2001). Development of the Pediatric Test of Traumatic Brain Injury. *The Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 16(5), 426-440. doi: <http://dx.doi.org/10.1097/00001199-200110000-00003>

Huizinga, M., Dolan, C. V., & van der Molen, M. W. (2006). Age-related change in executive function: developmental trends and a latent variable analysis. [Clinical Trial]. *Neuropsychologia*, 44(11), 2017-2036.

Innes, C. R. H., Jones, R. D., Dalrymple-Alford, J. C., Hayes, S., Hollobon, S., Severinsen, J., Smith, G., Nicholls, A., Anderson, T. J. (2007). Sensory-motor and cognitive tests predict driving ability of persons with brain disorders. *Journal of the Neurological Sciences*, 260(1–2), 188-198. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jns.2007.04.052>

Jorge R.E., R. R. G., Moser D., et al. (2004). Major depression following traumatic brain injury. *Arch Gen Psychiatry*(61), 42-50.

Kahneman, D. (1973). *Attention and Effort*: Prentice-Hall Inc.

Kaplan, E., Fein, D., Kramer, J., Delis, D., Morris, R. . (2004). Wechsler Intelligence Scale for Children — Fourth Edition Integrated: Pearson Assessment.

Kawashima. (2005). *The Brain Age*: Nitendo.

Keilp, J. G., Sackeim, H. A., & Mann, J. J. (2005). Correlates of trait impulsiveness in performance measures and neuropsychological tests. *Psychiatry Research, 135*(3), 191-201. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.psychres.2005.03.006>

Kennard, M. (1936). Age and other factors in motor recovery from precentral lesions in monkeys. *Amer J Physiol, 115*, 138-146.

Kennard, M. A. (1940). Relation of age to motor impairment in man and in subhuman primates. *Archives of Neurology and Psychiatry, 26*, 377-397.

Kerr, J., Hindmarch, I. (1996). Citalopram and other antidepressants: comparative effects on cognitive function and psychomotor performance. *Journal of Serotonin Research*(3), 123-129.

Kleim, J. A., & Jones, T. A. (2008). Principles of Experience-Dependent Neural Plasticity: Implications for Rehabilitation After Brain Damage. *J Speech Lang Hear Res, 51*(1), S225-239. doi: 10.1044/1092-4388(2008/018)

Kline, R. B. (1998). *Principles and practices of structural equation modeling*. New York: Guilford.

Klingberg, T., Fernell, E., Olesen, P. J., Johnson, M., Gustafsson, P., Dahlström, K., . . . Westerberg, H. (2005). Computerized Training of Working Memory in Children With ADHD- A Randomized, Controlled Trial. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry, 44*(2), 177-186. doi: <http://dx.doi.org/10.1097/00004583-200502000-00010>

Koenigsberg, H. W., Harvey, P. D., Mitropoulou, V., New, A. S., Goodman, M., Silverman, J., . . . Siever, L. J. (2001). Are the Interpersonal and Identity Disturbances in the Borderline Personality Disorder Criteria Linked to the Traits of Affective Instability and Impulsivity? *Journal of Personality Disorders, 15*(4), 358-370. doi: 10.1521/pedi.15.4.358.19181

Korkman, M., Kirk, U., Kemp, S. (2007). NEPSY-II : Bilan neuropsychologique de l'enfant: Pearson Assessment.

Kraus, M. F., Susmaras, T., Caughlin, B. P., Walker, C. J., Sweeney, J. A., & Little, D. M. (2007). White matter integrity and cognition in chronic traumatic brain injury: a diffusion tensor imaging study. *Brain*, *130*(10), 2508-2519. doi: 10.1093/brain/awm216

Krause, M., Mahant, N., Kotschet, K., Fung, V. S., Vagg, D., Wong, C. H., & Morris, J. G. (2012). Dysexecutive behaviour following deep brain lesions--a different type of disconnection syndrome? [Case Reports]. *Cortex*, *48*(1), 97-119.

Lafortune, L., & Deaudelin, C. . (2001). *Accompagnement Socioconstructiviste: Pour S'Approprier une Réforme en Éducation*: PUQ.

Lafortune, L., Jacob, S., & Hébert, D. . (2000). *Pour guider la métacognition*: PUQ.

Langlois, J. A., Rutland-Brown, W., & Wald, M. M. (2006). The Epidemiology and Impact of Traumatic Brain Injury: A Brief Overview. *The Journal of Head Trauma Rehabilitation*, *21*(5), 375-378.

Laporte, P. (1997). RÉÉDUC: Psychotech.

Laporte, P., Pépin, M., & Loranger, M. (2002). *L'Attentionnel. Logiciels sur la rééducation du système attentionnel. Guide d'accompagnement*. . Québec: Le Réseau Psychotech inc.

Levin, H., Hanten, G., Max, J., Li, X., Swank, P., Ewing-Cobbs, L., . . . Schachar, R. (2007). Symptoms of attention-deficit/hyperactivity disorder following traumatic brain injury in children. [Research Support, N.I.H., Extramural Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Journal of Developmental & Behavioral Pediatrics*, *28*(2), 108-118.

Levin, H. S., Mendelsohn, D., Lilly, M. A., Fletcher, J. M., Culhane, K. A., Chapman, S. B., . . . Eisenberg, H. M. (1994). Tower of London performance in relation to Magnetic Resonance Imaging following closed head injury in children. *Neuropsychology*, 8(2), 171-179. doi: 10.1037/0894-4105.8.2.171

Logan, G. D., Schachar, R. J., & Tannock, R. (1997). Impulsivity and Inhibitory Control. *Psychological Science*, 8(1), 60-64. doi: 10.2307/40062847

Logie, R. H. (1995). *Visuo-spatial working memory* U.K.: Hove

Luethi, M., Meier, B., & Sandi, C. (2008). Stress effects on working memory, explicit memory, and implicit memory for neutral and emotional stimuli in healthy men. *Frontiers in behavioral neuroscience*, 2, 5.

Lussier, F. (2008). PIFAM : Programme d'intervention sur les fonctions attentionnelles et métacognitives Institut de Recherches Psychologiques (IRP).

Mackay, D. G. (1973). Aspects of the theory of comprehension, memory and attention. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 25(1), 22-40. doi: 10.1080/14640747308400320

Manly, T., Ward, S., & Robertson, I. (2002). The rehabilitation of attention *Neuropsychological interventions: Clinical research and practice* (pp. 105-136). New York, NY: Guilford Press; US.

Massé, L., Verreault, M., Verret, C. . (2012). *TDAH 6-12 ans et interventions parentales*. Paper presented at the 2e congrès international de langue française sur le TDAH Québec.

McEwen, B. S. (1999). Stress and hippocampal plasticity. *Annual review of neuroscience*, 22, 105-122.

Mekwa, J. N. (1997). Attention Process Training: Its effectiveness in remediating attention and memory deficits following mild traumatic brain injury. [Dissertation]. *Dissertation Abstracts International: Section B: The Sciences and Engineering*, 57(7-B), 4301.

Middleton, J. A. (2001). Psychological Sequelae of Head Injury in Children and Adolescents. *The Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines*, 42(02), 165-180. doi:doi:10.1017/S0021963001006667

Miller, G. A. (1956). The Magical Number Seven, Plus or Minus Two: Some Limits on Our Capacity for Processing Information. *The psychological review*, 63, 81-97.

Mirsky, A. F., Anthony, B. J., Duncan, C. C., Ahearn, M. B., & Kellam, S. G. (1991). Analysis of the elements of attention: A neuropsychological approach. *Neuropsychology Review*, 2(2), 109-145. doi: 10.1007/bf01109051

Mirsky, A. F., Duncan, C.C. (2001). A nosology of disorders of attention. *Annals New York Academic Science*, 931, 17-32.

Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex "Frontal Lobe" tasks: a latent variable analysis. [Research Support, U S Gov't, Non-P H S]. *Cogn Psychol*, 41(1), 49-100.

Moeller, F. G., Barratt, E. S., Dougherty, D. M., Schmitz, J. M., & Swann, A. C. (2001). Psychiatric aspects of impulsivity. [Research Support, Non-U S Gov't Research Support, U S Gov't, P H S Review]. *Am J Psychiatry*, 158(11), 1783-1793.

Moore Sohlberg, M., & Mateer, C. A. (2001). Improving attention and managing attentional problems: Adapting rehabilitation techniques to adults with ADD *Adult attention deficit disorder: Brain mechanisms and life outcomes* (pp. 359-375). New York, NY: New York Academy of Sciences; US.



Murray, L. L., Keeton, R. J., & Karcher, L. (2006). Treating attention in mild aphasia: evaluation of attention process training-II. [Case Reports Research Support, N.I.H., Extramural]. *Journal of Communication Disorders*, 39(1), 37-61.

Nelson, T. O., & Narens, L. . (1990). Metamemory: A theoretical framework and new findings. *The psychology of learning and motivation*. (26), 125-141.

Norman, D. A., & Shallice, T. (1980). Attention in action : Willed and automatic control of behavior. *Centre for Human Information Processing Technical Report*, 99.

Oddo, M., & Gasche, Y. (2009). [Update on the management of severe traumatic brain injury]. [English Abstract]. *Rev Med Suisse*, 5(229), 2506-2510.

Palmese, C. A., & Raskin, S. A. (2000). The rehabilitation of attention in individuals with mild traumatic brain injury, using the APT-II programme. *Brain Injury*, 14(6), 535-548. doi: <http://dx.doi.org/10.1080/026990500120448>

Paquette, C. (2009). *Guide des meilleures pratiques en réadaptation cognitive* Presses de l'université du Québec.

Parent, V. (2010). *Utilisation de la remédiation cognitive comme stratégie d'intervention auprès d'enfants présentant des difficultés d'adaptation*. PhD, Université du Québec à Montréal, Montréal.

Park, B. S., Allen, D. N., Barney, S. J., Ringdahl, E. N., & Mayfield, J. (2009). Structure of attention in children with traumatic brain injury. *Applied Neuropsychology*, 16(1), 1-10.

Park, N., & Ingles, J. (2000). Effectiveness of attention training after an acquired-brain injury: A meta analysis of rehabilitation studies. *Brain and Cognition*, 44(1), 5-9. doi: <http://dx.doi.org/10.1006/brcg.1999.1209>

Park, N. W., & Ingles, J. L. (2001). Effectiveness of attention rehabilitation after an acquired brain injury: A meta-analysis. *Neuropsychology*, *15*(2), 199-210. doi: <http://dx.doi.org/10.1037/0894-4105.15.2.199>

Park, N. W., Proulx, G.-B., & Towers, W. M. (1999). Evaluation of the attention process training programme. *Neuropsychological Rehabilitation*, *9*(2), 135-154. doi: <http://dx.doi.org/10.1080/713755595>

Penn, P. R., Rose, F. D., & Johnson, D. A. (2009). Virtual enriched environments in paediatric neuropsychological rehabilitation following traumatic brain injury: Feasibility, benefits and challenges. [Review]. *Developmental neurorehabilitation*, *12*(1), 32-43.

