



Remédiation neuropsychologique dans le TDAH : vers une validité cognitive : élaboration et évaluation d'un protocole de remédiation visant les troubles de l'inhibition chez les enfants porteurs d'un trouble du déficit de l'attention/hyperactivité (TDAH)

Charlotte Seguin

► To cite this version:

Charlotte Seguin. Remédiation neuropsychologique dans le TDAH : vers une validité cognitive : élaboration et évaluation d'un protocole de remédiation visant les troubles de l'inhibition chez les enfants porteurs d'un trouble du déficit de l'attention/hyperactivité (TDAH). Neurosciences. Université de Lyon, 2017. Français. NNT : 2017LYSE1234 . tel-01737731

HAL Id: tel-01737731

<https://theses.hal.science/tel-01737731>

Submitted on 19 Mar 2018

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



N° d'ordre : 2017LYSE1234

THESE de DOCTORAT DE L'UNIVERSITE DE LYON
opérée au sein de
l'Université Claude Bernard Lyon 1
Ecole Doctorale Neurosciences & Cognition, ED476, NSCo

Spécialité de doctorat : NEUROSCIENCES
Discipline : psychologie cognitive, neuropsychologie

Soutenue publiquement le 16/11/2017, par :
Charlotte SEGUIN

**Remédiation neuropsychologique
dans le TDAH :
vers une validité cognitive**

**Elaboration et évaluation d'un protocole de remédiation
visant les troubles de l'inhibition chez les enfants
porteurs d'un trouble du déficit de
l'attention/hyperactivité (TDAH)**

Devant le jury composé de :

Madame NOËL Marie-Pascale, Professeur, Université de Louvain, Belgique, Présidente du jury

Monsieur MAJERUS Steve,
Professeur, Chercheur qualifié F.R.S.-FNRS, Université de Liège, Belgique, Rapporteur

Monsieur BERQUIN Patrick,
Professeur, CHU Amiens-Picardie, France, Rapporteur

Et par ordre alphabétique :

Monsieur BUSSY Gerald,
Neuropsychologue, Phd, CHU Nord, Saint Etienne, France, Co-encadrant de thèse

Madame CHEVIGNARD Mathilde,
Praticien Hospitalier, Hôpitaux de Saint Maurice, France, Examinatrice

Madame DEMILY Caroline,
Praticien Hospitalier, Centre Hospitalier le Vinatier, France, Examinatrice

Monsieur DES PORTES Vincent,
Professeur, Université Lyon 1, France, Directeur de thèse

Madame FOURNET Nathalie,
Maitre de Conférences, Université de Savoie, France, Examinatrice

UNIVERSITE CLAUDE BERNARD - LYON 1

Président de l'Université

M. le Professeur Frédéric FLEURY

Président du Conseil Académique

M. le Professeur Hamda BEN HADID

Vice-président du Conseil d'Administration

M. le Professeur Didier REVEL

Vice-président du Conseil Formation et Vie Universitaire

M. le Professeur Philippe CHEVALIER

Vice-président de la Commission Recherche

M. Fabrice VALLÉE

Directrice Générale des Services

Mme Dominique MARCHAND

COMPOSANTES SANTE

Faculté de Médecine Lyon Est – Claude Bernard

Directeur : M. le Professeur G.RODE

Faculté de Médecine et de Maïeutique Lyon Sud – Charles Mérieux

Directeur : Mme la Professeure C. BURILLON

Faculté d'Odontologie

Directeur : M. le Professeur D. BOURGEOIS

Institut des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques

Directeur : Mme la Professeure C. VINCIGUERRA

Institut des Sciences et Techniques de la Réadaptation

Directeur : M. X. PERROT

Département de formation et Centre de Recherche en Biologie Humaine

Directeur : Mme la Professeure A-M. SCHOTT

COMPOSANTES ET DEPARTEMENTS DE SCIENCES ET TECHNOLOGIE

Faculté des Sciences et Technologies

Directeur : M. F. DE MARCHI

Département Biologie

Directeur : M. le Professeur F. THEVENARD

Département Chimie Biochimie

Directeur : Mme C. FELIX

Département GEP

Directeur : M. Hassan HAMMOURI

Département Informatique

Directeur : M. le Professeur S. AKKOUCHE

Département Mathématiques

Directeur : M. le Professeur G. TOMANOV

Département Mécanique

Directeur : M. le Professeur H. BEN HADID

Département Physique

Directeur : M. le Professeur J-C PLENET

UFR Sciences et Techniques des Activités Physiques et Sportives

Directeur : M. Y.VANPOULLE

Observatoire des Sciences de l'Univers de Lyon

Directeur : M. B. GUIDERDONI

Polytech Lyon

Ecole Supérieure de Chimie Physique Electronique

Institut Universitaire de Technologie de Lyon 1

Ecole Supérieure du Professorat et de l'Education

Institut de Science Financière et d'Assurances

Directeur : M. le Professeur E.PERRIN

Directeur : M. G. PIGNAULT

Directeur : M. le Professeur C. VITON

Directeur : M. le Professeur A. MOUGNIOTTE

Directeur : M. N. LEBOISNE

TITRE

Remédiation neuropsychologique dans le TDAH : vers une validité cognitive

Elaboration et évaluation d'un protocole de remédiation visant les troubles de l'inhibition chez les enfants porteurs d'un trouble du déficit de l'attention/hyperactivité

RESUME

Comprendre le fonctionnement cognitif d'un patient et les répercussions de ses troubles constituent un enjeu majeur de la rééducation neuropsychologique. Chez le sujet jeune, la réalisation de cette rééducation amène à s'interroger sur les possibilités et les stratégies d'amélioration cognitive dans le cadre développemental. Ces interrogations sont à la base de ce travail doctoral qui examine la validité cognitive, les références au corpus théorique et les stratégies rééducatives prototypiques à développer dans les troubles du neurodéveloppement et plus particulièrement dans le Trouble du Déficit de l'Attention/Hyperactivité (TDAH). Ces travaux de recherche visent ainsi à élaborer et à évaluer différentes techniques de rééducation dans le trouble de l'inhibition, déficit considéré comme central selon Barkley dans son modèle relatif au TDAH. Par une étude contrôlée, randomisée et incluant 38 enfants âgés de 9 à 13 ans porteurs d'un TDAH, ces travaux s'attachent à examiner les effets et les critères opérants d'un protocole de rééducation combinant une double approche cognitive se référant aux modèles du traitement de l'information. Les résultats et les perspectives de recherches issus de ce travail s'inscrivent in fine dans une structuration du champ de la rééducation cognitive chez l'enfant.

Mots clés en français : neuropsychologie, rééducation, TDAH, troubles de l'inhibition, enfants.

Laboratoire et Service Hospitalier :

**Institut des Sciences Cognitives, Marc Jeannerod, UMR 5304, CNRS, Université Lyon 1
67 boulevard Pinel, 69 675 Bron Cedex**

**Pôle de Pédiatrie et Unité de Recherche Clinique, Hôpital Nord Ouest de Villefranche
sur Saône, Plateau d'Ouilly, 69 400 Villefranche sur Saône**

TITLE

Neuropsychological remediation for ADHD: achieving cognitive validity

Development and assessment of a remediation protocol for impaired inhibition in children with attention deficit hyperactivity disorder (ADHD)

ABSTRACT

Understanding a patient's cognitive functioning and the impact of the disorder is a major challenge in neuropsychological rehabilitation. The rehabilitation of young patients raises questions on the prospects and strategies for cognitive enhancement in the context of development. The doctoral research presented here, which examines cognitive validity, theoretical references and prototypic rehabilitation strategies that need to be developed for neurodevelopmental disorders and, more specifically, attention deficit hyperactivity disorder (ADHD), is based on these questions. These research studies aim to develop and assess several rehabilitation techniques for impaired inhibition, which is a central deficit in Barkley's model of ADHD. Building upon a controlled, randomised study of 38 children aged 9 to 13 years with ADHD, this research looks at the effects and operative criteria of a rehabilitation protocol using a dual cognitive approach that draws upon models of information processing. Finally, the results and prospects for future research fall within the context of structuring the field of cognitive rehabilitation in children.

Keywords: neuropsychology, remediation, ADHD, disorders of inhibition, child,

MEMBRES DU COMITE DE SUIVI DE THESE

- **Pr V. Des Portes, Directeur de thèse, PU-PH, Chef de service de neuropédiatrie, Hôpital Femme Mère Enfant, Hospices Civils de Lyon, Université C. Bernard Lyon1, Laboratoire L2C2, Institut des Sciences Cognitives, Marc Jeannerod, UMR 5304, CNRS**
- **M. G. Bussy, Co-encadrant de thèse, Neuropsychologue, PhD, Service de génétique du CHU de Saint Etienne**
- **Dr C. Demily, PH, HDR, Centre Hospitalier le Vinatier, Centre de Neurosciences Cognitives, UMR 5229, Université Lyon 1 et CNRS**
- **M. E. Berthonnaud, Docteur en Génie biologique et médical, HDR, Ingénieur hospitalier et Responsable Scientifique de l'Unité de Recherche Clinique de l'Hôpital Nord Ouest de Villefranche sur/Saône**

REMERCIEMENTS

Je souhaite très sincèrement remercier :

- *Monsieur le Professeur Vincent Des Portes, pour avoir accepté de diriger ce travail avec exigence, rigueur et bienveillance, pour ses encouragements et pour m'avoir accompagnée tout au long de ce doctorat avec précision et discernement,*
- *Monsieur Gerald Bussy, pour avoir encadré ce travail avec implication, dynamisme et enthousiasme et pour m'avoir guidée dans une démarche d'expertise en neuropsychologie pédiatrique.*

Je tiens à exprimer tous mes remerciements aux membres du jury :

- *Messieurs Patrick Berquin et Steve Majerus pour avoir immédiatement accepté d'être rapporteurs de ce manuscrit et de juger mon travail,*
- *Mesdames Nathalie Fournet, Marie-Pascale Noël, Mathilde Chevignard et Caroline Demily pour avoir accepté avec enthousiasme d'évaluer ce travail doctoral.*

Je suis sincèrement reconnaissante aux membres de mon comité de suivi de thèse pour leur soutien :

- *Merci à Madame Caroline Demily, pour sa disponibilité, sa perspicacité et ses compétences en recherche,*
- *Merci à Monsieur Éric Berthonnaud, pour sa présence de tous les instants et son aide précieuse en statistiques.*

J'adresse également mes remerciements à Monsieur Luc Jagot, maître de conférences à l'Université de Nantes, pour m'avoir communiqué sa passion en psychologie cognitive et en neuropsychologie clinique ; merci encore pour votre acuité et votre rigueur.

Je souhaite également remercier l'équipe de l'Hôpital Nord-Ouest de Villefranche, et notamment les Docteurs Rebaud, Rivier et Fleury, Mesdames Dubois, Daniel et Dannion, stagiaires en neuropsychologie, Mme Loisier, et tout particulièrement M. Durand, Directeur Adjoint de l'Hôpital Nord Ouest de Villefranche.

Un grand remerciement pour le soutien et l'implication de mes relecteurs, et notamment à Mme Thenon pour ses précieuses indications.

Un immense merci à ma famille, Pascal et mes enfants pour m'avoir encouragée et soutenue tout au long de cette période doctorale.

Et enfin, je tiens à exprimer mes remerciements aux participants à cette étude ; ce travail n'existerait pas sans la contribution des jeunes patients et de leur famille.

PREAMBULE

S'inscrivant dans le champ de la neuropsychologie développementale, ce travail est le prolongement théorique de dix années de pratique de psychologue-neuropsychologue dans un service hospitalier de pédiatrie menant à une spécialisation dans les troubles du neurodéveloppement.

Chez l'enfant porteur de troubles du neurodéveloppement, la phase d'évaluation cognitive, de plus en plus systématique et argumentée, participe à la démarche diagnostique en caractérisant les profils cognitifs du jeune patient. Elle se réfère ainsi aux modélisations théoriques et développementales des fonctions cognitives et s'appuie sur des outils standardisés, sensibles, normalisés et en constante évolution. Cette étape initiale d'exploration cognitive contraste avec la phase interventionnelle qui, quant à elle, ne présente pas le même niveau conceptuel, ni d'élaboration de preuves. En pratique, les rééducations ou prises en charge, guidées par une approche empirique, peinent à se baser sur des preuves de concepts, à établir des procédures prototypiques et à définir les facteurs facilitateurs.

Ce constat est le socle à partir duquel ce travail doctoral a été élaboré, afin d'examiner les procédures de prises en charge cognitives chez l'enfant et d'analyser les critères opérants des interventions neuropsychologiques. Considérant la prévalence des troubles attentionnels et exécutifs et la fréquence de leur exploration en neuropsychologie pédiatrique, cette étude s'est donc dirigée vers l'analyse des interventions dans ces troubles cognitifs en s'appuyant conjointement sur les facteurs cliniques, les modèles cognitifs et sur les critères expérimentaux ; le propre de ce travail étant de structurer le champ cognitif dans lequel il se déploie.

Pour introduire ce manuscrit, je souhaite citer les propos de J. C. Ameisen qui, en préface du livre de Svante Pääbo « Néandertal, à la recherche des génomes perdus », décrit la recherche scientifique avec les mots suivants, mots qui pourraient parfaitement s'appliquer à la rééducation cognitive chez l'enfant :

« [...] il nous permet de ressentir ce que la recherche scientifique peut avoir de plus exaltant. Un étrange mélange d'intuition, de rêve, et de confrontation à la réalité. Fait d'attentes, d'obstination, de doutes, d'extrême rigueur, de plongées dans l'inconnu, de découvertes étonnantes. Et de rencontres. La vie intense des équipes, les discussions, les collaborations, les échanges et la compétition ».

ABREVIATIONS

BRIEF : Behavior Rating Inventory of Executive Function

CIF: Classification international du fonctionnement, du handicap et de la santé, Organisation mondiale de la Santé

CIM10 : Classification statistique internationale des maladies et des problèmes de santé connexe, Dixième révision, Organisation mondiale de la santé

CNIL: Commission Nationale Informatique et Liberté

CPP: Comité de Protection des Personnes

DSM5: Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, 5ème version

ET : Ecart-type

HAS : Haute Autorité de Santé, France

ICV: indice de compréhension verbale du WISC4

IVT : indice de vitesse de traitement du WISC4

IRMf : Imagerie par résonance magnétique fonctionnelle

K-ABC : Kaufman Assessment Battery for Children

NB : Note Brute

NS : Note Standard

SCED : Single Case Experimental Design

SD: déviation standard

TAP: Test of Attentional Performance, Zimmerman et al.

TDAH : Trouble Déficitaire de l'Attention/hyperactivité

TEA-Ch: Test of Everyday Attention for Children, Manly et al.

WISC4: Wechsler Intelligence Scale for Children, fourth edition

TABLE DES MATIERES

AXE 1 : ANCRAGE THEORIQUE ET CLINIQUE.....	19
---	-----------

CHAPITRE 1.