Pero, S., Incoccia, C., Caracciolo, B., Zoccolotti, P., & Formisano, R. (2006). Rehabilitation of attention in two patients with traumatic brain injury by means of 'attention process training'.

*Brain Injury*, *20*(11), 1207-1219. doi: <http://dx.doi.org/10.1080/02699050600983271>

Pintrich, P., Wolters, C., Baxter, G. . (2000). Assessing metacognition and self-regulated learning. In G. S. J. Impara (Ed.), *Issues in the measurement of metacognition* (pp. 43-97). Lincoln : Buros Institute.

Poissant, H. (2007). Le programme multidimensionnel de remédiation cognitive (PMRC): Université du Québec à Montréal

Ponsford, J., Willmott, C., Rothwell, A., Cameron, P., Ayton, G., Nelms, R., . . . Ng, K. (2001). Impact of early intervention on outcome after mild traumatic brain injury in children. [Clinical Trial Research Support, Non-U S Gov't]. *Pediatrics*, *108*(6), 1297-1303.

Ponsford, J. L., Ziino, C., Parcell, D. L., Shekleton, J. A., Roper, M., Redman, J. R., . . . Rajaratnam, S. M. (2012). Fatigue and sleep disturbance following traumatic brain injury--their nature, causes, and potential treatments. [Research Support, Non-U S Gov't Review]. *Journal of Head Trauma Rehabilitation*, *27*(3), 224-233.

- Posner, M. I., & Rothbart, M. K. (1992). Attentional mechanisms and conscious experience.
- Raymer, A. M., Beeson, P., Holland, A., Kendall, D., Maher, L. M., Martin, N., . . . Gonzalez Rothi, L. J. (2008). Translational Research in Aphasia: From Neuroscience to Neurorehabilitation. *J Speech Lang Hear Res*, *51*(1), S259-275. doi: 10.1044/1092-4388(2008/020)
- Rebok, G. W., Smith, C. B., Pascualvaca, D. M., Mirsky, A. F., Anthony, B. J., & Kellam, S. G. (1997). Developmental changes in attentional performance in urban children from eight to thirteen years. *Child Neuropsychology*, *3*(1), 28-46. doi: 10.1080/09297049708401366
- Rees, L., Marshall, S., Hartridge, C., Mackie, D., & Weiser, M. (2007). Cognitive interventions post acquired brain injury. *Brain Injury*, *21*(2), 161-200. doi: <http://dx.doi.org/10.1080/02699050701201813>
- Rey, A. T., E.M., Lezak, M.D. (1958; 1959; 1964; 1976). *Test d'apprentissage auditivo-verbal de Rey-Taylor* Paris: PUF.
- Reynolds, B., Ortengren, A., Richards, J. B., & de Wit, H. (2006). Dimensions of impulsive behavior: Personality and behavioral measures. *Personality and Individual Differences*, *40*(2), 305-315. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.paid.2005.03.024>
- Rochat, L., & Linden, V. d. (2012). L'attention centrée sur soi : Mécanismes et fonctions. . In B. M. V. d. Linden (Ed.), *Identité et cognition: Apports de la psychologie et de la neuroscience cognitives*. Bruxelles: De Boeck.
- 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. [Meta-Analysis Review]. *Neuropsychology*, *23*(1), 20-39.

Rosenthal, R., & Jacobson, L. (1968). Pygmalion in the classroom. *The Urban Review*, 3(1), 16-20. doi: 10.1007/bf02322211

Rosvold, H. E., Mirsky, A. F., Sarason, I., Bransome Jr, E. D., & Beck, L. H. (1956). A continuous performance test of brain damage. *Journal of Consulting Psychology*, 20(5), 343-350. doi: 10.1037/h0043220

Ruff H.A., L. K. R. (1990). Development of sustained, focused attention in young children during free play. *Developmental Psychology*(26), 85-93.

Ruff, R. M., Niemann, H., Troster, A. I., & Mateer, C. (1990). Effectiveness of behavioral management in rehabilitation: Cognitive procedures *Neurobehavioural sequelae of traumatic brain injury* (pp. 305-334). Philadelphia, PA: Taylor & Francis; US.

SAAQ. (1999). Cadre de référence clinique pour l'élaboration de programmes de réadaptation pour la clientèle qui a subi un traumatisme cranio-cérébral. Volet adulte. Direction des politiques et programmes pour les accidentés. *Service de la programmation en réadaptation* (Société de l'assurance automobile du Québec), 156.

Scanlon et al. (2005). Luminosity: The lumos lab.

Schneider, W., & Shiffrin, R. M. (1977). Controlled and automatic human information processing: I. Detection, search, and attention. *Psychological Review*, 84(1), 1-66. doi: 10.1037/0033-295x.84.1.1

Schufried. (2010). CogniPlus. France.

Segerstrom, S. C., & Miller, G. E. (2004). Psychological stress and the human immune system: a meta-analytic study of 30 years of inquiry. [Meta-Analysis Research Support, Non-U S Gov't Research Support, U S Gov't, P H S]. *Psychol Bull*, 130(4), 601-630.

Séguin, M., Lahaie, A., Beauchamp, M.H. (2012). *Entraînement intensif des processus attentionnels: une étude d'efficacité en neurotraumatologie pédiatrique*. Paper presented at the Congrès des étudiants de l'hôpital Ste-Justine, Montréal, Canada.

Seron, X., & Van der Linden, M. *Traité de neuropsychologie clinique - Tome 2*. Marseille: Éditions Solal.

Siddall, O. M. (2005). Use of methylphenidate in traumatic brain injury. *Ann Pharmacother*(39), 1309-1313.

Silverstein, S. M., Hatashita-Wong, Michi, Solak, Beth Anne, Uhlhaas, Peter, Landa, Yulia, Wilkniss, Sandra M., Goicochea, Claudia, Carpiniello, Kelly, Schenkel, Lindsay S., Savitz, Adam, Smith, Thomas E. (2005). Effectiveness of a two-phase cognitive rehabilitation intervention for severely impaired schizophrenia patients. *Psychological Medicine: A Journal of Research in Psychiatry and the Allied Sciences*, 35(6), 829-837. doi: <http://dx.doi.org/10.1017/S0033291704003356>

Sinopoli, K. J., Schachar, R., & Dennis, M. (2011). Traumatic brain injury and secondary attention-deficit/hyperactivity disorder in children and adolescents: the effect of reward on inhibitory control. [Research Support, N I H , Extramural Research Support, Non-U S Gov't]. *Journal of Clinical & Experimental Neuropsychology: Official Journal of the International Neuropsychological Society*, 33(7), 805-819.

Sinotte, M. P., & Coelho, C. A. (2007). Attention training for reading impairment in mild aphasia: A follow-up study. *NeuroRehabilitation*, 22(4), 303-310.

Slomine, B., & Locascio, G. (2009). Cognitive rehabilitation for children with acquired brain injury. *Developmental Disabilities Research Reviews*, 15(2), 133-143. doi: <http://dx.doi.org/10.1002/ddrr.56>

Sohlberg, M. M., & Mateer, C.A. . (1989). *Cognitive Rehabilitation: Introduction to Theory and Practice*. . New York: Guilford Press

Sohlberg, M. M., Johnson, L., Paule, L., Raskin, S., Mateer, C. A. . (2001). Attention Process Training-II Lash&Associates publishing/training inc.

Sohlberg, M. M., & Mateer, C. A. (1987). Effectiveness of an attention-training program. [Research Support, U.S. Gov't, P.H.S.]. *Journal of Clinical & Experimental Neuropsychology: Official Journal of the International Neuropsychological Society*, 9(2), 117-130.

Sohlberg, M. M., & Mateer, C. A. (1987). Effectiveness of an attention-training program. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 9(2), 117-130. doi: <http://dx.doi.org/10.1080/01688638708405352>

Sohlberg, M. M., & Mateer, C. A. (2001). *Cognitive rehabilitation: An integrative neuropsychological approach*. New York, NY: Guilford Press; US.

Sohlberg, M. M., Mateer, C. A. (1987). Attention Process Training-I: Lash&Associates publishing/training inc.

Sohlberg, M. M., Mateer, C. A. (2011). Attention Process Training-III: Lash&Associates publishing/training inc.

Sohlberg, M. M., McLaughlin, K. A., Pavese, A., Heidrich, A., & Posner, M. I. (2000). Evaluation of attention process training and brain injury education in persons with acquired brain injury. [Clinical Trial Randomized Controlled Trial]. *Journal of Clinical & Experimental Neuropsychology: Official Journal of the International Neuropsychological Society*, 22(5), 656-676.

Sturm, W., Willmes, K., Orgass, B., & Hartje, W. (1997). Do specific attention deficits need specific training? *Neuropsychological Rehabilitation*, 7(2), 81-103. doi: <http://dx.doi.org/10.1080/713755526>

Sullivan, J. R., & Riccio, C. A. (2010). Language Functioning and Deficits Following Pediatric Traumatic Brain Injury. *Applied Neuropsychology*, 17(2), 93-98. doi: 10.1080/09084281003708852

Talsky, A., Pacione, L. R., Shaw, T., Wasserman, L., Lenny, A., Verma, A., Hurwitz, G., Waxman, R., Morgan, A., Bhalerao, S. . (2010). Pharmacological interventions for traumatic brain injury. *BC Medical Journal*, 53(1 January, February), Articles.

Tateno, A. J., Ricardo E. ; Robinson, Robert G. (2003). Clinical Correlates of Aggressive Behavior After Traumatic Brain Injury. *The Journal of Neuropsychiatry and Clinical Neurosciences*, 15(2003), 155-160.

Taves, D. R. (1974). Minimization: a new method of assigning patients to treatment and control groups. [Clinical Trial]. *Clin Pharmacol Ther*, 15(5), 443-453.

Taylor, H. G., & Alden, J. (1997). Age-related differences in outcomes following childhood brain insults: an introduction and overview. *Journal of the International Neuropsychological Society : JINS*, 3(6), 555-567.

Teasdale, G., & Jennett, B. (1974). Assessment of coma and impaired consciousness. A practical scale. *Lancet*, 2(7872), 81-84.

Thomson, J., Kerns, K. (2005). Pay Attention!: Lash&Associates publishing/training inc.

Tiersky, L. A., Anselmi, V., Johnston, M. V., Kurtyka, J., Roosen, E., Schwartz, T., & Deluca, J. (2005). A trial of neuropsychologic rehabilitation in mild-spectrum traumatic brain injury. [Clinical Trial Randomized Controlled Trial Research Support, Non-U S Gov't]. *Archives of Physical Medicine & Rehabilitation*, 86(8), 1565-1574.

Trick, L. M., & Enns, J.T. . (1998). Life-span changes in attention: The visual search task. *Cognitive Development*, 13(3), 369-386.

van't Hooft, I., Andersson, K., Sejersen, T., Bartfai, A., & von Wendt, L. (2003). Attention and memory training in children with acquired brain injuries. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Acta Paediatrica*, 92(8), 935-940.

van 't Hooft, I., Andersson, K., Bergman, B., Sejersen, T., von Wendt, L., & Bartfai, A. (2007). Sustained favorable effects of cognitive training in children with acquired brain injuries. *NeuroRehabilitation*, 22(2), 109-116.

van der Heijden, A., & Bem, S. (1997). Successive approximations to an adequate model of attention. *Consciousness and Cognition: An International Journal*, 6(2-3), 413-428. doi: <http://dx.doi.org/10.1006/ccog.1996.0284>

Van der Linden, P. M. A. (2001). Supervisory Attentional System in Patients with Focal Frontal Lesions. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 23(2), 225-239. doi: 10.1076/jcen.23.2.225.1212

Van Zomeren, A. H., & Brouwer, W. H. (1994). *Clinical neuropsychology of attention*. New York: Oxford University Press.

Vernescu, R. (2007). *Attention Process Training in Young Children with Fetal Alcohol Spectrum Disorders*. Victoria, Canada.



Verreault, M. B., C. . (2008). *Super Actif! Une intervention adaptée pour les enfants ayant un TDAH et un trouble anxieux et leur famille*. Paper presented at the 2e Congrès biennal du Comité québécois pour les jeunes en difficulté de comportement, Université Laval, Québec.

Wechsler, D. (1997). Échelle d'intelligence de Wechsler pour adultes - troisième édition Pearson Assessment.

Wechsler, D. (1999). Wechsler Abbreviated Scale of Intelligence: Pearson Assessment.

Wechsler, D. (2001). Échelle clinique de Mémoire de Wechsler - troisième édition: Pearson Assessment.

Wechsler, D. (2003). L'échelle d'intelligence de Wechsler pour enfants—quatrième édition—version pour francophones du Canada: Pearson Assessment.

Welsh, M. C., & Pennington, B. F. (1988). Assessing frontal lobe functioning in children: Views from developmental psychology. *Developmental Neuropsychology*, 4(3), 199-230. doi: 10.1080/87565648809540405

Whyte, J., Hart, T., Schuster, K., Fleming, M., Polansky, M., & Coslett, H. B. (1997). Effects of methylphenidate on attentional function after traumatic brain injury. A randomized, placebo-controlled trial. [Clinical Trial Controlled Clinical Trial Research Support, Non-U.S. Gov't Research Support, U.S. Gov't, P.H.S.]. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 76(6), 440-450.

Wood, R. L. (1988). Attention disorders in brain injury rehabilitation. *Journal of Learning Disabilities*, 21(6), 327-332, 351.

Yi, D. J., & M., C. M. (2005). Attentional modulation of learning-related repetition attenuation effects in human parahippocampal cortex. *J Neurosci*(25), 3593-3600.

Ylvisaker, M., Turkstra, L., Coehlo, C., Yorkston, K., Kennedy, M., Sohlberg, M. M., & Avery, J. (2007). Behavioural interventions for children and adults with behaviour disorders after TBI: A systematic review of the evidence. *Brain Injury*, *21*(8), 769-805. doi:doi:10.1080/02699050701482470

Zimmermann, P., & Fimm, B. (2009). Tests d'évaluation de l'attention TAP/TEA version 2.1. Würzelen: Psytest

Zoccolotti, P., Cantagallo, A., De Luca, M., Guariglia, C., Serino, A., & Trojano, L. (2011). Selective and integrated rehabilitation programs for disturbances of visual/spatial attention and executive function after brain damage: a neuropsychological evidence-based review. [Review]. *European journal of physical & rehabilitation medicine.*, *47*(1), 123-147.

Zubin, J., Salzinger, S., Fleiss, J. L., Gurland, B., Spitzer, R. L., Endicott, J., & But ton, S. (1975). Biometric approach to psychopathology: Abnormal and clinical psychology—statistical, epidemiological, and diagnostic approaches. *Annual Review of Psychology*, *26*, 621-671.



# Annexes

## Annexe A

### *Échelle de Coma de Glasgow (GCS)*

<b>OUVERTURE DES YEUX</b>	
Spontanée	4
Sur commande	3
À la douleur	2
Aucune	1
<b>RÉPONSE VERBALE</b>	
Orienté	5
Confuse	4
Inappropriée	3
Sons incompréhensibles	2
Aucune	1
<b>RÉPONSE MOTRICE</b>	
Obéit aux instructions	6
Localise la douleur	5
Retrait (flexion normale)	4
Flexion anormale (déconnexion corticale)	3
Extension (déconnexion cérébrale)	2
Aucune	1

*(Teasdale & Jennett, 1974)*



## Annexe B

### *Variables dépendantes analysées a priori et outils neuropsychologiques*

		Tests Neuropsychologiques/	
Variables	Fonctions	Questionnaires	
Variables comportementales	<b>Sphère comportementale :</b>  [15] Nombre de symptômes d'inattention (IN)  [16] Nombre de symptômes d'hyperactivité/impulsivité (HI)  [17] Intensité des symptômes d'inattention (IN)  [18] Intensité des symptômes d'hyperactivité/impulsivité (HI)	[15-18] <i>Questionnaires de symptomatologie Conners 3<sup>e</sup> Édition</i> (Conners, 2008)	
Variables attentionnelles visuelles	<b>Sphère cognitive/attentionnelle :</b>  [1] Attention focalisée  [2] Attention soutenue visuelle  [3] Exploration visuelle /attention sélective visuelle  [4] Inhibition/contrôle attentionnel  [5] Attention partagée	<i>Test d'Évaluation de l'Attention</i> (TAP/TEA; Zimmermann & Fimm, 2009) :  [1] Alerte phasique  [3] Balayage visuel  [5] Forme 3 – Synchronie double-tâche  <i>Vigil Continuous Performance Test</i> (Rosvold, 1956) :  [2] Détection d'un K    <i>Delis-Kaplan Executive Function System</i> (D-KEFS; Delis, Kaplan & Kramer, 2001)  [4] Interférence couleur-mot : condition 3	

---

Variables attentionnelles auditives	[6] Attention soutenue auditive	<i>Test of Everyday Attention</i> (TEA; Robertson et al., 1996) : [6] Loterie  <i>Tests d'Évaluation de l'Attention chez l'Enfant</i> (Manly et al., 1999) : [6] Transmission de codes  <i>Bilan neuropsychologique NEPSY-II</i> (Korkman, Kirk & Kemp, 2007) : [7] Attention sélective auditive [8] Inhibition/ contrôle attentionnel auditif
-------------------------------------	---------------------------------	--

---

Variables mnésiques	[9] Mémoire à court-terme et Mémoire de travail	<i>Tests d'Évaluation de l'Attention</i> (TAP/TEA; Zimmermann & Fimm, 2009) : [9] Mémoire de travail – niveau 1 [9] Mémoire de travail – niveau 2  <i>Brief Visuospatial Memory Test-Revised</i> (BVMT-R; Benedict, 1997) : [10] Mémoire/ apprentissage visuel [10] Formes 1 et 2  <i>Test Auditivo-Verbal de Rey-Taylor</i> (Rey, Taylor & Lezak, 1958) [11] Mémoire/apprentissage auditivo-verbale [11] Versions 1 et 2
---------------------	---	--

---

---

Variables exécutives	[12] Planification visuoconstrutive	[12] <i>Tour de Londres</i> (Levin et al., 1994)  <i>Échelle d'intelligence pour enfants de Wechsler-IV- Intégrée</i> (WISC-IV-I; Kaplan & al., 2004) : [12] Labyrinthes d'Elithorn  <i>Tests d'Évaluation de l'Attention</i> (TAP/TEA: Zimmermann & Fimm, 2009) :
	[13] alternance attentionnelle/ flexibilité mentale	[13] Flexibilité – chiffres [13] Flexibilité alternance

---

Variable contrôle	[14] Traitement visuo-spatial	[14] <i>Test d'Organisation Visuelle de Hooper</i> (VOT : Hooper, 1958)
-------------------	-------------------------------	--

---





Annexe C

*cProtocole d'administration du programme d'entraînement intensif « Attention! Prêt? on s'enTraine! » pour adolescents*

APT-A																		
Nom :																		
Composante attentionnelle	Soutenue						Sélective				Alternée			Divisée				
Séance #3	Visuelle		Auditive				Visuelle		Auditive		Visuelle			Visuelle	Auditive	Visuelle	Auditive	
Tâches	<del>Annulation de formes #3BC+ Alternative I et II (cibles: lignes diagonales et points)</del>	<del>Annulation de chiffres #5 + Alternative I et II (cibles: 2)</del>	<del>Écoute de deux chiffres consécutifs #7ABC (lent) sans interférence</del>	<del>Écoute de deux chiffres consécutifs #8A sans interférence</del>	<del>Problèmes de soustraction #2A</del>	<del>Annulation de formes #3AC+ Alternative I et II avec acétate C (cible: lits avec une ligne)</del>	<del>Annulation de chiffres #4+ Alternative I et II avec acétate E (cibles: 2 et 6)</del>	<del>Écoute de deux chiffres consécutifs #7ABC (rapide) avec interférence</del>	<del>Écoute de deux chiffres en ordre décroissant #9B avec interférence</del>	Addition et soustraction #9 - autogestion (15sec)	Annulation de chiffres #6 (cibles: 4/6) (15sec)	x	<del>Annulation de chiffres #5 + Alternative I et II (cibles: 5)</del>	<del>Écoute de deux chiffres consécutifs #7ABC (lent) sans interférence</del>	<del>Annulation de formes #3BC+ Alternative I et II (cible: fleches)</del>	<del>Écoute de deux chiffres consécutifs #8A sans interférence</del>		
Erreurs	O: C:	O: C:	O: C:	O: C:	O: C:	O: C:	O: C:	O: C:	O: C:	O: C:	O: C:	O: C:	O: C:	O: C:	O: C:	O: C:	O: C:	O: C:
Temps																		
Notes stratégiques																		
Notes générales																		

*(Lahaie & Séguin, 2012)*



## Annexe D

### *Verbatim de deux exercices d'une séance type (séance 1)*

#### **Séance 1**

**NOTE : la séance 1 se veut un exemple très détaillé de l'administration des séances d'exercice de l'APT. Elle permet à l'intervenant de comprendre comment utiliser le matériel d'entraînement et intégrer aux consignes, les informations contenues dans la FICHE 1 : RECONNAÎTRE LES PROCESSUS ATTENTIONNELS ET APPLIQUER LES STRATÉGIES AU QUOTIDIEN. Les séances suivantes devraient s'administrer selon le même procédé.**

Les sections en italique sont les consignes à transmettre au participant. Les autres sections sont de l'information technique destinées à l'intervenant.