INTERVENTIONS COGNITIVES DANS LE TDAH : PROBLEMATIQUE ET DELIMITATION DU CHAMP DE RECHERCHE	20
--	-----------

1.1 . Les interventions cognitives dans le TDAH : convergence d’une double interrogation	20
1.2 . Le TDAH, vers une définition du trouble.....	22
1.2.1 Prévalence du TDAH.....	22
1.2.2 Définitions.....	23
1.2.2.1. <i>Préambule cognitif concernant la dénomination TDAH</i>	24
1.2.2.2. <i>Le TDAH dans le DSM5</i>	25
1.2.2.3. <i>Les troubles attentionnels dans la CIM10</i>	29
1.2.3 Approche neurobiologique dans le TDAH.....	31
1.3 . TDAH et interventions, panorama de la revue de la littérature.....	33
1.3.1 Cibles dans la revue de la littérature.....	33
1.3.2 Diversité des méta-analyses : effets, limites, méthodologies et contenus.....	35
1.3.3 Perspectives dans les interventions cognitives spécifiques au TDAH.....	37

CHAPITRE 2.

TDAH ET MODELISATIONS COGNITIVES.....	40
--	-----------

2.1. Vers une pluralité intégrative des fonctions attentionnelles et exécutives.....	40
2.2. Les modèles cognitifs dans le TDAH et la place de l’inhibition.....	44
2.2.1. Le modèle de Barkley (1997).....	45

2.2.2. Le modèle à deux voies de Sonuga-Barke.....	46
2.2.3. Perspectives actuelles.....	47
2.3. Les phénotypes dans le TDAH.....	48
2.4. Evaluation du TDAH : pratiques et bilans.....	51
CHAPITRE 3.	
INTERVENTIONS COGNITIVES : COMPOSANTES, CRITERES ET PROCEDURES.....	56
3.1. Principes généraux.....	56
3.1.1. Le bilan comme socle de l'intervention cognitive.....	56
3.1.2. Bilan cognitif et lignes de bases.....	59
3.1.3. Méthodologie et risques dans la rééducation.....	60
3.2. Les procédures rééducatives.....	61
3.3. Les traitement de l'information comme support aux interventions cognitives.....	63
3.4. La métacognition.....	65
3.5. Procédures cognitives et possibilités dans le TDAH : vers une validité cognitive.....	66
3.5.1. Pertinence et cohérence développementale des choix rééducatifs.....	66
3.5.2. Validité de la rééducation cognitive.....	67
3.6. Interventions cognitives et environnement au travers de la réglementation.....	68
3.7. <i>Evidence based cognitive rehabilitation</i>	70
3.8. Composantes, critères et procédures au sein des interventions cognitives dans le TDAH.....	73
3.9. Conception de l'étude : entre neurocognition et neuroamélioration, et entre clinique et recherche.....	76
AXE 2 : PARTIE EXPERIMENTALE.....	
CHAPITRE 4.	
OBJECTIFS ET HYPOTHESES.....	80

4.1. Justification de l'étude.....	80
4.2. Objectifs généraux.....	80
4.3. Hypothèse générale.....	81
4.4. Hypothèses connexes.....	81
4.5. Hypothèse statistique générale.....	82
4.6. Opérationnalisation des hypothèses.....	83
CHAPITRE 5.	
METHODOLOGIE.....	84
5.1. Plan de l'étude.....	84
5.2. Population et critères d'inclusion.....	84
5.3. Critère principal de jugement.....	86
5.4. Critères secondaires.....	95
5.4.1. Le test de Go No Go.....	95
5.4.2. Les questionnaires.....	95
5.4.3. Mesures complémentaires : mémoire de travail et raisonnement.....	97
5.5. Facteurs étudiés : intervention contrôle et intervention spécifique.....	97
5.5.1. Intervention contrôle.....	98
5.5.2. Intervention spécifique.....	100
5.5.2.1. <i>La procédure rééducative</i>	100
5.5.2.2. <i>La procédure métacognitive</i>	115
5.6. Recueil des données, nombre de sujets nécessaires, appariement et analyse statistique.....	122
5.7. Questions éthiques, biais et difficultés dans l'étude.....	122
5.8. Réglementation.....	124
CHAPITRE 6.	
RESULTATS.....	126
6.1. Description des sujets des deux groupes.....	126
6.2. Critère principal de jugement.....	127

6.2.1. Groupe expérimental.....	128
6.2.2. Groupe contrôle.....	130
6.2.3. Comparaison inter-groupes.....	132
6.3. Examen de l'ensemble des résultats obtenus.....	133
6.4. Critère secondaire de jugement.....	136
6.5. Analyse des critères qualitatifs.....	137
6.5.1. Questionnaire de la BRIEF.....	137
6.5.1.1. Echelle d'inhibition.....	137
6.5.1.2. Spécificité de l'échelle d'inhibition et analyse des autres échelles.....	139
6.5.2. Analyse du questionnaire de satisfaction/qualité de vie.....	142
6.6. Impact sur la mémoire de travail.....	146
6.7. Analyse de l'âge, du genre et de l'ICV.....	148
6.8. Evolution de l'intensité du trouble.....	148
6.9. Résultats observés 6 mois après l'intervention.....	150
6.10. Synthèse des résultats.....	154
 AXE 3 : DISCUSSION ET CONCLUSION.....	 155
 CHAPITRE 7.	
DISCUSSION.....	156
7.1. Des résultats à la discussion.....	156
7.1.1. Retour sur les hypothèses.....	156
7.1.2. Apports de l'étude.....	157
7.1.3. Limites de l'étude.....	160
7.2. Résultats en modélisations cognitives, vers des implications théoriques.....	164
7.2.1. Résultats et TDAH.....	164
7.2.2. Inhibition, fonctions attentionnelles et exécutives.....	164

7.2.3. Mémoire de travail dans le TDAH.....	165
7.2.4. Composantes des processus d'inhibition.....	166
7.2.5. Implications dans le choix des procédures rééducatives.....	167
7.3. Critères de validité de cette étude.....	168
7.4. Implications cliniques.....	169
7.5. Perspectives et propositions.....	169
CHAPITRE 8.	
CONCLUSION GENERALE.....	173
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	175
ANNEXES.....	190

AXE 1

ANCRAGE THEORIQUE ET CLINIQUE

CHAPITRE 1.

INTERVENTIONS COGNITIVES DANS LE TDAH : PROBLEMATIQUE ET DELIMITATION DU CHAMP DE RECHERCHE

1.1. Les interventions cognitives dans le TDAH : convergence d'une double interrogation

Situé au carrefour de la psychologie cognitive et de la neuropsychologie pédiatrique, ce travail est issu de la convergence d'une double interrogation :

- une première, sur le versant clinique, questionnant la validité des rééducations cognitives dans les troubles du neurodéveloppement, et en particulier dans les troubles attentionnels et exécutifs,
- une seconde, théorique, inhérente aux modélisations sous-jacentes des procédures de rééducation cognitive.

Les troubles des fonctions cognitives chez l'enfant sont fréquemment observés dans les pathologies neuropédiatriques, dans les troubles du neurodéveloppement, et dans les troubles spécifiques des fonctions cognitives, appelés communément *troubles dys* (Rapports INSERM 2009, 2014 et 2016 ; DSM5 ; CIM10). Ces troubles cognitifs spécifiques affectent le développement général de l'enfant et sa vie sociale et scolaire. Compte tenu de leur prévalence, l'aide apportée à ces patients représente un enjeu de santé publique et un défi scientifique majeurs dans les années à venir (Roy, Lodenos, Fournet, Le Gall & Roulin, 2017). Dans la suite du diagnostic cognitif, une rééducation cognitive est fréquemment proposée à ces patients. En routine clinique, celle-ci est assurée par un certain nombre de professionnels parmi lesquels on identifie les orthophonistes, les psychologues, les neuropsychologues, les psychomotriciens et les ergothérapeutes. Or, à ce jour, ces

rééducations, souvent empiriques, font rarement l'objet d'études de validation (Majerus, 2016 ; Krasny-Pacini, Limond & Chevignard, 2016 ; Millet & Gates, 2016). Leur apparition récente et le faible nombre d'études de validation en restreignent probablement la portée et la qualité. Historiquement, le champ de la neuropsychologie et de la rééducation cognitive a ainsi initialement concerné les adultes cérébro-lésés, à la suite de célèbres études de cas (tel le patient H.M. (Milner, 1968)). Selon le contexte pathologique (lésions, dégénérescences, âge...), des stratégies de rééducation ou de revalidation sont ainsi mises en œuvre chez l'adulte en ajustant les procédures aux objectifs et aux possibilités de récupération (Seron, Rossetti, Vallat-Azouvi, Pradat-Diehl & Azouvi, 2008 ; Seron & Van Der Linden 2016). En revanche, la rééducation cognitive chez l'enfant, cérébro-lésé en premier lieu, puis dans les troubles du neurodéveloppement par la suite, est d'apparition bien plus récente. Elle a tout d'abord repris les schémas typiques de la rééducation chez l'adulte en tentant de transposer tant les outils d'évaluation cognitive que les techniques de rééducation au cadre développemental. Mais alors que chez l'adulte, la rééducation vise une fonction cognitive déficitaire à la suite d'une lésion, chez l'enfant en plein développement, sans lésion cérébrale, le mécanisme déficitaire et les procédures rééducatives sont clairement distincts : l'enfant n'a pas perdu une fonction à la suite d'un accident, il évolue dans un cadre développemental qui ne manque pas de stimulations, et il se développe dans un environnement riche en informations et apprentissages dans un contexte cognitif et social fécond. Et c'est dans ce contexte de stimulations quotidiennes et habituelles, que certaines fonctions cognitives se développent en décalage chronologique et qualitatif avec ce qui est habituellement observé. Alors que les mécanismes de rééducation doivent s'adapter à cette spécificité développementale, les exercices et procédures de rééducation sont, à ce jour, assez peu innovants à ce niveau. On retrouve ainsi principalement un nombre important d'exercices de rééducation visant une stimulation de type behavioriste, répéter un empan en mémoire (comme répéter des items dans *Cogmed* (Klingberg, 2012)) ou réitérer une tâche de barrage (sélectionner une cible pertinente parmi des cibles non pertinentes, dans *tâches attentionnelles* (Cornu-Leyrit & Ruiz-Reix, 2008)) en étant des exemples typiques. Malgré l'introduction des nouvelles technologies et de logiciels motivants, l'objectif reste fréquemment le même : répéter ce qui dysfonctionne, avec pour postulat implicite que les patients avec trouble du neurodéveloppement ont besoin de plus de stimulation. L'hypothèse sous-jacente à ce type de rééducation serait donc quantitative, en proposant une stimulation plus importante que celle de la vie courante de telle ou telle fonction cognitive ; mais on peut présupposer que l'enfant

avec un trouble déficitaire de l'attention/hyperactivité (TDAH) ne manque pas d'expositions et de stimulations attentionnelles bien plus motivantes qu'un exercice de barrage. La question, qui a ainsi initié ce travail, se situe donc à ce niveau en interrogeant la validité et la pertinence des procédures de rééducation. Sur le plan cognitif, l'objectif est d'examiner les possibilités de procédures rééducatives dans les troubles du neurodéveloppement, et plus particulièrement dans le TDAH, d'analyser les critères opérants, les effets facilitateurs, les stratégies cognitives et les approches alternatives afin de contribuer à la structuration de ce champ disciplinaire.

Ainsi issu de ce double constat clinique et théorique, ce travail va donc s'attacher, dans cette partie introductive, à délimiter le champ de cette étude. Nous définirons tout d'abord le trouble de l'attention (TDAH), puis examinerons la revue de la littérature concernant les interventions cognitives dans ce trouble.

1.2. Le TDAH, vers une définition du trouble

Afin de circonscrire le champ de ce travail, nous allons initialement aborder le TDAH au travers de sa prévalence, puis des définitions données par les classifications internationales, et enfin des soubassements neurobiologiques dans ce trouble.

1.2.1. Prévalence du TDAH

Les études épidémiologiques réalisées sur le TDAH se distinguent par des résultats montrant un gradient de prévalence relativement large et conséquent (Polanczyk, De Lima, Horta, Biederman & Rohde, 2007). Dans une revue systématique regroupant 103 études internationales (Amérique du Nord et du Sud, Europe, Afrique, Asie et Océanie), Polanczyk et collègues (2007) établissent une prévalence moyenne de 5,29%. L'écart couramment évoqué oscille entre 3 et 7% (Emond, Joyal & Poissant, 2009). Ces prévalences sont variables en fonction de deux paramètres :

- Tout d'abord, il existe une variabilité en fonction des pays. En effet, une étude française (Lecendreux, Konofal & Faraone, 2011) a conclu à un taux de 3,5% alors que les études nord-américaines retrouvent des taux plus élevés (Polanczyk précédemment cité).

- Ensuite, ces études soulignent l'impact de la procédure diagnostique pour identifier les patients porteurs d'un TDAH : par exemple, la prévalence est systématiquement plus élevée dans les études utilisant les critères du DSM alors qu'elle est plus faible lors de l'utilisation des critères de la CIM-10. Ces critères seront donc détaillés dans la partie suivante afin de cibler leurs différences.

Par ailleurs, ces études diffèrent en fonction de leurs critères diagnostiques variant entre utilisation des critères internationaux, des évaluations fonctionnelles, cognitives et des questionnaires. Or, il a été montré un taux de faux positifs avec les démarches diagnostiques partielles et d'absence de troubles cognitifs chez des patients diagnostiqués TDAH uniquement avec les critères du DSM5 (Mostert & al, 2015). Ainsi, les questions soulevées par les critères utilisés pour le diagnostic du TDAH seront présentes en arrière-plan tout au long de ce travail.

Au sein des analyses épidémiologiques, un sexe ratio établi à 3 garçons (entre 2 et 4) pour une fille (Willcutt, 2012) est retrouvé systématiquement. Selon cette étude, les filles présenteraient plus fréquemment la forme inattention prédominante alors que les garçons présenteraient plus couramment la forme motrice. Une évolution du profil de ce trouble serait également présente en fonction de l'âge (Lahey & Willcutt, 2010). Afin d'apprécier la problématique du diagnostic du TDAH, nous allons ensuite aborder les premières données de définition de ce trouble.

1.2.2. Définitions

Comme nous allons le voir, la définition du TDAH et des atteintes cognitives sous-jacentes ne fait pas l'objet d'une démarche consensuelle. Pour délimiter cette définition nous allons, dans un premier temps, nous appuyer sur les classifications internationales. Afin d'éclairer les définitions du trouble de l'attention proposées par celles-ci, une description cognitive succincte des fonctions attentionnelles et exécutives en lien avec la dénomination du TDAH est proposée ci-après. L'analyse cognitive du TDAH sera plus largement détaillée dans le deuxième chapitre à l'aide des modélisations cognitives dans le TDAH.