#### **Préambule général :**

☞ *Tout le monde a besoin d'attention et de concentration dans presque toutes les activités de la vie quotidienne. Nous allons travailler ensemble, durant les cinq prochaines semaines, toutes les formes d'attention/concentration qu'il faut avoir pour être le plus efficace possible dans ce qu'on doit faire dans nos journées. Tu vas voir, mes exercices sont pas comme ce que l'on fait dans la vie normale. Ça peut te faire penser que ça ne sert à rien dans ta vie. Ne t'en fais pas même si ça paraît pas ou que ça n'a pas l'air, on va muscler ta concentration.*

☞ *Pour t'aider dans les différents exercices et activités de ta vie, je vais entraîner ton attention par toutes sortes d'exercices. Je vais aussi t'enseigner ce qu'est l'attention et ses différentes composantes, je vais te donner des trucs et des stratégies attentionnelles qui te faciliteront la tâche. C'est très important de faire de ton mieux lorsqu'on travaille ensemble.*

#### ☞ **RAPPEL :**

- Remettre au participant le FEUILLET D'INFORMATION – ATTENTION ! PRÊT? ON S'ENTRAÎNE!
- Utiliser le protocole de notation correspondant à l'âge de l'enfant/adolescent (APT-E : 9-12 ans ; APT-A : 13-17 ans)
- En plus du protocole de notation, toujours garder à proximité la FICHE 1 : RECONNAÎTRE LES PROCESSUS ATTENTIONNELS ET APPLIQUER LES STRATÉGIES AU QUOTIDIEN. Elle contient des exemples de la vie de tous les jours qui permettent d'aider l'enfant/adolescent à bien comprendre la fonction attentionnelle décrite et la stratégie enseignée. Une compréhension optimale de la part du participant permettra une meilleure généralisation des principes et stratégies transmises durant l'entraînement attentionnel. Suivre le code de couleur pour mieux se repérer durant l'administration. Toutefois, il est primordial de prendre connaissance de la FICHE 1 : RECONNAÎTRE LES PROCESSUS ATTENTIONNELS ET APPLIQUER LES STRATÉGIES AU QUOTIDIEN préalablement à l'administration de la séance 1 afin de bien comprendre les exemples et les stratégies/processus attentionnels associés. Une maîtrise optimale des types d'attention et des stratégies en lien avec les différentes situations de la vie de tous les jours rend possible la formulation d'autres exemples davantage adapté au participant.
- Impulsivité : Introduire le concept lors de l'observation de signes d'impulsivité chez l'enfant en cours de séance 1, sinon l'introduire à la fin de la séance 1.

### Exercice 1 :

- ☞ *La première chose qu'on va travailler, c'est ton **ATTENTION SOUTENUE visuelle** qui est ta capacité à rester bien concentré jusqu'à la fin, lorsque tu dois **faire** des choses plates et longues. Qu'est-ce qui est plate et long dans ce que tu as à faire, toi? Par exemple... (Prendre la FICHE 1 - RECONNAÎTRE LES PROCESSUS ATTENTIONNELS ET APPLIQUER LES STRATÉGIES AU QUOTIDIEN). Se référer à la section :*

<b>TYPE D'ATTENTION AU QUOTIDIEN</b>
<b>TU ES EN ATTENTION SOUTENUE VISUELLE...</b>

Choisir un exemple parmi ceux présentés (ex : numéro 1: « *Quand tu fais un examen de mathématiques, quand tu lis un long texte en français, quand tu réponds à un questionnaire écrit* »), le dire au participant et le cocher sur la fiche, pour identifier que cet exemple a été présenté au participant.

- ☞ *Ce qu'on va faire maintenant, ça muscle ce type d'attention dont je viens de te parler, avec des exercices qui ressemblent un peu moins à la vie normale comme je t'ai expliqué au début.*

EXERCICES		
9-17 ans	Annulation de formes #3AC + Alternative I (cible: lits avec une ligne)	Annulation de chiffres #4 + Alternative I (cible:3)

ADMINISTRATION
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Présenter la feuille de stimuli (ex : #3ACComplexe + Alternative I/#4 + Alternative I) au participant et lui remettre le marqueur.</li><li>2. Consigne: « <i>Je vais te demander de faire un trait sur tous les (ex : lits avec 1 ligne), montrer le symbole approprié à l'aide du pictogramme se retrouvant dans le trousseau de symboles. Tu commences avec cette feuille (ex : 3AC) et tu continues avec celle-ci (ex : 3AC Alternative I). As-tu des questions? Tu es prêt? C'est parti!</i>».</li><li>3. Débuter le chronométrage dès que le participant commence et cesser dès qu'il a terminé toutes les feuilles.</li><li>4. À l'aide de la feuille de correction correspondante, comptabiliser le nombre d'erreurs (omissions et fausses alarmes) et l'inscrire sur le protocole de notation approprié (ex : APT-E : 9-12 ans ou APT-A : 13-17 ans)</li><li>5. Essuyer les pochettes protectrices avec un chiffon humide.</li><li>6. Procéder au deuxième exercice s'il y a lieu avant de donner la rétroaction.</li><li>7. Donner la rétroaction de sa performance au participant en montrant ses erreurs à l'aide de la feuille de correction.</li></ol>

**Rétroaction :** *comme dans tous les autres exercices que nous ferons ensemble, je vais te donner tes résultats. Pas pour te dire si tu es bon ou non, et ni pour que tu sentes que je te mets de la pression. Je veux que tu connaisses tes résultats pour t'aider à mieux te connaître par rapport à ton attention, et que tu puisses voir toi-même les situations là où tu dois être plus vigilant/attentif. Le problème avec l'attention, c'est qu'on ne se rend pas toujours compte qu'on n'est pas attentif à tout. Quand on*

connaît mieux, et qu'on sait reconnaître les situations dans notre vie dans lesquelles on risque plus d'avoir des oublis, des erreurs d'inattention, on devient vraiment efficaces à utiliser les trucs qu'on connaît pour être vraiment plus attentif. Donc à chaque fois que je te donne ton résultat sur un exercice d'attention, on va essayer de l'utiliser pour mieux te connaître et pour mieux savoir quoi faire à l'avenir dans les autres exercices et dans les autres situations de la vie qui demande cette sorte d'attention. ATTENTION DE NE PAS BANALISER LE RÉSULTAT. Dédramatiser si nécessaire, si l'enfant/adolescent paraît anxieux ou triste ou découragé, mais revenir sur le but, qui est d'apprendre à se connaître et à savoir quoi faire avec cela.

Donc! Ici, tu as eu **XX** cibles qui te sont passées sous le nez. Tu as eu aussi **XX** fausses alarmes. Ce sont des cibles que tu as barrées par erreur ou trop vite. Tes erreurs, si on regarde ensemble (présenter la feuille de corrigé au participant), sont surtout ... (au début?/Partout? À la fin?). Erreurs au début : « tu vois, tes erreurs sont surtout quand tu commences une nouvelles tâche. Comme si t'habituer à un nouvel exercice rend ton attention plus fragile ». Erreurs partout : « tu vois, tu en laisses passer un peu partout, sans t'en rendre compte ». Erreurs surtout à la fin : « tu vois, ton attention devient plus fatiguée à mesure que l'exercice avance. C'est un bon exemple qui indique que ton attention soutenue est fragile ».

☞ « Je vais te donner un truc, une stratégie qui va te servir dans toutes sortes de choses et que je te demande de pratiquer le plus souvent possible. C'est la stratégie du **« DÉTECTIVE/DÉTECTION GAUCHE-DROITE »** (montrer le pictogramme). Est-ce que pour toi, si je dis « détective » ça sonne trop bébé/enfant? (si non, utiliser le DÉTECTIVE GAUCHE-DROITE tout au long du programme. Si oui, dire « alors, on pourra dire la stratégie **« DÉTECTION GAUCHE-DROITE »**). Donc, quand on cherche quelque chose, si on veut le trouver et si on veut faire cela vite, on a intérêt à chercher à partir d'en haut de la feuille et d'explorer toutes les lignes une après l'autre, de gauche à droite, jusqu'en bas et tu te vérifies de bas en haut; tu peux aussi suivre avec ton doigt ou ton crayon, ça va t'aider encore plus. Si tu as à chercher par terre, dans un groupe de gens, dans un paysage ou dans une image, tu peux décider l'endroit où tu commences à chercher avec tes yeux et ensuite, tu explores de gauche à droite et on se vérifie de bas en haut. C'est mieux que de promener ses yeux n'importe où en essayant de tomber sur ce que tu cherches par hasard. Parfois tu le trouves du premier coup c'est vrai, mais ce n'est pas toujours le cas. Chercher de façon organisée fait qu'à chaque fois, on a toutes les chances de trouver ce que l'on cherche et que rien ne nous passe sous le nez! Cette façon de faire permet aussi de repérer toutes nos erreurs d'inattention et ensuite les corriger.

☞ Reprendre la FICHE 1 - RECONNAÎTRE LES PROCESSUS ATTENTIONNELS ET APPLIQUER LES STRATÉGIES AU QUOTIDIEN. Reprendre l'exemple présenté au participant au début de l'exercice (ex : numéro 1 : « Quand tu fais un examen de mathématiques, quand tu lis un long texte en français, quand tu réponds à un questionnaire écrit ». Dire : par exemple « Quand tu fais un examen de mathématiques, quand tu lis un long texte en français, quand tu réponds à un questionnaire écrit, tu utilises le **« DÉTECTIVE/DÉTECTION GAUCHE-DROITE »** pour ... se référer tout de suite à la section :

## STRATÉGIES AU QUOTIDIEN

### TU UTILISES LE « DÉTECTIVE/DÉTECTION GAUCHE-DROITE » POUR...

Présenter au participant le point correspondant de cette section (ex : numéro 1 : « Voir/saisir toute la matière/l'information que tu vois, sans que certaines d'entre elles te passent sous le nez ». Cocher sur la fiche l'exemple choisi (numéro 1), pour identifier que cet exemple a été présenté au participant.

#### Exercice 2 :

- ☞ *Ce qu'on va travailler maintenant, c'est ton **ATTENTION SOUTENUE auditive** qui est ta capacité à rester bien concentré jusqu'à la fin, lorsque tu dois **écouter** des choses plates et longues. Si on est bien attentif quand les gens nous racontent quelque chose, on retient mieux ce qu'ils nous ont dit. Il faut rester concentré et ne pas partir dans la lune, même si on trouve cela long. Par exemple...*  
(Prendre la FICHE 1 - RECONNAÎTRE LES PROCESSUS ATTENTIONNELS ET APPLIQUER LES STRATÉGIES AU QUOTIDIEN. Se référer à la section :

## TYPE D'ATTENTION AU QUOTIDIEN

### TU ES EN ATTENTION SOUTENUE AUDITIVE...

Choisir un exemple parmi ceux présentés (ex : numéro 1 : « En classe, quand tu écoutes le professeur qui explique la matière »), le dire au participant « *tu es en attention soutenue quand en classe, tu écoutes le professeur qui explique la matière* ». Cocher sur la fiche l'exemple choisi (numéro 1), pour identifier que cet exemple a été présenté au participant.