1.2.2.1. Préambule cognitif concernant la dénomination du TDAH

En consultation neuropsychologique chez l'enfant, la suspicion d'un TDAH est un motif fréquent de consultation (Catale & Meulemans, 2013 ; Purper-Ouakil, Ramoz, Lepagnol-Bestel, Gorwood, & Simonneau, 2011 ; Lussier, 2016). Les troubles cognitifs sous-jacents au TDAH peuvent relever de deux sphères : les fonctions attentionnelles stricto-sensu et plus largement les fonctions exécutives. En psychologie cognitive, deux axes attentionnels sont habituellement décrits : l'intensité et la sélectivité. L'attention n'étant pas ubiquitaire, différentes facettes de ces fonctions attentionnelles sont typiquement déclinées, parmi lesquelles on distingue l'attention soutenue (destinée à maintenir son attention sur une longue durée), l'attention sélective (permettant de sélectionner une information parmi plusieurs) et l'attention divisée (impliquant l'allocation de l'attention à différentes tâches). Ces fonctions sont également associées à la mémoire de travail (sollicitant le maintien en direct de l'information en mémoire), aux processus d'inhibition (en lien avec les fonctions d'attention sélective qui permettent d'inhiber les informations non pertinentes), à la flexibilité mentale (visant le changement de tâches et la fluidité cognitive), ainsi qu'à l'organisation et la planification. Ces dernières fonctions font parties d'un ensemble plus large appelé fonctions exécutives. Le recouvrement et l'interaction entre ces différentes fonctions attentionnelles et exécutives est au centre même de la problématique de dénomination et de définition cognitive du trouble de l'attention, au point que certains auteurs évoquent un dysfonctionnement exécutif ou un syndrome dysexécutif plutôt qu'un TDAH (Berquin, 2005 ; Moret & Mazeau, 2013 ; Roy, Le Gall, Roulin, & Fournet, 2012). Cette dénomination de dysfonctionnement exécutif permettrait ainsi une définition cognitive plus précise du profil cognitif alors que le TDAH ne permettrait pas de préciser quelles sont les fonctions cognitives déficitaires dans ce trouble neurodéveloppemental. Conjointement au choix sémantique de cette dénomination, ce recouvrement des fonctions attentionnelles et exécutives dans la compréhension de ces dysfonctionnements s'inscrit également dans les modélisations cognitives du TDAH, comme nous le verrons dans le chapitre suivant. Partant de ces constats, ce travail ne prétend pas se positionner entre les différentes conceptions théoriques du trouble attentionnel et exécutif, positionnement qui pourrait à lui seul représenter un travail de recherche. L'identification de ces différents phénotypes cognitifs dans le TDAH est effectivement majeure et centrale, mais peut également légitimement retarder la phase de mise en œuvre des perspectives thérapeutiques en rééducation cognitive. Afin d'éviter une position attentiste, ce travail

s'attache donc à se centrer sur la phase de rééducation cognitive en sélectionnant certaines cibles cognitives à l'aide de procédures argumentées. En ce qui concerne la dénomination du trouble attentionnel, l'appellation TDAH a été conservée dans ce travail. Comme nous allons le voir, cette dénomination ne permet pas une caractérisation précise des dysfonctionnements cognitifs, mais elle a néanmoins été retenue afin de situer ce travail plus largement dans la communauté scientifique. Afin de faciliter la compréhension de la définition du TDAH, les critères du DSM5, puis de la CIM10 sont donc présentés ci-après.

1.2.2.2. Le TDAH dans le DSM5

Les difficultés d'attention chez l'enfant sont définies par le DSM5 (American Psychiatric Association, 2013) sous l'appellation « Déficit de l'Attention/Hyperactivité ». Après une évolution de sa dénomination et des conceptions théoriques sous-jacentes dans les différents DSM (Bange & Vieyra, 2014), ce trouble est dorénavant identifié comme un trouble neurodéveloppemental. Il est défini par la présence d'un « mode persistant d'inattention et/ou d'hyperactivité-impulsivité qui interfère avec le fonctionnement ou le développement ». Six symptômes positifs parmi deux listes d'items sont requis pour la validation diagnostique. Les symptômes doivent persister depuis au moins 6 mois et être associés à un retentissement négatif sur les activités sociales et scolaires. Les deux listes sont présentées dans le tableau ci-après.

Tableau n°1.1. : Critères diagnostiques du DSM5

DSM5 Déficit de l'attention/hyperactivité Critères diagnostiques
<i>A Un mode persistant d'inattention et/ou d'hyperactivité-impulsivité qui interfère avec le fonctionnement ou le développement, caractérisé par (1) et/ou (2) :</i> 1. Inattention : Six (ou plus) des symptômes suivants persistent depuis au moins 6 mois, à un degré qui ne correspond pas au niveau de développement et qui a un retentissement négatif direct sur les activités sociales et scolaires/professionnelles : NB : les symptômes ne sont pas seulement la manifestation d'un comportement opposant, provocateur ou hostile, ou de l'incapacité de comprendre les tâches ou les instructions. Chez les grands adolescents et les adultes (17 ans ou plus), au moins cinq symptômes sont requis. a. Souvent, ne parvient pas à prêter attention aux détails, ou fait des fautes d'étourderie dans les devoirs

scolaires, le travail ou d'autres activités (p. ex. néglige ou ne remarque pas des détails, le travail est imprécis) b. A souvent du mal à soutenir son attention au travail ou dans les jeux (p.ex. a du mal à rester concentré pendant les cours magistraux, des conversations ou la lecture de longs textes). c. Semble souvent ne pas écouter quand on lui parle personnellement (p. ex. semble avoir l'esprit ailleurs, même en l'absence d'une source de distraction évidente). d. Souvent, ne se conforme pas aux consignes et ne parvient pas à mener à terme ses devoirs scolaires, ses tâches domestiques ou ses obligations professionnelles (p.ex. commence des tâches mais se déconcentre vite et se laisse facilement distraire). e. A souvent du mal à organiser ses travaux ou ses activités (p.ex. difficulté à gérer des tâches comportant plusieurs étapes, difficulté à garder ses affaires et ses documents en ordre, travail brouillon ou désordonné, mauvaise gestion du temps, échoue à respecter les délais). f. Souvent, évite, a en aversion, ou fait à contrecœur les tâches qui nécessitent un effort mental soutenu (p.ex. le travail scolaire ou les devoirs à la maison ; chez les grands adolescents et les adultes, préparer un rapport, remplir des formulaires, analyser de longs articles). g. Perd souvent les objets nécessaires à son travail ou à ses activités (p.ex. matériel scolaire, crayons, livres, outils, portefeuilles, clés, documents, lunettes, téléphones mobiles). h. Se laisse souvent facilement distraire par des stimuli externes (chez les grands adolescents et les adultes, il peut s'agir de pensées sans rapport). i. A des oublis fréquents dans la vie quotidienne (p.ex. effectuer les tâches ménagères et faire les courses ; chez les grands adolescents et les adultes, rappeler des personnes au téléphone, payer des factures, honorer des rendez-vous). 2. Hyperactivité et impulsivité : six (ou plus) des symptômes suivants persistent depuis au moins 6 mois, à un degré qui ne correspond pas au niveau de développement et qui a un retentissement négatif direct sur les activités sociales et scolaires/professionnelles : NS : les symptômes ne sont pas seulement la manifestation d'un comportement opposant, provocateur ou hostile, ou de l'incapacité de comprendre les tâches ou les instructions. Chez les grands adolescents et les adultes (17 ans ou plus), au moins cinq symptômes sont requis. a. Remue souvent les mains ou les pieds, ou se tortille sur son siège b. Se lève souvent en classe ou dans d'autres situations où il est supposé rester assis (p.ex. quitte sa place en classe, au bureau ou dans un autre lieu de travail, ou dans d'autres situations où il est censé rester en place). c. Souvent, court ou grimpe partout, dans des situations où cela est inapproprié (NB : chez les adolescents ou les adultes cela peut se limiter à un sentiment d'impatience motrice). d. Est souvent incapable de se tenir tranquille dans les jeux ou les activités de loisir e. Est souvent « sur la brèche » ou agit souvent comme s'il était « monté sur ressorts » (p.ex. n'aime pas rester tranquille pendant un temps prolongé ou est alors mal à l'aise, comme au restaurant ou dans une réunion, peut être perçu par les autres comme impatient ou difficile à suivre). f. Parle souvent trop g. Laisse souvent échapper la réponse à une question qui n'est pas encore entièrement posée (p.ex. termine les phrases des autres, ne peut pas attendre son tour dans une conversation). h. A souvent du mal à attendre son tour (p.ex. dans une file d'attente). i. Interrompt souvent les autres ou impose sa présence (p.ex. fait irruption dans les conversations, les jeux ou les activités, peut se mettre à utiliser les affaires des autres sans le demander ou en recevoir la permission ; chez les adolescents ou les adultes, peut être intrusif et envahissant dans les activités des autres).
B. Plusieurs symptômes d'inattention ou d'hyperactivité-impulsivité étaient présents avant l'âge de 12 ans
C. Plusieurs symptômes d'inattention ou d'hyperactivité-impulsivité sont présents dans au moins deux contextes différents (p.ex. à la maison, à l'école, ou au travail ; avec des amis ou de la famille, dans d'autres activités).
D. On doit mettre clairement en évidence que les symptômes interfèrent avec ou réduisent la qualité du fonctionnement social, scolaire ou professionnel
E. Les symptômes ne surviennent pas exclusivement au cours d'une schizophrénie ou d'un autre trouble psychotique, et ils ne sont pas mieux expliqués par un autre trouble mental (p.ex. trouble de l'humeur, trouble anxieux, trouble dissociatif, trouble de la personnalité, intoxication par, ou sevrage d'une substance).
Spécifier le type : 314.01 présentation combinée : si à la fois le critère A1 et le critère A2 sont remplis pour les 6 derniers

mois • 314.00 <i>présentation inattentive prédominante : si, pour les 6 derniers mois, le critère A1 est rempli mais le critère A2</i> • 314.01 <i>présentation hyperactivité/impulsivité prédominante : si, pour les 6 derniers mois, le critère A2 est rempli mais pas le critère A1</i>
<i>Spécifier si :</i> • <i>en rémission partielle : lorsqu'au cours des 6 derniers mois, l'ensemble des critères pour poser le diagnostic ne sont plus réunis alors qu'ils l'étaient auparavant, et que les symptômes continuent à entraîner une altération du fonctionnement social, scolaire ou professionnel</i> <i>Spécifier la sévérité actuelle :</i> • <i>léger : peu de symptômes, ou aucun, sont présents au-delà de ceux requis au minimum pour poser le diagnostic, et les symptômes n'entraînent que des altérations mineures du fonctionnement social ou professionnel</i> • <i>moyen : les symptômes ou l'altération fonctionnelle sont présents sous une forme intermédiaire entre « léger » et « grave »</i> • <i>grave : plusieurs symptômes sont présents au-delà de ceux requis pour poser le diagnostic, ou plusieurs symptômes particulièrement graves sont présents, ou les symptômes entraînent une altération marquée du fonctionnement social ou professionnel</i>

Le DSM5 établit également des caractéristiques associées, et propose une prévalence, des données évolutives, des facteurs de risques et des diagnostics différentiels. En outre, au sein de ces critères, l'inattention dans le TDAH est caractérisée :

« par une distractibilité, un manque de persévérance, du mal à soutenir son attention et le fait d'être désorganisé et n'est pas due à une attitude de défi ni à un manque de compréhension. L'hyperactivité correspond à une activité motrice excessive (comme un enfant qui court partout) dans des situations où cela est inapproprié, ou par un excès de « bougeotte », de tapotements des doigts ou de bavardage. [...] L'impulsivité se réfère à des actions précipitées survenant dans l'instant sans réflexion sur leurs possibles conséquences et avec un grand risque de causer du tort au sujet (p.ex. se précipiter dans la rue sans regarder). L'impulsivité peut refléter une envie de récompense immédiate ou une incapacité à différer les gratifications. Les comportements impulsifs peuvent se manifester par le fait d'imposer sa présence (p.ex. interrompre les autres de façon excessive) et/ou de prendre des décisions importantes sans prendre en compte les conséquences à long terme » (page 69).

Les critères diagnostiques du DSM5 permettent ainsi d'identifier différentes présentations, introduisant alors l'aspect protéiforme du TDAH. L'intérêt premier est notamment d'isoler trois formes à l'aide de deux axes : inattention et hyperactivité-impulsivité. En revanche, cette classification n'apporte aucune indication sur les fonctions cognitives touchées, évoquant « l'attention » dans son ensemble. Examiné sous l'angle cognitif, on constate que ces critères

visent différentes fonctions cognitives correspondant aux fonctions attentionnelles, de mémoire de travail et exécutives. Au sein des critères précédemment décrits, on retrouve ainsi :

- « des difficultés à soutenir son attention » qui pourraient suggérer une atteinte des fonctions d'attention soutenue,
- « une distractibilité » qui pourrait viser un défaut d'inhibition,
- « le fait d'être désorganisé » sous-tendant un trouble des fonctions exécutives et notamment de la planification,
- « un excès de « bougeotte » » évoquant un trouble de l'inhibition motrice,
- « des actions précipitées » qui pourraient correspondre à un défaut de sélectivité ou de contrôle inhibiteur,
- « ne se conforme pas aux consignes et ne parvient pas à mener à terme ses devoirs » qui pourrait être la conséquence d'un défaut de mémoire de travail occasionnant des difficultés pour conserver une consigne, ou d'une saturation des ressources attentionnelles.

Plus précisément, si l'on considère la spécificité des deux présentations et les processus d'inhibition, on relève que la plupart des critères des deux versants peuvent être en lien avec un trouble de l'inhibition tel que :

- au sein de la présentation inattention avec le critère « h », « se laisse facilement distraire par des stimuli externes » illustre la situation de défaut d'inhibition des informations non pertinentes (ou devenues non pertinentes),
- dans le versant hyperactivité-impulsivité avec le critère « g », « laisse souvent échapper la réponse à une question qui n'est pas encore entièrement posée », qui pourrait correspondre à l'inhibition retenue, le contrôle de l'interférence interne ou l'inhibition de réponses prédominantes,
- par ailleurs, certains critères s'avèrent paradoxaux, tels que l'item « a » (« souvent ne parvient pas à prêter attention aux détails »). En effet, cliniquement, les parents

confrontés à cet item peuvent rapporter que l'enfant voit justement « trop » de détails, détails non pertinents et difficiles à inhiber.

On relève ainsi que des items issus des deux versants peuvent être en lien avec les fonctions d'inhibition, ainsi qu'avec différentes fonctions attentionnelles, mnésiques et exécutives, rendant ces critères peu discriminants sur le plan cognitif.

Plus problématique pour la démarche diagnostique, ces critères ne permettent pas d'indiquer quelles sont les fonctions attentionnelles et exécutives dysfonctionnelles dans le TDAH, si l'ensemble des fonctions attentionnelles et exécutives sont atteintes, et si des atteintes cognitives partielles sont possibles, comme une atteinte isolée de l'attention sélective par exemple.

Malgré l'introduction de trois présentations dans le DSM5, on constate ainsi que ces critères sont peu spécifiques au profil cognitif et ne permettent pas de caractériser les différents phénotypes cognitifs du TDAH. Pour compléter cette lecture de la définition du TDAH, nous allons ensuite examiner celle proposée par une autre classification internationale, la CIM10.