- ☞ *Ce qu'on va faire maintenant, ça permet de muscler ce type d'attention dont je viens de te parler.*

## EXERCICES

9-17 ans	Écoute d'un chiffre #1B sans interférence	Écoute d'une lettre #2B sans interférence
----------	---	---

## ADMINISTRATION

1. Faire une démonstration quant à la façon d'utiliser l'avertisseur sonore.
2. Consigne : « *Les consignes seront données sur le disque. Écoute bien!* »
3. Faire entendre les consignes qui précèdent un exercice donné et, au besoin, procurer quelques explications supplémentaires afin de s'assurer que le participant comprenne bien la tâche. (Noter sur le protocole de notation dans Notes Générales si des explications supplémentaires ont été nécessaires).
4. Suivre le déroulement de l'exercice en utilisant le protocole de notation approprié (ex : Écoute d'une lettre #1B sans interférence) et y noter chaque erreur.
5. Comptabiliser le nombre d'erreurs (omissions et fausses alarmes) et l'inscrire sur le protocole de notation approprié (ex : APT-E : 9-12 ans ou APT-A : 13-17 ans)
6. Essuyer les pochettes protectrices avec un chiffon humide.
7. Procéder au deuxième exercice s'il y a lieu avant de donner la rétroaction.

8. Donner la rétroaction de sa performance au participant en montrant ses erreurs à l'aide du protocole de cotation.

**Rétroaction :** Donc! Ici, tu as eu **XX** cibles qui te sont passées sous le nez. Tu as eu aussi **XX** fausses alarmes. Ce sont des cibles où tu as activé l'avertisseur sonore par erreur ou trop vite. Tes erreurs, si on regarde ensemble (présenter la feuille de corrigé au participant), sont surtout ... (au début?/Partout? À la fin?). Erreurs au début : « tu vois, tes erreurs sont surtout quand tu commences une nouvelles tâche. Comme si t'habituer à un nouvel exercice rend ton attention plus fragile ». Erreurs partout : « tu vois, tu en laisses passer un peu partout, sans t'en rendre compte ». Erreurs surtout à la fin : « tu vois, ton attention devient plus fatiguée à mesure que l'exercice avance. C'est un bon exemple qui indique que ton attention soutenue est fragile ».

Tu sais, quand tu écoutes quelque chose de long et de plate, tu peux avoir tendance à partir dans ta tête, à penser à autre chose. Tu dois devenir très bon pour t'en apercevoir et te ramener tout seul. Voici une stratégie qui te permettra de rester concentré, c'est le «**PSSST! QU'EST-CE QUE TU FAIS?!**!» (montrer le pictogramme). C'est une question que tu devras apprendre à te poser souvent pour te reconnecter à ce que tu es en train de faire, comme si quelqu'un te surveillait pour ne pas que tu tombes dans la lune. Tu dois durant un cours à l'école, devant un devoir, pendant que quelqu'un te parle, etc., te dire de temps en temps : «**PSSST! QU'EST-CE QUE TU FAIS?!**!». À chaque fois, je me réponds « ok, je fais... » Si j'étais dans la lune, je reprends là où j'étais rendu (ex : je pose une question au prof pour reprendre le fil, je demande à la personne qui me parle de répéter, etc.). Cela doit devenir un réflexe de te poser cette question souvent. Je prends l'habitude de me poser la question «**QU'EST-CE QUE TU FAIS?!**!» plusieurs fois dans la même activité. Le «**QU'EST-CE QUE TU FAIS?!**!» te surveille lorsque tu tombes dans la lune, il t'apprend à te dire souvent à toi-même, en classe, « Es-tu concentré sur ce que le prof dit? » « Écoutes-tu bien? ». Alors...

☞ Reprendre la FICHE 1 - RECONNAÎTRE LES PROCESSUS ATTENTIONNELS ET APPLIQUER LES STRATÉGIES AU QUOTIDIEN. Reprendre l'exemple présenté au participant au début de l'exercice (ex : numéro 1 : « En classe, quand tu écoutes le professeur qui explique la matière». Dire : par exemple « En classe, quand tu écoutes le professeur qui explique la matière, tu utilises le «**PSSST! QU'EST-CE QUE TU FAIS?!**!» pour ... se référer tout de suite à la section :

#### STRATÉGIES AU QUOTIDIEN

TU UTILISES LE « PSSST! QU'EST-CE QUE TU FAIS?! » POUR...

Présenter au participant le point correspondant de cette section (ex : numéro 1 : « Ne pas tomber dans la lune et rater les explications de la matière». Cocher sur la fiche l'exemple choisi (numéro 1), pour identifier que cet exemple a été présenté au participant.

(Lahaie & Séguin, 2012)





Annexe E

*Pictogramme de la stratégie attentionnelle « Détective Gauche-Droite »*



*(Lahaie & Séguin, 2012)*



Annexe F

Fiche 1 – Reconnaître les processus attentionnels et appliquer les stratégies au quotidien

EXEMPLES DE LA VIE DE TOUS LES JOURS	TU ES EN ATTENTION SOUTENUE VISUELLE...	TU UTILISES LE DÉTECTIVE/DÉTECTION GAUCHE-DROITE POUR...	TU UTILISES LE « PSSST! QU'EST-CE QUE TU FAIS?! » POUR...
1	Quand tu fais un examen de mathématiques, quand tu lis un long texte en français, quand tu réponds à un questionnaire écrit;	Voir/saisir toute la matière/l'information que tu vois, sans que certaines d'entre elles te passent sous le nez.	Ne pas tomber dans la lune et décrocher, regarder ailleurs, dehors.
2	Quand tu perds un petit truc par terre, dans les roches ou dans la forêt;	Être certain d'avoir vérifié partout et sans que l'objet que tu cherches te passe sous le nez.	Ne pas perdre le fil de ta recherche et ne plus savoir où tu as ou n'as pas vérifié et pour ne pas avoir à recommencer.
3	Quand tu révises un travail, un devoir, un document;	Vérifier toute les lignes, toutes les sections une après l'autre sans exception sans que certaines erreurs te passent sous le nez	Ne pas perdre le fil de ta correction et ne plus savoir à quelle ligne ou quelle section tu étais rendu et devoir recommencer ta révision.
4	Si tu es un gardien de nuit qui surveille les nombreuses caméras d'un musée;	Vérifier toutes les caméras une après l'autre sans en oublier une et sans qu'un détail t'échappe.	Ne pas qu'il perde le fil et ne plus savoir s'il a vérifié telle ou telle caméra .
5	Si tu es un contrôleur aérien qui surveille les avions sur son radar;	Vérifier toute la surface du radar et ne pas laisser d'avions se faufiler.	Être certain qu'il capte tous les avions qui passe sur son radar.
6	Quand tu recopies, dans tes différents cours, la matière écrite/dessiné au tableau;	Vérifier que tu n'as rien oublié de recopier.	T'éviter de partir dans la lune sans t'en rendre compte.
7	Plus le cours et/ou la journée passe, plus tu es en attention soutenue visuelle si tes matières sont pas justes présentées par un prof qui parle.	Vérifier que tu as vu et saisi toute la matière/l'information sans que certaines d'entre elles te passent sous le nez.	Ne pas tomber dans la lune et décrocher, regarder ailleurs, dehors.

(Lahaie & Séguin, 2012)



## Annexe G

### *Exemple d'exercice d'interférence visuelle*

#### APT-I ENTRAÎNEMENT DES PROCESSUS ATTENTIONNELS

##### FEUILLE DE STIMULI 5

3	4	9	6	5	4	3	1	9	8	7	2	2
2	5	7	6	4	2	8	9	3	4	0	1	4
3	1	4	2	0	5	7	6	6	0	3	5	9
5	4	2	0	0	9	1	7	3	4	6	8	5
9	3	1	1	3	6	9	8	7	3	8	5	6
8	4	3	4	2	3	5	0	8	4	2	6	4
9	9	7	3	8	7	4	0	6	6	1	7	2
0	6	6	1	9	8	2	1	4	5	6	0	1
2	5	4	4	4	0	1	4	0	0	9	4	0
3	4	1	2	1	9	7	7	4	9	0	5	4
6	2	8	0	0	3	9	4	2	5	3	4	5
9	1	4	8	0	4	6	3	2	7	4	5	1
8	0	3	2	8	5	4	4	0	7	4	7	9
7	5	9	5	1	6	3	6	6	7	3	1	6
2	2	0	6	7	5	7	8	7	9	2	0	7
9	3	6	0	3	2	1	8	5	0	8	5	9



Annexe H

*Correcteur d'un exercice d'attention visuelle*

**APT-I  
ENTRAÎNEMENT DES PROCESSUS ATTENTIONNELS**

**FEUILLE DE STIMULI 5**

3	4	9	6	5	4	3	1	9	8	7	2	2
2	5	7	6	4	2	8	9	3	4	0	1	4
3	1	4	2	0	5	7	6	6	0	3	5	9
5	4	2	0	0	9	1	7	3	4	6	8	5
9	3	1	1	3	6	9	8	7	3	8	5	6
8	4	3	4	2	3	5	0	8	4	2	6	4
9	9	7	3	8	7	4	0	6	6	1	7	2
0	6	6	1	9	8	2	1	4	5	6	0	1
2	5	4	4	4	0	1	4	0	0	9	4	0
3	4	1	2	1	9	7	7	4	9	0	5	4
6	2	8	0	0	3	9	4	2	5	3	4	5
9	1	4	8	0	4	6	3	2	7	4	5	1
8	0	3	2	8	5	4	4	0	7	4	7	9
7	5	9	5	1	6	3	6	6	7	3	1	6
2	2	0	6	7	5	7	8	7	9	2	0	7
9	3	6	0	3	2	1	8	5	0	8	5	9

© Copyright, 2nd Edition 2001 All rights reserved, Lash & Associates Publishing/Training Inc

*(Lahaie & Séguin, 2012)*





Annexe I

*Correcteur d'un exercice d'attention soutenue auditive*

**CD 1 Stimuli en condition sans interférence**

**Exercice 5 A & B Écoute de deux lettres (lent et rapide)**

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

**(30 cibles)**

\* cibles

*(Lahaie & Séguin, 2012)*



## Annexe J

Tableau 5. *Scores extrêmes*

Variables continues	Score extrême	Score Z (fréquence)
T1 - Vigil : total des erreurs	72	3,36 (1)
T1 - Vigil : commissions	34	3,40 (1)
T1 - TAP : Flexibilité - Chiffres : temps de réaction moyen	845,80	3,34 (1)
T1 - TAP : Flexibilité - Chiffres : temps de réaction médian	822,43	3,39 (1)
T2 - Tour de Londres - Levine : temps d'exécution	13,80	3,48 (1)
T2 - BVMT-R : Reconnaissance : score total	8	-3,66 (1)
T2 - TAP : Incompatibilité : total erreurs	2,00	3,49 (1)
T2 - D-KEFS - Interférence couleur-mot : lecture de mots : total erreurs	26	3,37 (1)
T2 - NEPSY-II : Attention auditive : total erreurs	10	3,56 (2)

Annexe K

Tableau 6. Tests-t unilatéraux pour échantillons appariés sur les taux d'erreurs et les temps de réponse des variables attentionnelles du groupe expérimental.