1.2.2.3. Les troubles attentionnels dans la CIM10

La classification, proposée par l'Organisation Mondiale de la Santé (CIM10, 2009), aborde les troubles attentionnels au sein du chapitre V « troubles mentaux et du comportement », dans le sous-chapitre « troubles du comportement et troubles émotionnels apparaissant habituellement durant l'enfance et l'adolescence ». La section F.90 dénommée « Troubles hyperkinétiques » décline notamment en F.90.0 la « Perturbation de l'activité et de l'attention ». Cette section précise que l'apparition de ce trouble est précoce et marquée par « un manque de persévérance dans les activités qui exigent une participation cognitive et une tendance à passer d'une activité à l'autre sans en finir aucune, associés à une activité globale désorganisée, incoordonnée et excessive ». L'agitation motrice est définie par une imprudence et une impulsivité, avec notion de risque d'accidents et de difficultés quant à la tolérance aux règles dont l'origine est précisée (« résultat d'une absence de réflexion plus que d'une opposition délibérée »). Les relations sont également caractérisées par « une absence d'inhibition sociale, de réserve et de retenue ». Si la classification diffère du DSM5, les critères présentent quant à eux un certain nombre de similitudes :

Tableau n°1.2. : Critères diagnostiques pour la recherche, CIM10 (OMS, 2009)

	<i>Critères diagnostiques pour la recherche CIM 10 (OMS, 2009)</i>
<i>F90-F98 Troubles du comportement et troubles émotionnels apparaissant habituellement durant l'enfance ou à l'adolescence</i>	
<i>F-90</i>	<i>NB : les critères diagnostiques pour la recherche du trouble hyperkinétique exigent la présence d'une inattention, d'une hyperactivité, et d'une impulsivité qui sont envahissantes, persistantes, et présentes dans plusieurs situations, et qui ne sont pas dues à un autre trouble (par exemple un autisme ou un trouble de l'humeur)</i>
	<i>G1. Inattention. Au moins six des symptômes suivants d'inattention ont persisté pendant au moins six mois, à un degré qui est mal adapté et qui ne correspond pas au niveau de développement de l'enfant :</i> <i>(1) ne parvient souvent pas à prêter attention aux détails, ou fait des « fautes d'inattention » dans les devoirs scolaires, le travail, ou d'autres activités ;</i> <i>(2) ne parvient souvent pas à soutenir son attention dans des tâches ou des activités de jeu ;</i> <i>(3) ne parvient souvent pas à écouter ce qu'on lui dit ;</i> <i>(4) ne parvient souvent pas à se conformer aux directives venant d'autrui ou de finir ses devoirs, ses corvées, ou ses obligations sur le lieu de travail (non dû à un comportement oppositionnel ou à un manque de compréhension des instructions) ;</i> <i>(5) a souvent du mal à organiser des tâches ou des activités</i> <i>(6) évite souvent ou fait très à contrecœur les tâches qui nécessitent un effort mental souvenu, tels que les devoirs à faire à domicile</i> <i>(7) perd souvent des objets nécessaires à son travail ou à certaines activités à l'école ou à la maison (par exemple crayons, livres, jouets, outils) ;</i> <i>(8) est souvent facilement distrait par des stimuli externes ;</i> <i>(9) fait des oublis fréquents au cours des activités quotidiennes</i>
	<i>G2 Hyperactivité. Au moins trois des symptômes suivants d'hyperactivité ont persisté pendant au moins six mois, à un degré qui est mal adapté et qui ne correspond pas au niveau de développement de l'enfant :</i> <i>(1) agite souvent ses mains ou ses pieds ou se tortille sur sa chaise ;</i> <i>(2) se lève en classe ou dans d'autres situations alors qu'il devrait rester assis ;</i> <i>(3) court partout ou grimpe souvent, de façon excessive, dans des situations où cela est inapproprié (chez les adolescents ou les adultes, ce symptôme peut se limiter à un sentiment subjectif d'agitation) ;</i> <i>(4) est souvent exagérément bruyant dans les jeux ou a du mal à participer en silence à des activités de loisir ;</i> <i>(5) fait preuve d'une activité motrice excessive, non influencée par le contexte social ou les consignes</i>
	<i>G3 impulsivité. Au moins un des symptômes suivants d'impulsivité à persisté pendant au moins six mois, à un degré qui est mal adapté et qui ne correspond pas au niveau de développement de l'enfant :</i> <i>(1) se précipite souvent pour répondre aux questions sans attendre qu'on ait terminé de les poser ;</i> <i>(2) ne parvient souvent pas à rester dans la queue ou à attendre son tour dans les jeux ou dans d'autres situations de groupe ;</i> <i>(3) interrompt souvent autrui ou impose sa présence (par exemple fait irruption dans les conversations ou les jeux des autres) ;</i>

	<i>(4) parle souvent trop sans tenir compte des conventions sociales</i>
	<i>G4 le trouble survient avant l'âge de 7 ans</i>
	<i>G5 Caractère envahissant du trouble. Les critères doivent être remplis dans plus d'une situation, par exemple l'association d'une inattention et d'une hyperactivité doit être présente à la fois à la maison et à l'école, ou à la fois à l'école et dans une autre situation où les enfants font l'objet d'une observation, par exemple un centre de soins. (Pour mettre en évidence la présence des critères dans plusieurs situations on doit habituellement disposer d'informations provenant de plusieurs sources ; il est peu probable, par exemple, que les parents puissent fournir des renseignements suffisants sur le comportement de leur enfant à l'école.)</i>
	<i>G6 les symptômes cités en G1-G3 sont à l'origine d'une souffrance ou d'une altération du fonctionnement social, scolaire ou professionnel, cliniquement significative</i>
	<i>G7 ne répond pas aux critères d'un trouble envahissant du développement (F84), d'un épisode maniaque (F30), d'un épisode dépressif (F32) ou d'un trouble anxieux (F41)</i>

De façon similaire au DSM5, on retrouve des critères en lien avec l'attention soutenue (« ne parvient pas à soutenir son attention dans les tâches »), l'inhibition (« est facilement distrait par des stimuli externes » et « se précipite souvent pour répondre aux questions ») et la planification (« a souvent du mal à organiser des tâches ou des activités ») sans pouvoir à nouveau définir les atteintes cognitives (le type d'inhibition par exemple). A l'instar des critères du DSM5, on retrouve la notion de décalage développemental (« degré mal adapté et qui ne correspond pas à un niveau de développement de l'enfant »). Parallèlement aux troubles cognitifs du langage chez l'enfant, on peut souligner que la notion de décalage de ces critères n'est pas précisée sur le plan quantitatif (6, 12 ou 24 mois ou en écart-type ?) et si ce décalage peut être différent selon l'âge de l'enfant, ou si seul le décalage développemental est requis sans atteinte dimensionnelle.

Après cette description des critères de définition du trouble attentionnel par ces deux classifications internationales, et afin de poursuivre l'objectif de délimitation du champ de recherche, les données neurobiologiques concernant le TDAH sont abordées ci-après.

1.2.3. Approche neurobiologique dans le TDAH

Sans présenter exhaustivement les données neurobiologiques dans ce trouble, ce chapitre s'attachera à dessiner les contours et les perspectives de ce champ disciplinaire. Le TDAH, classé parmi les troubles neurodéveloppementaux, implique le fait d'affecter précocement le développement cérébral de l'enfant, de présenter une composante génétique et d'être associé à

des anomalies cérébrales (Bange & Vieyra, 2014). L'essor récent des nouvelles technologies et notamment de la neuro-imagerie alimente ces hypothèses. Une méta-analyse (Cortese & al., 2012), rassemblant 55 études en IRMf, indique qu'une hypo-activation est retrouvée chez les enfants porteurs d'un TDAH dans les régions suivantes :

- les régions frontales et putamen bilatérales
- les régions temporale et pariétale droites

Une hyperactivation est quant à elle retrouvée dans le gyrus angulaire droit, le gyrus occipital médian et le cortex cingulaire médian et postérieur chez les enfants avec TDAH. Selon cet auteur, et devant la multitude de travaux sur le sujet, il devient plus pertinent d'évoquer des sous ou sur activations des réseaux fronto-pariétaux et du réseau attentionnel ventral.

Au niveau morphologique, des différences volumétriques sont rapportées dans le TDAH, particulièrement dans l'hémisphère droit (Krain & Castellanos, 2007). Selon ces auteurs, une diminution de 3,2% est retrouvée dans cet hémisphère chez les enfants TDAH comparativement aux sujets contrôles. Une méta-analyse datant de 2012 (Frodl & Skokauskas) montre une réduction des volumes des globus pallidum et putamen droits et du noyau caudé chez les enfants avec TDAH. Ces dernières années, des travaux sur l'étude de l'état de repos dans le TDAH sont potentiellement source de nouvelles hypothèses étiopathogéniques ; cet état de repos -encore appelé mode par défaut- correspond à l'état d'un sujet sans réalisation de tâche cognitive. Un défaut de connectivité entre les régions antérieures et postérieures de ce mode par défaut est actuellement suspecté dans le TDAH (Castellanos & al., 2008). Enfin, depuis un certain nombre d'années, les études de jumeaux dans le TDAH ont indiqué une prévalence plus importante chez les monozygotes que chez les dizygotes (Goodman & Stevenson, 1989) ouvrant la voie aux recherches génétiques. Ces travaux se dirigent actuellement vers l'étude de gènes candidats, les voies métaboliques et l'étude du génome entier sans pour l'instant pouvoir conclure sur une hypothèse monogénique dans le TDAH (Gorwood, Wohl & Purper, 2004).

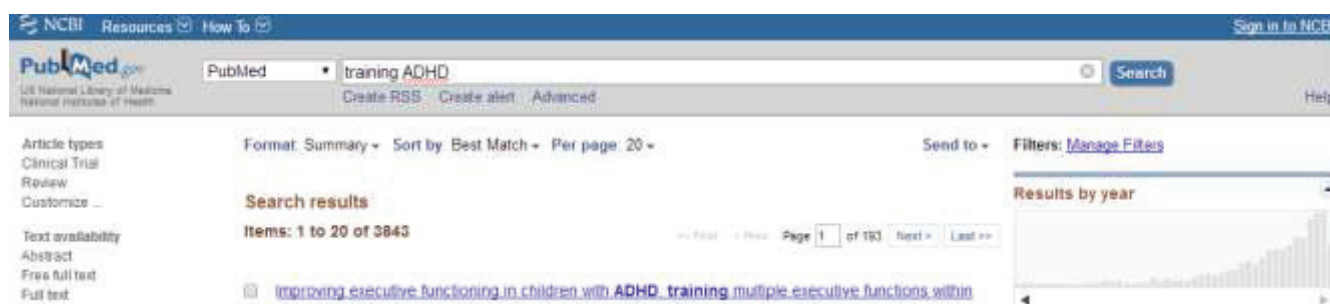
Après ces données neurobiologiques, nous allons examiner la revue de la littérature concernant les interventions dans le TDAH afin de délimiter le socle de cette étude.

1.3. TDAH et interventions, panorama de la revue de la littérature

1.3.1. Cibles dans la revue de la littérature

Comme évoqué en introduction, ce travail cible les interventions cognitives dans le TDAH. Afin de recueillir les données sur les travaux existants dans ce domaine, une première analyse descriptive est utilisée afin d'apprécier la revue de la littérature. Comme montré dans le schéma ci-après issu d'une recherche *Pubmed* réalisée en juin 2017, on observe une évolution exponentielle des publications concernant les interventions dans le TDAH (dans cet exemple : 3843 entrées pour l'association *training+ADHD*).

Figure n°1.1. : Recherche *Pubmed* en juin 2017 concernant training et ADHD



Cette première recherche a été réalisée avec le terme très générique d'« entraînement ». En précisant la recherche, on peut constater une diversité des appellations relatives aux interventions dans le TDAH comme l'illustre le tableau suivant.

Tableau n°1.3. : Mots clés de recherche concernant l'intervention dans le TDAH
(recherche *Pubmed* mars 2017)

Mots clés	Nombre d'entrées (en mars 2017 sur les 10 dernières années)
ADHD+training	3780 entrées
ADHD+cognitive treatment	2063 entrées
ADHD+Rehabilitation	1106 entrées
Rehabilitation+attentionnal disorder+child	62 entrées

ADHD+exercice	245 entrées
ADHD+remédiation	81 entrées
ADHD+programme	133 entrées
ADHD+protocole	313 entrées

Dans ce tableau, on peut constater que, dans la revue de la littérature, les interventions cognitives dans le TDAH sont principalement identifiées sous la notion centrale d'entraînement, mais s'illustrent également par une importante hétérogénéité dans leur dénomination. Outre les nuances de traduction, on retrouve les termes de : *rééducation* (Noël, Bastin, Schneider & Pottelle, 2007), *réhabilitation* (Manly, Hawkins, Evans, Woldt, & Robertson, 2002), *remédiation et prise en charge* (Deforge, 2011), *interventions ou « serious game »* (Neugnot-Cerioli, Gagner, & Beauchamp, 2015), *programme* (Rapport, Orban, Kofler, & Friedman, 2013), *traitement* (Hodgson, Hutchinson, & Denson, 2014), ou également *entraînement* (Johnstone, Roodenrys, Blackman, Johnstone, Loveday, Mantz & Barratt, 2012). Comme nous allons l'examiner, ces terminologies n'impliquent pas les mêmes contenus, ni les mêmes objectifs. En français et dans le cadre neurodéveloppemental, on retrouve principalement les termes de rééducation et de remédiation chez l'enfant avec un TDAH (Deforge, 2011 ; Fournieret & Seguin, 2012 ; Lussier, 2009). Le premier terme s'emploie pour désigner l'action de rétablir l'usage d'une fonction avec pour origine latine *educare* induisant la notion d'éducation, d'action directe et de traitement. Dans le cadre neurodéveloppemental, le rétablissement ou la normalisation d'une fonction ne paraît pas être un objectif réaliste, mais c'est le terme le plus fréquemment utilisé. Le second terme, dont l'origine en latin *remedium* renvoie quant à lui au terme guérir, s'utilise actuellement dans une conception pédagogique, dans une perspective d'apprentissage. La remédiation vise un ensemble de procédures afin de favoriser les apprentissages de l'enfant en utilisant toutes les stratégies possibles, ce qui ouvre la voie à de nombreuses procédures rééducatives ; ce terme de remédiation chez l'enfant est actuellement de plus en plus utilisé en France (Deforge, 2011). Par ailleurs, l'essor des nouvelles technologies introduit de nouveaux termes, tels que par exemple les serious games (Neugnot-Cerioli, Gagner, & Beauchamp, 2015). Si l'accent est mis sur l'aspect ludique, cette dénomination ne renseigne en revanche pas sur les objectifs de l'intervention.

Associé à cette diversité polysémique, le contenu des prises en charge dans le TDAH va ensuite être abordé, contenu qui peut également se distinguer par sa présentation hétérogène. Comme évoqués par Neudecker, Mewes, Reimers, & Woll en 2015, les traitements peuvent viser les aspects comportementaux, cognitifs, psycho-corporels, les stratégies éducatives, et utiliser des supports diversifiés variant de la modalité papier-crayon aux outils informatisés (logiciels et neurostimulation). Afin de détailler cette diversité, nous allons à présent examiner les méta-analyses.

1.3.2. Diversité des méta-analyses : effets, limites, méthodologies et contenus

Dans leur méta-analyse de 2017, Cortese et Rosello-Miranda indiquent que les traitements non pharmacologiques dans le TDAH montrent des bénéfices au niveau du contrôle des symptômes du TDAH. Ces bénéfices ouvrent la voie à de nombreuses perspectives de recherche et de propositions thérapeutiques individualisées, mais sont également accompagnés d'un certain nombre de critiques. Ces dernières concernent principalement le contenu mais également la méthodologie, les effets uniquement évalués à court terme, les cibles cognitives et l'absence de groupe placebo. En 2015, une méta-analyse (Cortese et al.) avait permis d'examiner 695 études montrant des effets significatifs mais discutables sur le TDAH : les effets sur la sphère motrice (hyperactivité) et le transfert n'étaient pas significatifs, seules la mémoire de travail et les évaluations parentales semblaient s'améliorer. Les auteurs soulignent également l'écart entre les données théoriques et la pratique clinique quotidienne, ainsi que la multiplicité des designs expérimentaux utilisés dans ces études limitant leur comparaison. Dans une revue systématique datant de 2015, Neudecker et collaborateurs regroupent à partir de critères visant l'hyperactivité une surprenante diversité d'études tant sur le plan expérimental et que sur le contenu de l'intervention :

- sur le plan expérimental, les protocoles varient dans les durées (8 à 20 sessions), le temps d'intervention (20 à 90 minutes) dans les critères de jugements (une ou plusieurs mesures- : cognitives, comportementales ou symptomatiques),
- sur le plan du contenu : exercices en tapis roulant, jeux de plateau, séances d'aérobic, entraînement de natation et de yoga, programme de stimulation visuelle et auditive, et entraînement attentionnel.

Dans la même perspective, une méta-analyse datant de 2014 (Hodgson, Hutchinson, & Denson) étudie les publications concernant les études des interventions non pharmacologiques dans le TDAH. On retrouve cette même hétérogénéité quant aux cibles des interventions. Les

programmes suivants sont inclus dans la méta-analyse : modifications comportementales, neurofeedback, programme social multimodal, programme basé sur les apprentissages scolaires, entraînement de la mémoire de travail, entraînement parental et méthode d'auto-contrôle et de gestion. Certaines méta-analyses compilent également les apports des traitements psychologiques (interventions comportementales, neurofeedback, entraînement cognitif) et régimes alimentaires (Sonuga-Barke & Coghill, 2014).

Bien que réalisée sur un nombre plus faible d'études, la revue de Toplak et collaborateurs (2008) permet d'introduire des différences entre les interventions dans le TDAH en subdivisant 26 études d'interventions en trois axes :

- les programmes cognitifs,
- les programmes cognitifs et comportementaux,
- les neuro-interventions (neurofeedback principalement).

Parmi ces programmes, on relève des traitements visant les saccades visuelles, la mémoire de travail, des programmes de réponses attentionnelles avec gestion des erreurs, et des entraînements attentionnels non détaillés. On peut apprécier dans cette étude un objectif de classification de ces interventions en distinguant le premier axe qui cible les déficits cognitifs du second qui inclut les stratégies et les approches métacognitives.

Concernant les mesures d'efficacité utilisées dans ces études (Toplak, Connors, Shuster, Knezevic, & Parks, 2008 ; Neudecker, Mewes, Reimers, & Woll, 2015 ; Hodgson, Hutchinson & Denson, 2014 ; Cortese S. et al., 2015), on retrouve également une variabilité dans les critères de jugement au niveau des points suivants :

- ces études peuvent utiliser un ou plusieurs test(s) cognitif(s),
- ces tests peuvent viser des fonctions attentionnelles, et/ou exécutives, et/ou mnésiques,
- ces tests peuvent être utilisés en routine clinique ou uniquement créés pour l'étude,
- les études peuvent se référer uniquement à des questionnaires.

Une méta-analyse datant de 2013 (Rapport, Orban, Kofler, & Friedman) compare 25 études d'interventions cognitives dans le TDAH, en soulignant les enjeux et les arguments commerciaux des programmes informatisés. Elle précise que les aspects environnementaux et de transfert ne sont pas pris en compte dans ces études, mais que des effets sont retrouvés sur les aspects cognitifs et notamment exécutifs. Concernant ce dernier point, cette étude bénéficie d'une analyse précisant quelles sont les fonctions cognitives cibles dans ces programmes : mémoire à court terme auditivo-verbale et visuo-spatiale, flexibilité (*shifting*), orientation de l'alerte, vigilance, attention sélective, attention divisée. Certaines études issues

de cette méta-analyse ciblent toutes les fonctions précitées, et certaines uniquement la mémoire de travail par exemple, qui semble être une cible privilégiée dans ces programmes (*Cogmed, Pay attention, Captain's log* et programmes conçus pour l'étude). Cette cible privilégiée est également soulignée par Sonuga-Barke & Coghill (2014) dans une revue de preuves des interventions dans le TDAH sur informatique. Des différences de statuts des groupes contrôle sont également relevées : absence de groupe contrôle, groupe contrôle en liste d'attente, groupe contrôle inactif, groupe contrôle actif. Notons également que cette méta-analyse compare des études pour lesquelles les sujets bénéficient d'une durée très variable d'intervention : de 105 minutes à 2160 minutes.

Comme synthétisées par Cortese et Rosello-Miranda (2017), les données disponibles à ce jour sont peu comparables entre elles et ne sont pas pleinement informatives pour la pratique clinique quotidienne ; les effets incertains à long terme et l'absence de données sur la spécificité de l'intervention sont largement soulignés. Bien que permettant une vision générale des interventions cognitives dans le TDAH, les méta-analyses citées montrent une hétérogénéité de contenu, de forme et de méthodologie générant une illisibilité sur les stratégies et les facteurs cognitifs efficaces dans ce trouble. Ainsi que l'évoquent Van Heugten et collaborateurs (2016) sous le titre : « *Brain training : hype or hope ?* », les effets prometteurs des études en rééducation cognitive doivent ainsi être considérés comme preuve de principe et auront à développer une méthodologie plus rigoureuse, des mesures de résultats argumentées, mais surtout des programmes théoriquement valides.

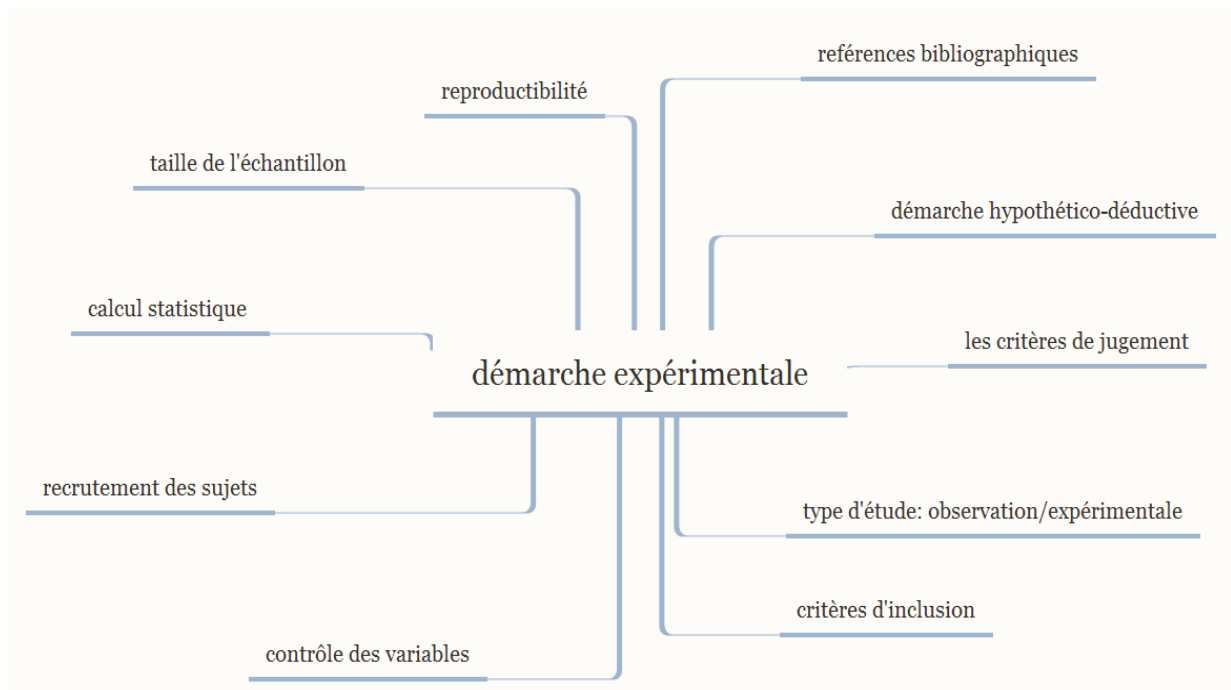
1.3.3. *Perspectives dans les interventions cognitives spécifiques au TDAH*

In fine, les revues de la littérature citées dans le paragraphe précédent permettent de retenir deux points :

- des effets sont observés dans les interventions cognitives dans le TDAH,
- les études dans ce champ disciplinaire doivent améliorer leur méthodologie et leur validité théorique.

Sur le plan méthodologique, les critères utilisés dans ces études se réfèrent généralement à la démarche scientifique et à la procédure hypothético-déductive (Bernard, 1865 ; Gohier, 2004). Comme illustré dans le diagramme suivant, on retrouve notamment le contrôle des variables, la méthodologie, et les analyses quantitatives et statistiques.

Diagramme n°1.1. : Démarche expérimentale



Dans les méta-analyses citées en amont, on relève principalement quatre points sensibles nécessitant une amélioration :

- l'intérêt d'un groupe contrôle, ou d'un cas contrôle apparié. Dans le champ de la rééducation cognitive, il s'agit notamment de prendre en compte les effets de co-action ou interventionnels dans les bénéfices observés. Un groupe contrôle actif, avec des activités prédéterminées, serait ainsi à privilégier.
- l'importance de la reproductibilité, notamment au niveau du format réaliste de la prise en charge (nombre de séances et régularité), de la disponibilité et de l'accès au matériel d'évaluation ainsi que du matériel d'intervention. Ce point est particulièrement important tant pour les chercheurs que pour les cliniciens.
- l'homogénéisation des critères de jugement, en utilisant des tests, questionnaires et critères consensuels et en privilégiant une standardisation robuste et satisfaisante.
- les critères d'inclusion à harmoniser pour le diagnostic du TDAH afin d'inclure dans les études des patients aux profils identiques.

Parallèlement aux critères expérimentaux, et dans une démarche épistémologique, il s'agira également de préciser les critères de validité et la cohérence cognitive de ces interventions

(Gohier, 2004 ; Hogan, 2017). En effet, au sein des mêmes revues de littérature, on peut retrouver des exercices d'aérobic, de natation ou un entraînement attentionnel (Neudecker, Mewes, Reimers, & Woll, 2015) sans références théoriques ou modélisations cognitives ni attentionnelles.

Afin de structurer un contenu théoriquement argumenté en rééducation cognitive dans le TDAH, nous utiliserons alors comme support paradigmatique les deux axes suivants consacrés :

- aux apports théoriques concernant les fonctions attentionnelles, exécutives et le TDAH,
- aux composantes, critères et procédures des interventions cognitives.

C'est dans cette perspective que seront présentés dans le chapitre suivant les perspectives théoriques dans le TDAH, en déclinant les fonctions attentionnelles et exécutives, les processus d'inhibition, les modèles du TDAH, les phénotypes cognitifs dans le TDAH et le bilan cognitif dans ce trouble.

CHAPITRE 2.

TDAH ET MODELISATIONS COGNITIVES

Les concepts d'attention et exécutifs sont situés à l'interface de différents champs disciplinaires tels que les neurosciences, la psychologie cognitive, la psychologie développementale, la psychopathologie et la neuropsychologie entre autres. Afin de sélectionner les données favorisant l'élaboration d'un protocole de rééducation dans le TDAH, ce chapitre s'attachera à présenter les fonctions attentionnelles et exécutives sous l'angle de la psychologie cognitive, ainsi que les modélisations cognitives dans le TDAH. À partir de ces données, sont décrits différents phénotypes dans le TDAH, menant ainsi, en fin de chapitre, à décrire les explorations cognitives des fonctions attentionnelles réalisées en pratique clinique.

2.1. Vers une pluralité intégrative des fonctions attentionnelles et exécutives

Afin de traiter les modélisations cognitives dans le TDAH, un panorama des fonctions attentionnelles et exécutives semble nécessaire.

J.F. Camus (1997) définit l'attention comme permettant de « contrôler, régler, ou moduler la quasi-totalité de nos activités psychologiques tant que celles-ci s'appuient sur des représentations (perceptives, conceptuelles et motrices). L'attention est donc partout et cette ubiquité ne rend pas son étude facile » (page 14). Afin de caractériser cette attention ubiquitaire, les concepts d'attention sont classiquement issus de trois grands schémas d'action qui, dans une perspective évolutionniste, permettent de favoriser l'adaptation d'une espèce. Selon M. Habib (2014), on peut ainsi distinguer :

- l'orientation de l'attention permettant la sélection d'une information ou d'une cible,

- la focalisation de l'attention sur cette information cible, associée à l'inhibition des informations non pertinentes,
- le maintien ou le soutien de l'attention sur cette même information.

En examinant la dynamique de ces trois schémas, on relève que la première étape serait quasiment automatique alors que les deux suivantes nécessiteraient un effort cognitif et conjointement l'inhibition d'informations. Différentes propositions théoriques s'articulent autour de ces schémas, tant sur le plan cognitif que sur le plan neurocognitif, afin de comprendre les mécanismes attentionnels et ses interactions avec d'autres fonctions cognitives, telles que la mémoire de travail et plus largement les fonctions exécutives.

Afin d'illustrer ces schémas, différents modèles intégratifs s'attachent ainsi à décliner des voies attentionnelles. Ainsi, le modèle de Van Zomerén et Brouwer (1994) opérationnalise deux grands axes, dénommés *intensité* et *sélectivité*, auxquels se rajouterait un système de supervision. Également proposé par Norman et Shallice (1986), un système intégratif à plusieurs voies hiérarchisées comprenant notamment un système de supervision attentionnelle (SAS) permettrait le contrôle et la coordination de différents schémas d'actions attentionnels et de routines. Parmi ces différentes voies attentionnelles, les composantes suivantes sont impliquées :

✓ L'intensité

Cette composante se rapporte à la notion de modulation du niveau d'intensité et des ressources disponibles (Camus, 1997) visant l'état de conscience et se déclinant entre éveil, vigilance et attention soutenue. Elle concerne un continuum d'activation qui se différencie de l'état de sommeil, sous l'influence notamment de la formation réticulée (Purves, Augustine, Fitzpatrick, Hall, Lamantia, & White, 2015). Cette étape phasique se caractérise par un accroissement des réponses physiologiques correspondant à la mise en état d'alerte, puis par un niveau de surveillance de l'organisme, et enfin par des fluctuations infradiennes, circadiennes et ultradiennes de l'intensité. Parmi ces différents schémas attentionnels habituellement testés en clinique, l'intensité représente ainsi un axe important de l'évaluation. Elle est alors explorée par des épreuves d'alerte, de vigilance et d'attention soutenue, caractérisées par une détection de cible(s), une longueur de la tâche et une monotonie des items cibles.

✓ La sélectivité

La sélectivité implique quant à elle de choisir certains stimuli et d'en ignorer d'autres. Au sein de la chaîne de traitement des informations, un filtrage attentionnel procédant à une sélection des informations pertinentes de façon précoce sur la base des propriétés physiques du stimulus a été proposé par Broadbent (1958, cité par Camus, 1997). Cette notion de filtre, complétée par Treisman (1960, cité par Camus, 1997), pourrait fonctionner par une atténuation quantitative et qualitative du signal des informations en adjoignant la notion de seuil de détection des informations et de niveau d'activation. Les tâches expérimentales relatives à l'attention sélective se répartissent selon deux types d'informations : les informations pertinentes, c'est-à-dire attendues, puis les informations non pertinentes ou non inattendues. En situation clinique, cet axe évaluatif est typiquement représenté par des épreuves sollicitant la sélection d'informations pertinentes parmi des informations non pertinentes, telles que les épreuves de barrage.