Variables dépendantes		t	ddl	Sig. unilatérale	Moyenne T1	Moyenne T2
Attention focalisée <sup>1</sup>	TE	-0,42	7	0,34	1,25 (1,04)	1,38 (0,52)
	TR	2,15	7	0,04*	243,25 (45,76)	225,38 (25,53)
Attention soutenue visuelle <sup>2</sup>	TE	1,71	7	0,07	7,25 (7,32)	2,75 (2,82)
	TR	0,92	7	0,20	468,10 (34,40)	455,30 (34,48)
Attention soutenue auditive <sup>3</sup>	TE	-2,08	7	0,04*	0,71 (0,19)	0,89 (0,11)
	TR	2,87	7	0,01**	10,75 (4,23)	5,38 (2,88)
Attention sélective visuelle <sup>4</sup>	TE	3,00	7	0,02*	3119,88 (1024,32)	2593,25 (738,43)
	TR	2,52	6	0,02*	0,86 (0,90)	0,00 (0,00)
Attention sélective auditive <sup>5</sup>	TE	3,66	7	0,004**	3,00 (2,39)	0,88 (1,13)
	TR	5,55	7	0,001**	53,13 (11,58)	41,50 (7,31)
Alternance attentionnelle visuelle <sup>6</sup>	TE	2,50	6	0,02*	3,43 (2,88)	1,13 (1,64)
	TR	-0,26	7	0,40	2,00 (1,31)	2,13 (2,17)
Alternance attentionnelle auditive <sup>7</sup>	TE	1,18	7	0,14	802,75 (74,50)	739,63 (159,61)
	TR	-0,55	7	0,30	1,00 (1,07)	1,13 (0,99)
Attention divisée <sup>8</sup> – modalité visuelle	TE	-0,88	7	0,20	526,13 (99,43)	539,13 (77,72)
	TR					

\*  $p \geq 0,05$ ; \*\*  $p \geq 0,01$

Note. L'écart type est entre parenthèses. TE = taux d'erreurs; TR = Temps de réponse moyens; ddl = degrés de liberté; 1. TAP/TEA : Alerte phasique – sans avertisseur; 2. VIGIL : Détection d'un K; 3. TEA : Loterie et TEA-ch : Transmission de codes; 4. TAP/TEA : Balayage visuel – cible présente; 5. NEPSY : Attention auditive; 6. D-KEFS : Interférence

couleur-mot : condition 3; 7. NEPSY : Réponses associées; 8. TAP/TEA : Attention divisée  
forme 3 – double-tâche.

Annexe L

Tableau 7. Tests-t bilatéraux pour échantillons indépendants sur les taux d'erreurs et les temps de réponse des variables attentionnelles au T1.

Variabiles dépendantes		t	ddl	Sig. bilatérale	Moyenne expérimental	Moyenne contrôle
Attention focalisée <sup>1</sup>	TE	0,71	15	0,49	1,25 (1,04)	1,56 (0,73)
	TR	-0,45	9,34	0,66	243,25 (45,76)	235,33 (19,97)
Attention soutenue visuelle <sup>2</sup>	TE	0,11	15	0,09	7,25 (7,32)	21,22 (20,78)
	TR	1,80	15	0,91	468,10 (34,40)	469,94 (32,96)
Attention soutenue auditive <sup>3</sup>	TE	0,25	15	0,81	0,71 (0,19)	0,73 (0,25)
Attention sélective visuelle <sup>4</sup>	TE	1,14	14	0,28	10,75 (4,23)	13,75 (6,16)
	TR	0,63	14	0,54	3119,88 (1024,32)	3560,38 (1697,88)
Attention sélective auditive <sup>5</sup>	TE	1,51	8,71	0,17	0,86 (0,90)	3,33 (4,82)
Alternance attentionnelle visuelle <sup>6</sup>	TE	0,57	15	0,58	3,00 (2,39)	3,67 (2,40)
	TR	1,23	15	0,23	53,13 (11,58)	60,33 (12,00)
Alternance attentionnelle auditive <sup>7</sup>	TE	0,33	14	0,74	3,43 (2,88)	4,00 (3,74)
Attention divisée <sup>8</sup> – modalité visuelle	TE	1,81	15	0,09	2,00 (1,31)	3,67 (2,29)
	TR	0,76	11,51	0,47	802,75 (74,50)	484,11 (162,04)
Attention divisée <sup>8</sup> – modalité auditive	TE	2,06	11,49	0,06	1,00 (1,07)	2,78 (2,33)
	TR	1,00	15	0,33	526,13 (99,43)	585,89 (139,86)

\*  $p \geq 0,05$ ; \*\*  $p \geq 0,01$

Note. L'écart type est entre parenthèses. TE = taux d'erreurs; TR = Temps de réponse moyens; ddl = degrés de liberté; 1. TAP/TEA : Alerte phasique – sans avertisseur; 2. VIGIL : Détection d'un K; 3. TEA : Loterie et TEA-ch : Transmission de codes; 4. TAP/TEA : Balayage visuel – cible présente; 5. NEPSY : Attention auditive; 6. D-KEFS : Interférence couleur-mot :

condition 3; 7. NEPSY : Réponses associées; 8. TAP/TEA : Attention divisée forme 3 – double-tâche.



Annexe M

Tableau 8. Tests-t unilatéraux à échantillons indépendants sur les taux d'erreurs et les temps de réponse des variables attentionnelles au T2.

Variables dépendantes		t	ddl	Sig. unilatérale	Moyenne expérimental	Moyenne contrôle
Attention focalisée <sup>1</sup>	TE	0,20	15	0,85	1,38 (0,52)	1,44 (0,88)
	TR	1,46	15	0,16	225,38 (25,53)	244,78 (28,71)
Attention soutenue visuelle <sup>2</sup>	TE	3,09	10,34	0,01**	2,75 (2,82)	11,22 (7,66)
	TR	0,85	15	0,08	455,30 (34,48)	471,22 (41,58)
Attention soutenue auditive <sup>3</sup>	TE	-1,68	10,69	0,06	0,89 (0,11)	0,72 (0,28)
Attention sélective visuelle <sup>4</sup>	TE	1,55	14	0,07	5,38 (2,88)	9,13 (6,20)
	TR	0,72	14	0,24	2593,25 (738,43)	2896,75 (934,47)
Attention sélective auditive <sup>5</sup>	TE	2,00	8	0,08	0,00 (0,00)	2,11 (3,18)
Alternance attentionnelle visuelle <sup>6</sup>	TE	2,20	15	0,02*	0,88 (1,13)	2,56 (1,87)
	TR	3,08	15	0,04*	41,50 (7,31)	58,44 (13,89)
Alternance attentionnelle auditive <sup>7</sup>	TE	1,70	11,29	0,06	1,13 (1,64)	3,44 (3,71)
Attention divisée <sup>8</sup> – modalité visuelle	TE	0,68	15	0,26	2,13 (2,17)	2,78 (1,79)
	TR	1,12	15	0,14	739,63 (159,61)	830,56 (174,69)
Attention divisée <sup>8</sup> – modalité auditive	TE	0,36	15	0,36	1,13 (0,99)	1,33 (1,32)
	TR	0,13	15	0,45	544,13 (74,65)	549,44 (88,53)

\*  $p \geq 0,05$ ; \*\*  $p \geq 0,01$

Note. L'écart type est entre parenthèses. TE = taux d'erreurs; TR = Temps de réponse moyens; ddl = degrés de liberté; 1. TAP/TEA : Alerte phasique – sans avertisseur; 2. VIGIL : Détection d'un K; 3. TEA : Loterie et TEA-ch : Transmission de codes; 4. TAP/TEA : Balayage visuel – cible présente; 5. NEPSY : Attention auditive; 6. D-KEFS : Interférence couleur-mot :

condition 3; 7. NEPSY : Réponses associées; 8. TAP/TEA : Attention divisée forme 3 – double-tâche.

Annexe N

Tableau 9. Tests-t unilatéraux à échantillons appariés sur les taux d'erreurs, les temps de réponse et les scores totaux des variables mnésiques et exécutives du groupe expérimental.

Variables dépendantes		t	ddl	Sig. unilatérale	Moyenne T1	Moyenne T2
Mémoire						
Mémoire de travail N1 <sup>1</sup>	TE	2,09	7	0,04*	2,13 (2,10)	0,38 (0,74)
	TR	-0,33	7	0,38	650,13 (168,53)	669,25 (165,06)
Mémoire de travail N2 <sup>2</sup>	TE	0,16	7	0,44	5,63 (4,00)	5,38 (4,10)
	TR	1,74	7	0,06	800,13 (154,85)	710,13 (153,73)
Mémoire auditivo-verbale <sup>3</sup>	ST	-0,15	7	0,45	52,00 (8,64)	52,38 (7,05)
Apprentissage auditivo-verbal <sup>4</sup>	ST	-1,20	7	0,13	6,50 (2,07)	7,63 (1,92)
Mémoire visuelle <sup>5</sup>	ST	-3,53	7	0,01**	25,00 (4,60)	29,00 (4,38)
Apprentissage visuel <sup>6</sup>	ST	2,52	7	0,02*	3,50 (2,07)	1,56 (1,45)
Fonctions exécutives						
Flexibilité cognitive N1 <sup>7</sup>	TE	1,94	7	0,05*	3,13 (1,46)	2,00 (1,20)
	TR	-1,35	7	0,11	464,25 (56,18)	504,00 (109,00)
Flexibilité cognitive N2 <sup>8</sup>	TE	1,85	7	0,05*	9,88 (5,22)	6,00 (2,39)
	TR	1,84	7	0,05*	823,13 (267,85)	702,13 (132,92)
Planification visuoconstructive 1 <sup>9</sup>	ST	-2,11	7	0,04*	36,63 (4,87)	40,38 (2,62)
Planification visuoconstructive 2 <sup>10</sup>	ST	-1,95	7	0,05*	40,50 (8,93)	46,38 (4,60)

\*  $p \geq 0,05$ ; \*\*  $p \geq 0,01$

Note. L'écart type est entre parenthèses. N1 = Niveau 1; N2 = Niveau 2; TE = taux d'erreurs; TR = Temps de réponse moyens; SC = Score Total; ddl = degrés de liberté. 1. TAP/TEA : Mémoire de travail – Niveau 1; 2. TAP/TEA : Mémoire de travail – Niveau 2; 3. RAVLT :

rappel (essais 1 à 5); 4. RAVLT : apprentissage (essais 5-1); 5. BVMT-R : rappel (essais 1 à 3); 6. BVMT-R : apprentissage (essais 3-1); 7. TAP/TEA : Flexibilité-chiffres; 8. TAP/TEA : Flexibilité-alternance 9. Tour de Londres 10. WISC-IV-I : Labyrinthes d'Elithorn.

## Annexe O

Tableau 10. Tests-t bilatéraux à échantillons indépendants sur les taux d'erreurs, les temps de réponse et les scores totaux des variables mnésiques et exécutives au T1.