✓ L'attention divisée

Autre processus distingué au sein des fonctions attentionnelles, l'attention divisée est nécessaire lorsque différentes informations doivent être traitées simultanément. Également dénommée attention partagée, cette proposition théorique décrit des ressources attentionnelles qui pourraient être allouées simultanément à différentes tâches, telle que le modèle de partage de capacité centrale (Tombu & Jolicoeur, 2003). Sur le plan évaluatif, cette ressource attentionnelle est explorée par des tests proposant la réalisation d'un double traitement, comme la tâche d'attention divisée de la TEA-ch (Manly, Robertson, Anderson & Mimmo-smith I., 2004).

✓ Les processus d'inhibition

Parallèlement aux fonctions d'attention sélective, les processus d'inhibition permettent de désactiver le traitement de certaines informations. Ces processus, qui sont définis par « la suppression de représentations ou de processus préalablement activés » (Andres, 2004), comprendraient trois modalités : 1) l'inhibition des réponses prédominantes, 2) l'inhibition des réponses non pertinentes, c'est-à-dire des distracteurs non pertinents pour la tâche, et 3) l'inhibition des réponses devenues non pertinentes pour la tâche en cours avec effet d'interférence proactive (modèle d'inhibition de Miyake, Friedman, Emerson, Witzki, Howerter & Wager, 2000). La distinction entre inhibition contrôlée et inhibition automatique

est également utilisée en fonction du niveau de complexité des actions à effectuer (Andres, 2004). Cette notion d'inhibition au sein des fonctions attentionnelles est essentielle pour faciliter la sélection des informations, mais elle se réfère également à des propositions théoriques plus larges concernant les fonctions exécutives.

✓ Intégration du contrôle inhibiteur dans un modèle exécutif

Dans son modèle synthétique, A. Diamond (2013) décrit l'inhibition, ou contrôle inhibiteur, comme un système plus large permettant de contrôler l'attention, le comportement, les cognitions et les émotions. Ce contrôle inhibiteur de l'attention vise une action double : sélectionner des informations, en supprimant conjointement certains stimuli. Il peut être activé par des stimulations externes, soit un contrôle inhibiteur exogène ou *Bottom-up*, ou bien encore par un contrôle volontaire, contrôle inhibiteur endogène ou *Top down*, lorsque le sujet choisit volontairement d'inhiber certaines informations. Ce contrôle implique de traiter les interférences proactives, c'est-à-dire à partir des informations préalablement acquises, et les interférences rétroactives, c'est-à-dire à partir des informations présentées a posteriori. Ce postulat théorique implique ainsi la mémoire de travail, nécessaire pour conserver et maintenir les informations en direct, ainsi que la flexibilité cognitive permettant le changement, la modification et la désactivation (ou inhibition) d'informations nécessitant alors une forme de souplesse cognitive. Ce modèle intègre ainsi trois fonctions exécutives (contrôle inhibiteur, mémoire de travail et flexibilité cognitive) qui se réfèrent au contrôle et à la coordination de tâches cognitives complexes en incluant planification, inhibition, gestion et régulation de l'activité et enfin réajustement. Enfin, les travaux d'Olivier Houdé (2000 ; 2014) définissent ainsi l'inhibition comme : « un processus remarquable d'adaptation, de prise de recul [qui] s'observe quand le cerveau doit apprendre à résister à ses réponses impulsives, trop rapides, et à ses erreurs cognitives » dans une conception développementale plus large.

✓ Le réseau par défaut

Contrairement à l'activité attentionnelle dirigée de haut niveau décrite précédemment, le réseau du mode par défaut est également abordé dans ce travail pour sa possible implication dans le TDAH. Il s'agit d'une activité cérébrale spécifique et organisée en situation de repos, c'est-à-dire sans tâche cognitive spécifique (ou encore appelée cognition spontanée) permettant une régulation interne, qui diminue en cas de tâches cognitives (Raichle et Snyder, 2007). Ce réseau du mode par défaut décrit un état neutre, sans tâche particulière, mais se

caractérise donc par une activité cérébrale spécifique. Des hypothèses d'états internes ou de sentinelles ont été évoquées pour expliquer ce réseau du mode par défaut.

✓ Traitements attentionnels de type *Top down* et *Bottom up*

Les fonctions attentionnelles se distinguent également par leur caractère endogène et exogène. L'attention endogène, permet de diriger de manière contrôlée les fonctions d'attention, alors que l'attention exogène, automatique, est involontairement activée par des stimulations extérieures. En d'autres termes, la fonction d'attention endogène, volontaire, permettrait de diriger un traitement cognitif vers l'extérieur, c'est-à-dire un traitement de l'information de type *Top down*. Le mode *Bottom up* correspondrait quant à lui à la fonction exogène de l'attention, c'est-à-dire une orientation inattendue des fonctions d'attention sous-tendue par des stimulations externes.

A l'issue de ce panorama des modélisations cognitives des fonctions attentionnelles et exécutives, un constat s'impose : ces fonctions ne sont pas unitaires, mais multiples, en interaction et dynamiques, et recrutent une combinaison de voies, de processus et d'actions. Consécutivement -et grâce à ces modélisations-, l'hypothèse d'un trouble attentionnel uniforme est donc théoriquement peu argumentée ouvrant la voie à des présentations pathologiques protéiformes. Cet aspect protéiforme, déjà introduit par les différentes présentations des critères du DSM5 concernant le TDAH, ne permet pas toutefois de préciser quelles sont les différentes fonctions cognitives ou processus possiblement impliqués dans ce trouble, ce qui fera l'objet de la partie suivante consacrée aux modélisations cognitives de ce trouble neurodéveloppemental.

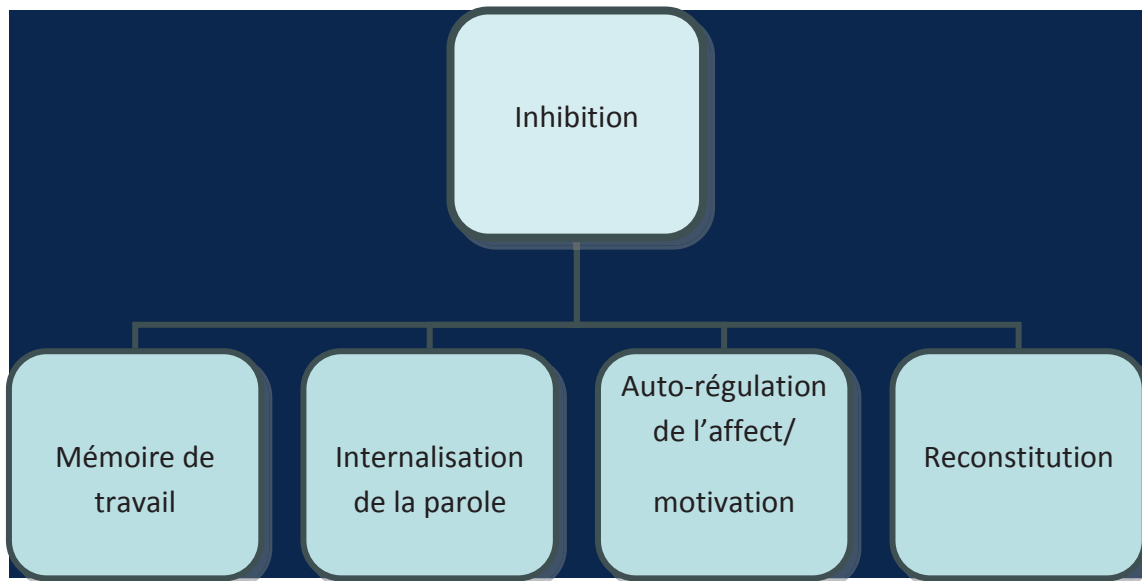
2.2. Les modèles cognitifs dans le TDAH et la place de l'inhibition

La définition même du TDAH est caractérisée par la présence d'un trouble attentionnel. Comme nous venons de le voir, ces fonctions ne peuvent se décliner qu'au pluriel en s'articulant autour de différentes composantes et processus préfigurant ainsi la possible coexistence chez un même sujet de différents troubles cognitifs, et consécutivement une grande variété de présentations cliniques. De ce fait, les modèles cognitifs du TDAH impliquent différentes fonctions cognitives, tels que les modèles de Barkley et Sonuga-Barke présentés ci-après, complétés par les perspectives actuelles.

2.2.1. Le modèle de Barkley (1997)

Ce modèle, le plus couramment présenté, fait émerger le déficit d'inhibition comme primaire et central dans le TDAH. Représenté dans le schéma suivant, ce déficit central entraînerait secondairement une perte d'efficacité de quatre fonctions : mémoire de travail non verbale, langage internalisé, autorégulation de l'affect et reconstitution.

Schéma n°2.1. : Modélisation du TDAH selon le modèle de Barkley

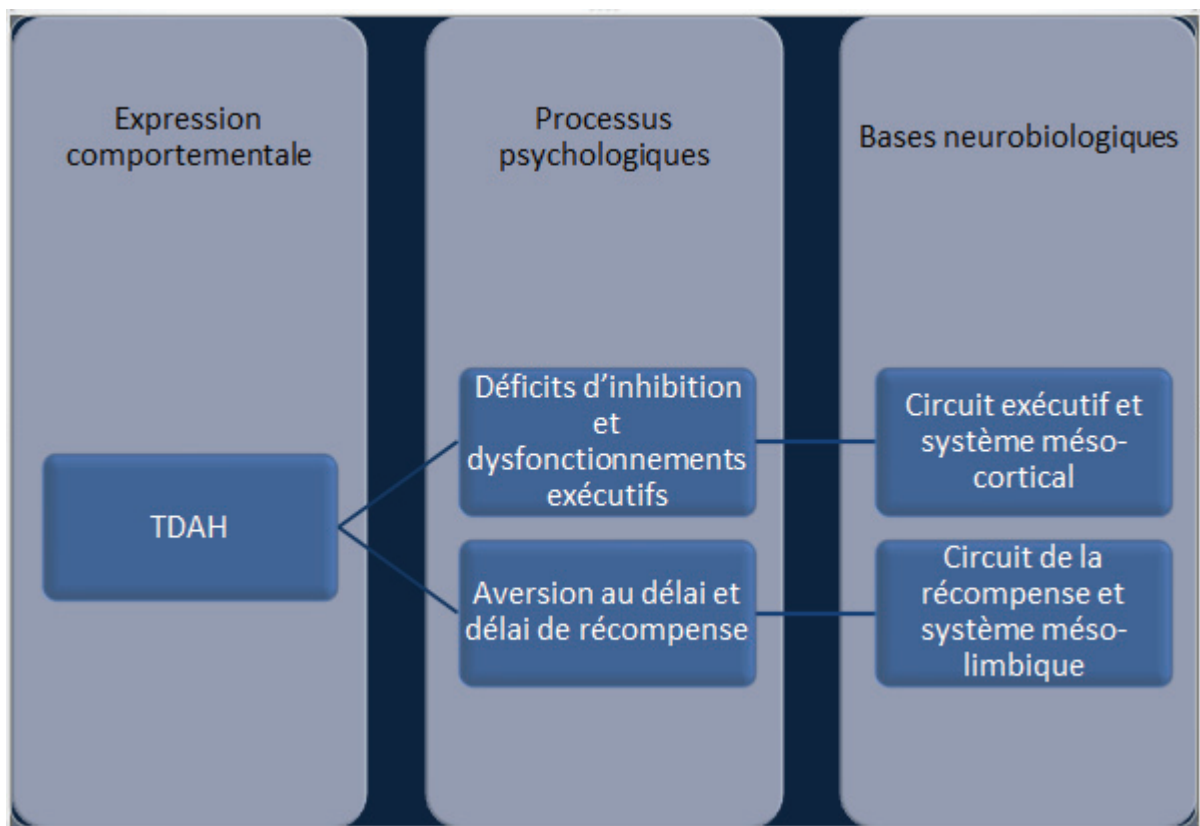


Ces dysfonctionnements cognitifs, inhérents à un ensemble de fonctions exécutives, occasionneraient les symptômes habituellement observés dans le TDAH. Dans ce modèle, l'inhibition est définie comme la capacité à inhiber des réponses non pertinentes, interrompre une réponse déjà initiée et contrôler l'interférence. Elle est ici caractérisée par l'inhibition d'une réponse motrice (avec arrêt de la tâche) et d'une réponse automatisée (ou contrôle de l'interférence). Dans le TDAH, le défaut d'inhibition affecterait les capacités d'autocontrôle du sujet en situation sociale ou à forte charge attentionnelle, de contrôle moteur, de maintien des informations en mémoire de travail, et d'expression verbale et de régulation des affects. L'intérêt et l'utilisation fréquente de ce modèle résident dans sa cohérence avec la symptomatologie (coupe la parole, difficultés pour refréner un comportement, une réponse ou une émotion, difficultés à rester assis ou retenir une action). En revanche, les notions d'internalisation de la parole (ou langage intérieur) et de reconstitution, bien que probablement liées aux fonctions exécutives, demeurent des notions à la définition cognitive bien plus floue.

2.2.2. Le modèle à deux voies de Sonuga-Barke

Plus récemment, Sonuga-Barke (2002) introduit une double trajectoire développementale dans le TDAH, l'une sous-tendue par un dysfonctionnement du système de régulation *Top down* frontaux et exécutifs, responsable d'un déficit des capacités d'inhibition et d'une dysrégulation cognitive, l'autre considérée comme la conséquence d'un dysfonctionnement des processus motivationnels et émotionnels, associé à la dysrégulation *Bottom up* du comportement et illustré par l'intolérance ou l'aversion au délai. La nouveauté de ce modèle tient principalement dans l'introduction de cette notion temporelle, notion d'intolérance au délai, caractérisant les patients avec TDAH. Cette notion s'applique particulièrement aux réponses inappropriées de ces patients et à leurs manifestations d'impulsivité en faveur d'actions immédiates par rapport à la planification d'actions différées. Le modèle de Sonuga-Barke intègre également un ensemble de données neuro-fonctionnelles (libération de dopamine dans les circuits sous-corticaux et dysfonctionnements des circuits méso-limbiques et méso-corticaux).

Schéma n°2.2. : Représentation du modèle à deux voies de Sonuga-Barke



Par la suite, une troisième voie a ensuite été envisagée par cet auteur en tenant compte de la dimension motrice et du traitement temporel (Sonuga-Barke & Coghill, 2014) et impliquant un circuit frontocérébelleux en représentant la planification ou l'estimation d'une durée pour traiter des étapes séquentielles et motrices.

2.2.3. Perspectives actuelles

Actuellement, les modélisations cognitives sont principalement alimentées par les données de neuro-imagerie, les études de connectivité et des différents circuits impliqués dans le fonctionnement attentionnel. Si la cible de ces travaux était initialement et principalement focalisée sur l'inhibition et les régions frontales, celle-ci s'est élargie à l'étude du réseau attentionnel cingulo-fronto-pariétal (Bush, Luu & Posner, 2010). L'étude de Sanefuji et collaborateurs (2017) montre ainsi une double dissociation de la connectivité fonctionnelle dans les réseaux cortico-striatal et attentionnel-ventral cohérente avec les différents sous-types de TDAH du DSM5. Le sous-type hyperactif-impulsif a ainsi été associé à une connectivité accrue dans le réseau cortico-striatal, et le sous-type inattentif relié au réseau attentionnel ventral. Sur le plan cognitif, la distinction des fonctions exécutives dites « froides », incluant l'attention, la mémoire de travail et l'inhibition, et des fonctions exécutives dites « chaudes » impliquant les processus de motivation, constitue une nouvelle piste de modélisation (Zelazo & Muller, 2002), cette dernière étant sous-tendue par les réseaux intégratifs entre les régions frontales et limbiques. Par ailleurs, de nouvelles hypothèses ont été postulées (Castellanos, 2008) sur le mécanisme des troubles de l'attention dans le TDAH impliquant un dysfonctionnement du mode par défaut : une activité excessive au repos se traduirait par un TDAH. Parallèlement, des études tendent à renforcer la place centrale de l'inhibition (Wodka et al., 2007) dans le TDAH en participant à la meilleure compréhension de ce déficit. Ainsi, Schachar et collaborateurs (2007) montrent que, comparativement aux participants contrôles, les patients avec TDAH présentent un déficit d'inhibition caractérisé par l'altération de deux sous-composantes : l'inhibition retenue, représentée par la capacité à retenir une réponse, et l'inhibition d'annulation, définie par la possibilité d'annuler une action en cours. Les liens entre les composantes d'inhibition et de mémoire de travail sont également renforcés, notamment au regard des études de neuro-imagerie indiquant un chevauchement entre leurs corrélats neuronaux (McNab, 2008). Une distinction est, ceci étant, apportée par les travaux de Kenemans (2015) concernant les caractéristiques de l'inhibition en fonction du contexte, entre inhibition anticipée et inhibition non prévue. Un mécanisme proactif potentialiserait les

connexions sensorielles et motrices lorsque l'inhibition est anticipée, alors qu'en cas d'inhibition non planifiée (interruption de la tâche non prévue) l'activation du réseau frontal serait plus longue. En 2017, les travaux de Kim, Wittenberg & Nam examinent l'interaction entre l'inhibition et les processus de mise à jour à l'aide de mesures cognitives et neurophysiologiques : la modification de la mise à jour sur une tâche d'inhibition augmentant la connectivité d'un large réseau pré-frontal et pariétal. On relève, dans cette étude, que la mise à jour est définie comme le codage des informations puis la révision de celles-ci en mémoire de travail. Notons que récemment, une asymétrie frontale a été objectivée comme biomarqueur de la désinhibition cognitive chez les jeunes porteurs d'un TDAH, confirmant la participation essentielle de cette fonction dans ce trouble (Ellis, Kinzel, Salgari & Loo, 2017).

Glozman et Shevchenko (2014) confirment quant à eux la complexité de la structure cognitive dans le TDAH impliquant principalement les fonctions exécutives, avec des difficultés de sélectivité dans la prise de décision, un défaut de planification lors du passage d'une activité à une autre, ainsi que des erreurs d'anticipation et de rappel. Enfin, l'impact des processus d'inhibition et des fonctions exécutives dans le développement de l'enfant contribue actuellement à les décrire comme occupant une place significative en neuropsychologie pédiatrique (Roy, Le Gall, Roulin & Fournet, 2012), notamment dans le TDAH.

Comme nous venons de le voir, les modèles cognitifs convergent vers une position prédominante de l'implication des fonctions exécutives (Franx et al., 2015) et de l'inhibition au sein du TDAH, mais également vers une diversité des processus impliqués dans ce trouble. Cette diversité est ainsi cohérente avec une présentation multiple du trouble notamment identifiée par le DSM5, conduisant ainsi à envisager différents phénotypes cognitifs, perspective abordée dans la partie suivante.

2.3. Les phénotypes dans le TDAH

Evoquées dans le premier chapitre, les classifications internationales définissent plusieurs types de troubles attentionnels. Néanmoins, celles-ci ne permettent pas de caractériser des profils cognitifs précis et sont peu cohérentes avec les modélisations cognitives sous-jacentes. Effectivement, « l'attention » au sens général est utilisée dans ces classifications, alors que tout d'abord elles sont multiples, et qu'ensuite ce sont les fonctions exécutives et les processus d'inhibition qui sont au centre des modélisations du TDAH. Chacune des

composantes attentionnelles et/ou exécutives pouvant être considérée individuellement, le déficit de chacune d'elles peut alors générer un tableau clinique distinct (Catala & Meulemans, 2013). Actuellement, différents travaux conduisent à envisager différents phénotypes cognitifs, stables ou évoluant, sans pour autant les définir de façon consensuelle. Afin d'alimenter cette perspective définitoire, l'évolution et les différentes présentations cognitives du TDAH sont appréhendées ci-après.

A l'origine de cette notion de présentations multiples, l'observation des modifications de la symptomatologie et des répercussions fonctionnelles conduisent à considérer une trajectoire développementale dans ce trouble (Vantalon, 2014). Ainsi, les perturbations comportementales seraient plus présentes en âge préscolaire et scolaire, alors que les difficultés d'apprentissage, sociales et d'estime de soi impacteraient la suite du développement de l'enfant, et les échecs académiques et professionnels associés aux accidents et abus de substances seraient observés en fin d'adolescence et à l'âge adulte. Ces répercussions diffèrent donc selon l'âge et sont cohérentes avec le développement cognitif, la maturation cérébrale et avec l'implication des fonctions exécutives, de contrôle et de régulation selon chaque âge.

Une première observation dans la présentation du TDAH tend à montrer une diminution de l'hyperactivité et de l'impulsivité motrice au fur et à mesure de l'évolution du sujet (Larsson, Dilshad, Lichtenstein & Barker, 2011). Une seconde observation, relative à l'âge de diagnostic, se répercute ainsi dans l'étude des présentations du TDAH. En effet, à l'âge préscolaire, les exigences inhérentes à la concentration et la souplesse des modes de garde n'induisent pas systématiquement une demande de diagnostic, réduisant ainsi les hypothèses et les données disponibles pour étudier précocement le profil de TDAH (Rouby, 2016) en l'absence d'études de cohorte.

Différentes évolutions possibles sont actuellement relevées dans le TDAH (Cherkasova, Sulla, Dalena, Pondé, & Hechtman 2013 ; Harvey, Lugo-Candelas & Breaux, 2015) :

- une majorité de sujets présentent une stabilité du profil entre les différentes évaluations,
- un changement de profil peut être relevé évoluant fréquemment de la forme avec hyperactivité vers la forme inattention selon les critères du DSM5,

- une observation de la diminution des symptômes,
- et enfin une émergence tardive des signes cliniques.

Biederman et collaborateurs (1996) avaient permis de montrer qu'au-delà d'un suivi de 4 années, 85% des enfants avec TDAH avaient montré une persistance de leur trouble, confortant ainsi la fréquence de la première évolution.

Plus récemment, sur le plan cognitif, l'étude de Qian et collaborateurs (2013) examine les trajectoires développementales des fonctions exécutives chez les enfants et adolescents âgés de 7 à 15 ans avec TDAH en recrutant 515 enfants atteints de TDAH et 249 enfants témoins sains. Concernant l'inhibition, les sujets présentant un TDAH ont affiché des résultats similaires aux témoins sains de 2 ans plus jeunes. Chez les sujets les plus âgés, ce décalage persiste principalement pour les épreuves de flexibilité. Des différences quantitatives (décalage d'âge comparativement au groupe contrôle) et qualitatives (concernant les dimensions cognitives affectées) sont également présentées dans l'étude de Van Hulst, de Zeeuw & Durston (2015) dans laquelle différents sous-groupes de TDAH sont repérés, renforçant l'hypothèse de différents phénotypes cognitifs. Dans une étude de 2011, Pauli-Pott et Becker montrent quant à eux une évolution qualitative du trouble d'inhibition en fonction de l'âge. Leurs analyses révèlent en effet que les difficultés aux tâches d'aversion au retard diminuent au fur et à mesure de l'âge alors que les difficultés lors des tâches de contrôle des interférences augmentent, suggérant ainsi la présence de fenêtres temporelles permettant des évaluations cognitives plus ou moins discriminantes selon l'âge. Dans une autre étude (2014) visant à établir différents sous-groupes dans le TDAH, ces mêmes auteurs identifient que les patients avec un niveau sévère de TDAH présentent également une comorbidité élevée, associée à de plus grandes difficultés de contrôle inhibiteur, alors que les patients avec trouble attentionnel « pur », sans hyperactivité, montrent quant à eux une aversion au délai plus importante.

A l'adolescence, vers l'âge de 13 à 15 ans, des difficultés de contrôle de l'inhibition avec impulsivité et des difficultés de mémoire de travail sont encore identifiées. Chez l'adulte, différentes formes sont également relevées (Kofler, Sarver, Spiegel, Day, Harmon & Wells, 2016). Des atteintes des fonctions exécutives sont à nouveau décrites mais les données chez les patients adultes sont peu documentées (Mostert et al., 2015). Dans cet article, une étude comparant les adultes avec TDAH et adultes en bonne santé a permis de montrer des

dysfonctionnements exécutifs avec une impulsivité et une variabilité dans les réponses plus importantes chez les adultes TDAH. Des présentations hétérogènes sont également pointées, conduisant à étudier à l'avenir les différences entre les voies cognitives altérées. Bueno et ses collaborateurs (2017) indiquent également que, comparativement aux témoins, les patients adultes avec TDAH, présentent sélectivement plus de difficultés de flexibilité et d'accès en mémoire à long terme.

Des trajectoires développementales variables et multiples sont ainsi identifiées dans le TDAH, probablement sous l'influence des facteurs maturatifs et des profils cognitifs initialement présentés. Actuellement, la notion de phénotypes est fréquemment traitée conjointement à celle du développement du patient, l'âge influençant la présentation cognitive, alors qu'à l'avenir, la typologie de ce trouble devra également être traitée spécifiquement. A ce jour, ces trajectoires et phénotypes nécessitent d'être précisés, notamment au travers d'études longitudinales et homogènes en termes d'outils évaluatifs.

2.4. Evaluation du TDAH : pratiques et bilans

✓ Constat sur l'hétérogénéité des pratiques de diagnostic

Il existe actuellement une grande diversité de pratiques quant à l'objectivation d'un TDAH. Ces différences sont en premier lieu observées selon les pays. Par exemple, dans une étude recrutant 779 patients, Setyawan et ses collaborateurs (2015) montrent que 95% des médecins aux Pays-Bas ont utilisé des critères diagnostiques et statistiques des troubles mentaux (DSM4), contre 10% en Allemagne. En France, la note de cadrage de l'HAS (2012) portant sur les « conduite(s) à tenir devant un enfant ou un adolescent ayant un déficit de l'attention et/ou un problème d'agitation » décline parmi ses critères diagnostiques l'utilisation du DSM, des tests neuropsychologiques, des questionnaires et l'observation des signes cliniques. Bien qu'ayant largement évolué, les pratiques restent, en France, largement hétérogènes selon les professionnels, les institutions et les orientations (voire hétérogénéité des conseils dans Bange, 2014) et ne se réfèrent pas systématiquement à une démarche commune ni à des critères objectifs (Catale et Meulemans, 2013). Les pratiques varient ainsi de l'entretien clinique à l'observation comportementale, l'utilisation de critères, de questionnaires, de tests et d'examens complémentaires. Les enjeux et les débats concernant ces différences de

pratique dépassant le cadre de ce travail, ils ne seront donc pas traités dans ce manuscrit, lequel se focalisera sur une lecture cognitive de l'évaluation du TDAH.

✓ Examen cognitif du TDAH

L'examen neuropsychologique dans le TDAH réside principalement dans l'analyse et la cohérence cognitive des différentes données. L'objectif central est de déterminer objectivement si des difficultés attentionnelles existent (décalage avec le niveau habituellement attendu) et si elles sont compatibles avec un diagnostic de TDAH. L'examen cognitif ne se limitant pas à l'administration d'épreuves comporte donc un ensemble de données dont la lecture neuropsychologique recherche une cohérence avec le diagnostic de TDAH. Au sein de cette démarche, on relève en premier lieu l'entretien, les éventuels questionnaires et l'observation du patient qui conduisent à poser des hypothèses sur les difficultés de l'enfant en lien avec les modèles théoriques (Catale et Meulemans, 2013). Parmi les questionnaires, on cite l'inventaire d'évaluation comportementale des fonctions exécutives (BRIEF, Gioia, Isquith, Guy & Kenworthy, 1996 et adaptation française Roy, Fournet, Le Gall & Roulin, 2013). Ce questionnaire, à destination des parents et enseignants d'enfants âgés de 5 à 18 ans, permet de recueillir des données de description comportementale au travers de différentes échelles concernant l'inhibition, la flexibilité et la mémoire de travail notamment. La première étape psychométrique comporte une évaluation de l'efficacité intellectuelle de première intention (Rouby, 2016 ; Mazeau, 2008 ; Forgeot, Bonnet & Jacquin, 2011) permettant ainsi d'examiner globalement le développement de l'ensemble des fonctions cognitives. Parallèlement à la démarche d'investigation des autres troubles spécifiques du développement cognitif, la suspicion d'un trouble attentionnel doit indiquer si ce trouble se situe dans un contexte de potentiel intellectuel normal, ou dans un retard plus global, impliquant ainsi un autre diagnostic. En l'absence de difficultés globales, la psychométrie peut révéler d'autres troubles cognitifs spécifiques, tel un trouble du langage oral ou visuo-spatial, troubles qui pourraient entraîner des symptômes s'apparentant à des difficultés attentionnelles. La réalisation d'une batterie d'efficacité intellectuelle générale se présente donc comme le socle du diagnostic cognitif différentiel. Certains résultats psychométriques font émerger un profil concordant avec des difficultés attentionnelles, parmi lesquels on peut identifier une baisse en mémoire de travail, des difficultés exécutives dans les épreuves de coordination visuo-motrice, des réponses impulsives dans les épreuves à choix

multiples et une baisse de résultats dans les épreuves chronométrées (IVT du WISC par exemple). Ces profils de résultats ne sont pas systématiques.

Dans la suite de cette épreuve de première intention permettant d'écarter un certain nombre d'hypothèses différentielles, l'examen cognitif du TDAH se poursuit par une exploration des fonctions attentionnelles et exécutives. Il s'agit principalement de vérifier si un double décalage développemental existe entre :

- le potentiel intellectuel et les fonctions attentionnelles et exécutives,
- ces dernières et le niveau attendu habituellement pour l'âge.