Variables dépendantes		t	ddl	Sig. bilatérale	Moyenne expérimental	Moyenne contrôle
Mémoire						
Mémoire de travail N1 <sup>1</sup>	TE	0,22	15	0,83	2,13 (2,10)	2,33 (1,73)
	TR	0,30	15	0,77	650,13 (168,53)	676,67 (192,18)
Mémoire de travail N2 <sup>2</sup>	TE	0,51	15	0,62	5,63 (4,00)	6,56 (3,50)
	TR	0,63	15	0,54	800,13 (154,85)	851,78 (178,13)
Mémoire auditivo-verbale <sup>3</sup>	ST	1,46	9,83	0,18	52,00 (8,64)	56,89 (4,17)
Apprentissage auditivo-verbal <sup>4</sup>	ST	-0,06	15	0,95	6,50 (2,07)	6,44 (1,59)
Mémoire visuelle <sup>5</sup>	ST	0,17	15	0,86	25,00 (4,60)	25,33 (3,24)
Apprentissage visuel <sup>6</sup>	ST	2,31	15	0,04*	3,50 (2,07)	5,56 (1,59)
Fonctions exécutives						
Flexibilité cognitive N1 <sup>7</sup>	TE	-0,66	15	0,52	3,13 (1,46)	2,67 (1,41)
	TR	0,97	15	0,35	464,25 (56,18)	514,31 (135,99)
Flexibilité cognitive N2 <sup>8</sup>	TE	-0,66	14	0,52	9,88 (5,22)	8,25 (4,59)
	TR	-0,41	14	0,69	823,13 (267,85)	780,25 (124,37)
Planification visuoconstructive 1 <sup>9</sup>	ST	-1,61	15	0,13	36,63 (4,87)	33,11 (4,14)
Planification visuoconstructive 2 <sup>10</sup>	ST	-1,62	15	0,13	40,50 (8,93)	34,33 (6,75)

\*  $p \geq 0.05$ ; \*\*  $p \geq 0.01$

Note. L'écart type est entre parenthèses. N1 = Niveau 1; N2 = Niveau 2; TE = taux d'erreurs; TR = Temps de réponse moyens; SC = Score Total; ddl = degrés de liberté. 1. TAP/TEA : Mémoire de travail – Niveau 1; 2. TAP/TEA : Mémoire de travail – Niveau 2; 3. RAVLT :

rappel (essais 1 à 5); 4. RAVLT : apprentissage (essais 5-1); 5. BVMT-R : rappel (essais 1 à 3); 6. BVMT-R : apprentissage (essais 3-1); 7. TAP/TEA : Flexibilité-chiffres; 8. TAP/TEA : Flexibilité-alternance 9. Tour de Londres 10. WISC-IV-I : Labyrinthes d'Elithorn.

Annexe P

Tableau 11. Tests-t unilatéraux à échantillons indépendants sur les taux d'erreurs, les temps de réponse et les scores totaux des variables mnésiques et exécutives au T2.

Variables dépendantes		t	ddl	Sig. unilatérale	Moyenne expérimentale	Moyenne contrôle
Mémoire						
Mémoire de travail N1 <sup>1</sup>	TE	2,56	9,84	0,01**	0,38 (0,74)	2,44 (2,30)
	TR	0,79	15	0,22	669,25 (165,06)	745,00 (222,27)
Mémoire de travail N2 <sup>2</sup>	TE	0,68	15	0,26	5,38 (4,104)	7,11 (6,15)
	TR	1,45	15	0,08	710,13 (153,73)	835,78 (197,62)
Mémoire auditivo-verbale <sup>3</sup>	ST	-1,05	15	0,15	52,38 (7,05)	48,79 (7,014)
Apprentissage auditivo-verbal <sup>4</sup>	ST	-0,65	15	0,26	7,63 (1,92)	6,89 (2,62)
Mémoire visuelle <sup>5</sup>	ST	-1,13	15	0,14	29,00 (4,38)	26,89 (3,33)
Apprentissage visuel <sup>6</sup>	ST	0,43	15	0,34	1,56 (1,45)	5,56 (1,59)
Fonctions exécutives						
Flexibilité cognitive N1 <sup>7</sup>	TE	1,71	15	0,05*	2,00 (1,20)	3,11 (1,45)
	TR	-0,57	15	0,29	504,00 (109,00)	473,44 (111,97)
Flexibilité cognitive N2 <sup>8</sup>	TE	0,82	15	0,21	6,00 (2,39)	7,33 (4,00)
	TR	0,28	15	0,39	702,13 (132,92)	725,67 (202,55)
Planification visuoconstructive 1 <sup>9</sup>	ST	-2,10	15	0,03*	40,38 (2,62)	37,22 (3,46)
Planification visuoconstructive 2 <sup>10</sup>	ST	-1,82	12,24	0,05*	46,38 (4,60)	40,22 (8,93)

\*  $p \geq 0.05$ ; \*\*  $p \geq 0.01$

Note. L'écart type est entre parenthèses. N1 = Niveau 1; N2 = Niveau 2; TE = taux d'erreurs; TR = Temps de réponse moyens; SC = Score Total; ddl = degrés de liberté. 1. TAP/TEA : Mémoire de travail – Niveau 1; 2. TAP/TEA : Mémoire de travail – Niveau 2; 3. RAVLT :

rappel (essais 1 à 5); 4. RAVLT : apprentissage (essais 5-1); 5. BVMT-R : rappel (essais 1 à 3); 6. BVMT-R : apprentissage (essais 3-1); 7. TAP/TEA : Flexibilité-chiffres; 8. TAP/TEA : Flexibilité-alternance 9. Tour de Londres 10. WISC-IV-I : Labyrinthes d'Elithorn.



Annexe Q

Tableau 12. Tests-t unilatéraux à échantillons appariés sur l'intensité et le nombre de symptômes d'inattention et d'hyperactivité/impulsivité perçus du groupe expérimental.

Variables dépendantes		t	ddl	Sig. unilatérale	Moyenne T1	Moyenne T2
Nombre de symptômes (AE)	IN	1,15	6	0,15	3,71 (2,69)	2,71 (1,70)
	HI	-1,00	6	0,18	0,71 (0,49)	0,86 (0,69)
Intensité de symptômes (AE)	IN	0,17	6	0,44	10,71 (4,92)	10,29 (4,39)
	HI	-1,14	6	0,15	8,00 (4,20)	8,86 (3,02)
Nombre de symptômes (P)	IN	0,19	6	0,43	3,00 (1,73)	2,86 (3,13)
	HI	2,50	6	0,02*	1,57 (1,90)	0,86 (1,21)
Intensité des symptômes (P)	IN	0,99	6	0,18	13,14 (4,85)	11,00 (1,25)
	HI	0,61	6	0,28	6,85 (6,67)	6,14 (8,25)
Nombre de symptômes (E)	IN	0,49	4	0,32	2,00 (1,41)	1,60 (2,07)
	HI	0,21	4	0,43	1,20 (1,64)	1,00 (1,41)
Intensité des symptômes (E)	IN	0,85	4	0,22	9,80 (5,54)	7,60 (7,02)
	HI	0,81	4	0,23	9,60 (9,29)	5,20 (7,26)

\*  $p \geq 0.05$ ; \*\*  $p \geq 0.01$

Note. L'écart type est entre parenthèses. AE = Auto-évaluation; P = Parent; E = Enseignant; IN = Inattention; HI = Hyperactivité/Impulsivité.



Annexe R

Tableau 13. Tests-t bilatéraux à échantillons indépendants sur le nombre et l'intensité des symptômes d'inattention et d'hyperactivité/impulsivité au T1.

Variables dépendantes		t	ddl	Sig. bilatérale	Moyenne expérimentale	Moyenne contrôle
Nombre de symptômes (AE)	IN	-4,07	15	0,69	3,71 (2,69)	3,44 (1,81)
	HI	2,33	15	0,03*	0,71 (0,49)	2,67 (0,87)
Intensité de symptômes (AE)	IN	1,00	15	0,34	10,71 (4,92)	13,33 (5,94)
	HI	1,35	15	0,20	8,00 (4,20)	12,22 (3,80)
Nombre de symptômes (P)	IN	2,17	15	0,05*	3,00 (1,73)	4,66 (1,87)
	HI	0,40	15	0,70	1,57 (1,90)	1,88 (2,20)
Intensité des symptômes (P)	IN	0,96	15	0,35	13,14 (4,85)	14,55 (3,54)
	HI	0,61	15	0,55	6,85 (6,67)	8,22 (6,18)
Nombre de symptômes (E)	IN	-1,58	11	0,14	2,00 (1,41)	0,57 (0,98)
	HI	-1,32	5,51	0,24	1,20 (1,64)	0,14 (0,38)
Intensité des symptômes (E)	IN	-1,72	11	0,11	9,80 (5,54)	4,29 (4,57)
	HI	-1,97	5,13	0,11	9,60 (9,29)	0,57 (1,13)

\*  $p \geq 0.05$ ; \*\*  $p \geq 0.01$

Note. L'écart type est entre parenthèses. AE = Auto-évaluation; P = Parent; E = Enseignant; IN = Inattention; HI = Hyperactivité/Impulsivité.



Annexe S

Tableau 14. Tests-t unilatéraux à échantillons indépendants sur le nombre et l'intensité des symptômes d'inattention et d'hyperactivité/impulsivité au T2.

Variables dépendantes		t	ddl	Sig. unilatérale	Moyenne expérimentale	Moyenne contrôle
Nombre de symptômes (AE)	IN	1,02	14	0,16	2,71 (1,70)	3,89 (2,62)
	HI	2,34	14	0,02*	0,86 (0,69)	2,56 (1,81)
Intensité de symptômes (AE)	IN	1,25	14	0,12	10,29 (4,39)	14,22 (7,31)
	HI	1,20	14	0,13	8,86 (3,02)	11,33 (4,77)
Nombre de symptômes (P)	IN	0,15	6,75	0,50	2,86 (3,13)	2,88 (0,83)
	HI	1,09	13	0,15	0,86 (1,21)	1,50 (1,07)
Intensité des symptômes (P)	IN	0,40	7,34	0,34	11,00 (7,07)	12,13 (2,53)
	HI	1,53	13	0,38	6,14 (8,25)	7,13 (3,83)
Nombre de symptômes (E)	IN	-0,77	11	0,47	1,60 (2,07)	1,50 (2,39)
	HI	0,00	11	0,50	1,00 (1,41)	1,00 (2,14)
Intensité des symptômes (E)	IN	0,14	11	0,49	7,60 (7,02)	7,50 (8,07)
	HI	0,17	11	0,43	5,20 (7,26)	6,25 (12,20)

\*  $p \geq 0.05$ ; \*\*  $p \geq 0.01$

Note. L'écart type est entre parenthèses. AE = Auto-évaluation; P = Parent; E = Enseignant; IN = Inattention; HI = Hyperactivité/Impulsivité.



## Annexe T

Tableau 15. Tests-t unilatéraux à échantillons appariés sur les taux d'erreurs, les temps de réponse et les scores totaux des variables secondaires attentionnelles, mnésiques et exécutives du groupe expérimental.

Variables dépendantes		t	ddl	Sig. unilatérale	Moyenne T1	Moyenne T2
Attention						
Exploration visuelle <sup>1</sup>	ST	0,51	7	0,31	0,69 (0,11)	0,68 (0,18)
Vitesse de tx de l'information <sup>2</sup>	ST	-2,54	7	0,02*	61,50 (8,38)	69,38 (10,81)
Vitesse de tx de l'information <sup>3</sup>	ST	-2,66	7	0,02*	32,75 (8,81)	38,25 (10,55)
Balayage visuel <sup>4</sup>	TE	-3,06	7	0,01**	1,00 (0,93)	2,00 (0,93)
	TR	5,59	7	0,01**	5308,88 (1304,48)	4643,00 (1408,22)
Attention focalisée <sup>5</sup>	TE	1,14	7	0,15	5,88 (5,84)	4,13 (2,53)
	TR	2,86	7	0,01**	228,88 (25,87)	210,75 (18,71)
Attention sélective visuelle <sup>6</sup>	TE	6,62	7	0,00**	4,00 (1,41)	0,75 (0,71)
	TR	-0,58	7	0,29	843,00 (79,96)	877,88 (196,46)
Attention sélective auditive <sup>7</sup>	TE	0,55	7	0,30	0,63 (0,74)	0,50 (0,54)
	TR	-2,70	7	0,02*	480,25 (59,31)	549,00 (76,77)
Contrôle attentionnel/ Inhibition <sup>8</sup>	TE	1,43	7	0,10	2,38 (1,93)	1,00 (1,31)
	TR	-0,04	7	0,48	557,13 (54,98)	558,38 (96,15)
Mémoire						
Mémoire spatiale <sup>9</sup>	ST	-0,28	7	0,40	18,00 (2,45)	18,25 (2,96)
Empan direct <sup>10</sup>	ST	-1,08	7	0,16	5,12 (0,64)	5,63 (1,77)
Empan indirect <sup>11</sup>	ST	-0,55	7	0,30	4,13 (1,96)	4,38 (0,92)
Fonctions exécutives						
Inhibition <sup>12</sup>	TE	1,28	7	0,12	8,13 (8,36)	4,13 (5,20)

Flexibilité/Alternance <sup>13</sup>	TE	2,11	7	0,04*	3,13 (2,95)	1,75 (1,49)
	TR	3,07	7	0,01**	60,75 (12,87)	50,50 (9,15)
Autres						
Lecture de mots <sup>14</sup>	TE	0,00	7	0,50	0,25 (0,46)	0,25 (0,46)
	TR	2,65	7	0,02*	24,13 (2,85)	22,13 (4,52)

\*  $p \geq 0,05$ ; \*\*  $p \geq 0,01$

Note. L'écart type est entre parenthèses. TE = taux d'erreurs; TR = Temps de réponse; ST : Score total; ST = Score Total; ddl = degrés de liberté; tx = traitement; 1. WISC-IV/VSAT : Annulation; 2. WISC-IV : Codes; 3. WISC-IV : Recherche de symboles; 4. TAP/TEA : Balayage visuel – cible non présente; 5. TAP/TEA : Alerte phasique – avec avertisseur; 6. TAP/TEA : Attention divisée forme 1 – synchrone visuelle; 7. TAP/TEA : Attention divisée forme 2 – synchrone auditive; 8. TAP/TEA : Go/NoGo; 9. WMS-III : Empan spatial; 10. WISC-IV : Séquences de chiffres (direct); 11. WISC-IV : Séquences de chiffres (indirect); 12. NEPSY-II : Inhibition; 13. D-KEFS : Interférence couleur-mot – condition 4; 14. D-KEFS : Interférence couleur-mot – condition 2.



## Annexe U

Tableau 16. Tests-t bilatéraux pour échantillons indépendants sur les taux d'erreurs, les temps de réponse et les scores totaux des variables secondaires attentionnelles, mnésiques et exécutives au T1.

Variables dépendantes		t	ddl	Sig. bilatérale	Moyenne expérimentale	Moyenne contrôle
Attention						
Exploration visuelle <sup>1</sup>	ST	0,49	15	0,63	0,69 (0,11)	0,72 (0,09)
Vitesse de tx de l'information <sup>2</sup>	ST	-0,79	15	0,44	61,5 (8,38)	56,22 (17,21)
Vitesse de tx de l'information <sup>3</sup>	ST	-0,49	15	0,63	32,75 (8,81)	30,89 (6,75)
Balayage visuel <sup>4</sup>	TE	0,71	14	0,49	1,00 (0,93)	1,50 (1,77)
	TR	0,52	14	0,61	5308,88 (1304,48)	5870,25 (2787,79)
Attention focalisée <sup>5</sup>	TE	0,73	15	0,24	5,88 (5,84)	7,56 (3,58)
	TR	-0,97	8,98	0,36	228,88 (25,87)	219,44 (10,36)
Attention sélective visuelle <sup>6</sup>	TE	0,22	12,52	0,83	4,00 (1,41)	4,22 (2,64)
	TR	2,18	15	0,05*	843,00 (79,96)	952,44 (120,25)
Attention sélective auditive <sup>7</sup>	TE	2,41	15	0,03	0,63 (0,74)	1,67 (1,00)
	TR	1,75	15	0,10	480,25 (59,31)	550,44 (98,81)
Contrôle attentionnel/Inhibition <sup>8</sup>	TE	-1,12	15	0,28	2,38 (1,93)	1,56 (1,01)
	TR	1,27	15	0,22	557,13 (54,98)	604,44 (91,57)
Mémoire						
Mémoire spatiale <sup>9</sup>	ST	-0,28	15	0,80	18,00 (2,45)	16,44 (3,94)
Empan direct <sup>10</sup>	ST	1,78	15	0,10	5,12 (0,64)	5,89 (1,05)
Empan indirect <sup>11</sup>	ST	-0,02	15	0,96	4,13 (1,96)	4,11 (1,76)
Fonctions exécutives						
Inhibition <sup>12</sup>	TE	-0,00	15	1,00	8,13 (8,36)	8,11 (4,17)

Flexibilité/Alternance <sup>13</sup>	TE	-0,09	15	0,92	3,13 (2,95)	3,00 (2,55)
	TR	0,89	15	0,57	60,75 (12,87)	64,11 (10,74)
Autres						
Lecture de mots <sup>14</sup>	TE	0,36	15	0,72	0,25 (0,46)	0,33 (0,50)
	TR	-0,96	15	0,36	24,13 (2,85)	22,56 (3,78)

\*  $p \geq 0.05$ ; \*\*  $p \geq 0.01$

Note. L'écart type est entre parenthèses. TE = taux d'erreurs; TR = Temps de réponse; ST : Score total; ST = Score Total; ddl = degrés de liberté; tx = traitement; 1. WISC-IV/VSAT : Annulation; 2. WISC-IV : Codes; 3. WISC-IV : Recherche de symboles; 4. TAP/TEA : Balayage visuel – cible non présente; 5. TAP/TEA : Alerte phasique – avec avertisseur; 6. TAP/TEA : Attention divisée forme 1 – synchrone visuelle; 7. TAP/TEA : Attention divisée forme 2 – synchrone auditive; 8. TAP/TEA : Go/NoGo; 9. WMS-III : Empan spatial; 10. WISC-IV : Séquences de chiffres (direct); 11. WISC-IV : Séquences de chiffres (indirect); 12. NEPSY-II : Inhibition; 13. D-KEFS : Interférence couleur-mot – condition 4; 14. D-KEFS : Interférence couleur-mot – condition 2.

## Annexe V

Tableau 17. *Tests-t unilatéraux à échantillons indépendants sur les taux d'erreurs, les temps de réponse et les scores totaux sur les variables secondaires attentionnelles, mnésiques et exécutives au T2.*

Variables dépendantes		t	ddl	Sig. bilatérale	Moyenne expérimentale	Moyenne contrôle
Attention						
Exploration visuelle <sup>1</sup>	ST	0,56	15	0,29	0,68 (0,18)	0,72 (0,16)
Vitesse de tx de l'information <sup>2</sup>	ST	-1,37	15	0,10	69,38 (10,81)	62,00 (11,27)
Vitesse de tx de l'information <sup>3</sup>	ST	-0,56	15	0,29	38,25 (10,55)	35,67 (8,37)
Balayage visuel <sup>4</sup>	TE	-1,83	14	0,05*	2,00 (0,93)	1,13 (0,99)
	TR	0,33	14	0,37	4643,00 (1408,22)	4919,63 (1903,76)
Attention focalisée <sup>5</sup>	TE	1,10	10,18	0,15	4,13 (2,53)	5,22 (1,30)
	TR	1,00	10,12	0,17	210,75 (18,71)	218,11 (9,51)
Attention sélective visuelle <sup>6</sup>	TE	3,63	10,18	0,002*	0,75 (0,71)	3,33 (2,00)
	TR	-0,90	15	0,20	877,88 (196,46)	812,00 (69,90)
Attention sélective auditive <sup>7</sup>	TE	3,29	15	0,03*	0,50 (0,54)	1,67 (0,87)
	TR	-1,25	15	0,12	549,00 (76,77)	500,22 (83,38)
Contrôle attentionnel/Inhibition <sup>8</sup>	TE	0,90	15	0,19	1,00 (1,31)	1,56 (1,24)
	TR	0,85	15	0,21	558,38 (96,15)	593,67 (75,42)
Mémoire						
Mémoire spatiale <sup>9</sup>	ST	-1,13	15	0,14	18,25 (2,96)	16,33 (3,87)
Empan direct <sup>10</sup>	ST	0,70	15	0,25	5,63 (1,77)	6,11 (1,05)
Empan indirect <sup>11</sup>	ST	0,48	15	0,32	4,38 (0,92)	4,67 (1,50)
Fonctions exécutives						
Inhibition <sup>12</sup>	TE	0,45	15	0,33	4,13 (5,20)	5,22 (4,76)

Flexibilité/Alternance <sup>13</sup>	TE	3,29	15	0,03*	1,75 (1,49)	2,88 (2,03)
	TR	-1,25	15	0,12	50,50 (9,15)	61,89 (12,83)
Autres						
Lecture de mots <sup>14</sup>	TE	0,50	15	0,31	0,25 (0,46)	0,44 (1,01)
	TR	-0,06	15	0,48	24,13 (2,85)	22,00 (4,82)

\*  $p \geq 0.05$ ; \*\*  $p \geq 0.01$

Note. L'écart type est entre parenthèses. TE = taux d'erreurs; TR = Temps de réponse; ST : Score total; ST = Score Total; ddl = degrés de liberté; tx = traitement; 1. WISC-IV/VSAT : Annulation; 2. WISC-IV : Codes; 3. WISC-IV : Recherche de symboles; 4. TAP/TEA : Balayage visuel – cible non présente; 5. TAP/TEA : Alerte phasique – avec avertisseur; 6. TAP/TEA : Attention divisée forme 1 – synchrone visuelle; 7. TAP/TEA : Attention divisée forme 2 – synchrone auditive; 8. TAP/TEA : Go/NoGo; 9. WMS-III : Empan spatial; 10. WISC-IV : Séquences de chiffres (direct); 11. WISC-IV : Séquences de chiffres (indirect); 12. NEPSY-II : Inhibition; 13. D-KEFS : Interférence couleur-mot – condition 4; 14. D-KEFS : Interférence couleur-mot – condition 2.