Comme évoqué au préalable, l'exploration des différentes dimensions composant les fonctions attentionnelles et exécutives est opérationnalisée à l'aide d'outils standardisés, sensibles et valides. Les fonctions d'attention soutenue, sélective, divisée en modalités visuelle et auditive, les processus d'inhibition motrice et cognitive, la planification et la flexibilité constitueront les cibles de cette exploration (revue du bilan neuropsychologique des fonctions attentionnelles dans Noël, 2007 ; Mazeau, 2008 ; Zesiger, 2009 ; Rouby, 2016 ; Gascon, 2016). Précisons que, selon les âges, tous les outils ne sont pas disponibles. Sans réaliser une présentation exhaustive, on peut citer trois grandes batteries : la NEPSY 1 et 2 (Korkman Kirk & Kemp, 1997; Korkman, Kirk & Kem, 2012), la TEA-ch (Manly, Robertson, Anderson & Mimmo-smith, 2004) et la TAP (Zimmerman & Fimm, 2012), et des tests isolés qui peuvent également être utilisés (*test de Stroop*, *Trail Making Test*). La problématique de cet examen réside notamment dans le choix des outils et la durée du bilan. Une exploration cognitive complète peut effectivement s'avérer excessivement longue, et certains outils présentent un manque de sensibilité selon les âges. Un bilan à géométrie variable comprenant des épreuves systématiques et des épreuves complémentaires (sélectionnées en fonction de l'âge, des hypothèses issues de l'entretien et de la psychométrie, et des résultats obtenus aux épreuves systématiques) pourraient constituer une alternative flexible et adaptée aux contraintes temporelles (Seguin, Des Portes, & Bussy, 2015). Ainsi, chez l'enfant jeune, ou en cas de difficultés de contrôle moteur, les épreuves de la *Statue* (NEPSY), de *Mouvements de mains* (K-ABC permettant d'observer le traitement séquentiel, la mémoire de travail visuo-motrice et le contrôle de l'impulsivité), de *Cogner-frapper* (NEPSY), de *Labyrinthes* (WISC3) ou de *Précision visuo-motrice* (NEPSY) pourront être favorisées. Les épreuves exécutives (*Trail Making test*, épreuve de la *Tour* par exemple

(NEPSY)) seront quant à elle proposées préférentiellement en cas de persévérations, de difficultés d'organisation et d'anticipation repérées lors de l'entretien ou observées dans la psychométrie. Les observations qualitatives sont analysées conjointement aux résultats quantitatifs obtenus au bilan. Parmi celles-ci, on peut observer une lenteur générale de traitement (passation longue, propos non synthétiques), des oublis (de consignes, d'affaires dans le bureau, d'informations), une instabilité psychomotrice globale (se lève, bouge sur sa chaise) ou fine (mouvements constants des mains, objets dans les mains), une impulsivité (se précipite pour répondre, pour agir, tendance à interrompre), des décrochages (visuels, cognitifs) et une saturation (besoin de pauses, baisse de l'appétence cognitive). L'articulation de ces différentes données inclut également l'analyse des autres bilans cognitifs et avis de consultations. Il peut exister par exemple un recouvrement des difficultés d'attention sélective visuelle objectivées dans le bilan neuropsychologique et une atteinte de la voie visuo-attentionnelle ou lexicale en langage écrit (Lobier et Valdois, 2015). Cette situation nécessite ainsi une analyse croisée afin de déterminer si un TDAH et une dyslexie coexistent ou si les difficultés d'attention sélective visuelle sont à intégrer dans le tableau de trouble du langage écrit. Il peut être également nécessaire de différencier les difficultés de contrôle attentionnel sur le plan moteur d'une instabilité résultant d'un trouble psychoaffectif (Aubron, Michel, Purper-Ouakil, Cortese & Mouren, 2007), impliquant alors un bilan psychologique complet. L'examen cognitif constitue donc une étape nécessaire afin d'objectiver un trouble attentionnel de type TDAH (Catale & Meulemans, 2013) et, nous le verrons dans le chapitre suivant, de mettre en place un projet de rééducation ou de remédiation cognitive adapté.

Pour conclure sur la démarche évaluative dans le TDAH, nous citerons l'étude présentée par Guay, Lageix & Parent (2006) explorant justement la procédure d'évaluation. Une analyse rétrospective est effectuée auprès de 100 enfants, âgés entre 6 et 15 ans, adressés par leur médecin pour suspicion de TDAH. La procédure d'évaluation comprend des questionnaires, une évaluation cognitive ainsi qu'une consultation pédopsychiatrique. Les résultats montrent que 58 % de ces enfants ont effectivement reçu un diagnostic de TDAH à l'issue de cette procédure complète d'évaluation, tous les enfants initialement suspectés de TDAH ne présentaient donc pas ce trouble. Il est intéressant de noter l'effet de sur-diagnostic des questionnaires qui révèlent 74 % de TDAH lorsque ceux-ci sont analysés seuls. Par ailleurs, il n'y a aucune relation statistique entre les scores obtenus au questionnaire et le diagnostic de TDAH retenu à l'issue du protocole. L'analyse des 42 % des enfants, pour lesquels le diagnostic de TDAH n'a pas été retenu, montre que pour 11 participants, aucun diagnostic n'a

été retenu, alors que pour les 31 autres des difficultés variant des troubles du comportement aux troubles anxieux, et aux troubles du langage oral et écrit ont été validées. Les auteurs attirent donc l'attention des chercheurs et des praticiens sur l'impact de la procédure d'évaluation et sur les diagnostics différentiels. Par ailleurs, la variabilité, la tolérance de l'environnement et l'exigence du répondeur (parents, père, mère, enseignants) sont à prendre en compte dans les critères du DSM et les réponses aux questionnaires. On citera ainsi, à titre illustratif, le critère f de l'axe hyperactivité-impulsivité du DSM5 (« parle souvent trop ») conditionné par la compréhension et l'appréhension individuelle de la notion de « trop ».

A la suite de ces chapitres délimitant le champ de recherche, et exposant le TDAH et ses modélisations sous-jacentes, ce travail va ensuite se poursuivre par la présentation des facteurs et des composants des interventions cognitives. Il s'agit ici d'aborder les procédures et les critères de validité qui sous-tendent les interventions cognitives pouvant être pertinentes dans les troubles du neurodéveloppement.

CHAPITRE 3.

INTERVENTIONS COGNITIVES : COMPOSANTES, CRITERES ET PROCEDURES

Au sein de ce chapitre, nous allons aborder les critères permettant l'établissement d'un protocole d'intervention cognitive. Celui-ci se base en effet sur un certain nombre de données et de composantes permettant ainsi de modeler le type, les objectifs et le contenu d'une telle intervention. Les principes généraux seront déclinés en premier, permettant ensuite d'aborder des procédures plus spécifiques.

3.1. Principes généraux : entre bilan, objectifs et méthodologie

L'élaboration d'un protocole d'intervention cognitive repose en premier lieu sur l'objectivation des déficits cognitifs éventuels à l'aide d'une évaluation neuropsychologique.

3.1.1. Le bilan comme socle de l'intervention cognitive

Le bilan neuropsychologique initialement réalisé revêt un double objectif : un objectif diagnostique permettant le repérage des déficits cognitifs (comme évoqué lors du chapitre précédent), ainsi qu'un objectif thérapeutique visant l'établissement d'une intervention cognitive repérée comme cible lors du bilan (Duboc & Peyroux, 2012). Les objectifs de l'intervention sont donc établis sur la base de la qualité du bilan initial (Seron & Van Der Linden, 2016). Ce dernier s'établit à l'aide d'outils psychométriques standardisés, fidèles (avec une stabilité des résultats entre les différentes évaluations), valides (se référant aux modélisations théoriques de la cible de l'outil) et sensibles (permettant de détecter des changements lors de pathologies ou au cours du développement). L'évaluation s'attachera à examiner non seulement les fonctions, mais également les procédures, les signes cliniques et la cohérence cognitive du bilan par rapport à la situation concrète de la vie du patient dans son

environnement. Le choix des tests chez l'enfant en vue d'une intervention cognitive se trouve donc être une étape particulièrement importante, nécessitant une pratique et une connaissance précise des outils. Le profil de résultats obtenu permet de mettre en exergue un profil cognitif habituellement composé de points forts et de points faibles. Leur identification est essentielle tant pour la validation diagnostique, car elle permet d'objectiver si un réel déficit spécifique existe (par exemple un dysfonctionnement affectant les fonctions attentionnelles et/ou exécutives), que pour la démarche de diagnostic différentiel. La reconnaissance du profil points forts-points faibles permet également pour le patient et sa famille d'identifier les stratégies à privilégier et les situations à risque. Les résultats obtenus au bilan peuvent donc être directement convertis en objectifs écologiques tels que, dans le cas du TDAH par exemple, favoriser le placement au premier rang en classe (pour alléger la situation d'attention sélective et éviter la surcharge d'informations) ou limiter le temps de devoirs en fin de journée.

Les objectifs généraux de la prise en charge sont donc directement établis en fonction des résultats du bilan et de l'objectivation du profil cognitif et des stratégies. Ils sont synthétisés ci-après (Seron & Van Der Linden, 2016).

Tableau n°3.1. : Bilan cognitif et objectifs généraux selon Seron et Van Der Linden et proposition de leur possible transfert dans le TDAH

Objectifs généraux selon Seron et Van Der Linden	Illustration dans le TDAH
<i>Décrire les buts à atteindre en des termes comportementaux clairs et réalistes</i>	Compte tenu de l'aspect neurodéveloppemental et de la durabilité du TDAH, une normalisation ne peut pas être considérée comme un objectif réaliste. Ces buts comportementaux peuvent par exemple concerner la diminution des oublis en classe
<i>Déterminer le niveau de base de la performance pour ces différents buts</i>	Niveau de base déterminé par le bilan et par des mesures écologiques (nombre d'oublis par semaine par exemple)

<i>Déterminer en termes mesurables le niveau de performance qui indiquera que les buts ont été partiellement ou entièrement atteints</i>	Avec le patient et la famille, déterminer par exemple un nombre d'oublis acceptable après la prise en charge, et évaluer ce nombre d'oublis en fin de prise en charge
<i>Mettre en place, de façon personnalisée, différents types d'interventions permettant d'atteindre les buts, en adoptant les techniques et méthodes appropriées au profil et aux préférences du patient</i>	Envisager différentes procédures interventionnelles dans le TDAH adaptées à l'âge
<i>Proposer des exercices pratiques à domicile à favoriser dans la vie quotidienne</i>	Transfert des stratégies mises en place en séances au domicile
<i>Impliquer, quand cela est possible, une personne proche dans le processus de revalidation</i>	Présence des parents dans le schéma d'intervention
<i>Contrôler de façon régulière les progrès et ajuster les interventions si nécessaire</i>	Evaluation en cours d'intervention
<i>Prêter une attention particulière aux réponses émotionnelles de la personne (et de ses proches) et aux dimensions contextuelles des interventions</i>	Prendre en compte les autres dimensions impliquées dans le TDAH, notamment afin de pouvoir orienter le patient vers un autre professionnel, psychologue clinicien par exemple
<i>Evaluer les résultats des interventions et décider si une autre étape de la revalidation doit être mise en place</i>	Séquentialiser les étapes d'intervention et les objectifs

Pour sélectionner et formaliser ces objectifs partagés avec le patient, l'élaboration d'un contrat écrit peut être réalisé engageant ainsi le patient, sa famille et le praticien. Ce document permet de fixer de manière explicite la durée, le terme, les objectifs et les mesures dans une conception partagée et co-active.

Parmi les objectifs cliniques généraux utilisés dans les troubles du neurodéveloppement, on peut également citer les principes clés à favoriser lors d'une intervention en langage, traduits par Maillart, Desmottes, Prigent & Leroy (2014) :

- l'intensité : importance de la fréquence de l'intervention (par exemple, le nombre de séances hebdomadaires)
- l'engagement actif : soutenir l'intérêt du patient pendant l'intervention
- le feed-back cognitif : fournir un retour sur les productions du patient

- le renforcement : lier une réponse correcte à des conséquences positives
- la répétition : fournir de nombreuses occasions de traitement de la cible
- le recours à la pratique distribuée : fractionner les périodes d'entraînement
- la spécificité : relier l'entraînement au profil cognitif du patient, revenant à mettre en place un entraînement individualisé
- le contrôle de la complexité : introduction de la zone proximale de développement, afin de tenir compte des possibilités du patient à atteindre les objectifs grâce à un apprentissage, des aides ou un étayage
- minimiser les réponses erronées : faciliter l'apprentissage sans erreur
- travailler avec les schémas : introduire des séquences d'action

Le bilan initial conduit ainsi à déterminer les objectifs interventionnels généraux (niveaux de base, répercussions...) et le schéma du protocole (intensité, fractionnement...). Les mesures obtenues à ce bilan devront également tenir compte du design méthodologique pour l'évaluation de l'intervention elle-même. Afin d'évaluer les effets de celle-ci, les mesures se réfèrent habituellement à un paradigme de type ABA. La première phase (A) représente les mesures pré-interventionnelles, la seconde (B) l'intervention en elle-même, et la dernière (A) le retour aux mesures. Ce design méthodologique de type ABA est utilisé en routine clinique sous les termes de *ligne de base* permettant ainsi l'évaluation des pratiques et du bénéfice éventuel de l'intervention.

3.1.2. Bilan cognitif et lignes de bases

L'objectif des lignes de bases est d'introduire une mesure lors de l'intervention cognitive, effectuée avant et après l'intervention, permettant ainsi d'évaluer celle-ci. Différents types de lignes de bases peuvent être considérés :

- les lignes de bases visant les fonctions cognitives : les mesures peuvent concerner directement les fonctions cognitives cibles (ligne de base spécifique) ou des fonctions non ciblées par l'intervention (nommée alors ligne de base aspécifique), la comparaison de ces mesures permettant alors d'apprécier les effets spécifiques de l'intervention.
- les lignes de bases temporelles : l'introduction d'un traitement ou d'une intervention est décalée temporellement entre les différents patients (ou pour différentes

interventions pour le même patient) permettant d'observer la convergence éventuelle entre l'évolution des mesures et l'introduction du traitement

Par ailleurs, les lignes de bases intègrent une mesure de stabilité, avec par exemple deux mesures stables du déficit cognitif avant l'intervention. Ces lignes de base concernent principalement l'étude de cas unique mais peut également servir de cadre paradigmatique pour une étude de groupe. La mesure de la stabilité et la ligne de base aspécifique sont ainsi utilisées dans notre étude. Plus largement, le bilan et les lignes de base s'intègrent dans une démarche méthodologique destinée à améliorer le niveau de preuve des rééducations cognitives.

3.1.3. Méthodologie et risques dans la rééducation

Pour améliorer le niveau de preuve, la méthodologie doit prendre en considération un certain nombre de risques inhérents à l'intervention elle-même. Afin de limiter les biais, les effets non prévus, les facteurs confondants et afin d'asseoir les niveaux de preuves, la rééducation cognitive doit ainsi intégrer, au sein de son design, des critères méthodologiques, tant dans les études de cas que dans les études de groupe (Krasny-Pacini & Chevignard, 2017). Parmi ceux-ci, nous citerons :

- l'effet retest, soit une augmentation de la mesure due à l'utilisation répétée du même test
- l'effet développemental, soit une augmentation des résultats en lien avec le développement spontané du sujet (particulièrement dans les troubles du neurodéveloppement)
- les effets normatifs, de conformité sociale et de désirabilité sociale induisant un changement chez un sujet pour se conformer aux attentes du groupe de référence (impact sur les réponses à un questionnaire par exemple)
- l'effet prise en charge, soit une amélioration du patient grâce à la seule action de prise en charge comparativement à l'absence d'une prise en charge
- l'effet thérapeute, soit des effets en lien avec les compétences et la personnalité du thérapeute, soit correspondant à la croyance du thérapeute lui-même
- l'effet nouveauté, principalement en lien avec l'introduction d'un nouveau traitement qui provoquerait une nouvelle dynamique d'apprentissage ou de développement

- les effets non contrôlés, tels que par exemple la réalisation d'une autre intervention inconnue de l'expérimentateur ou du praticien (ou l'introduction d'un traitement, d'un changement d'alimentation, de sommeil...) concomitante avec la rééducation évaluée
- l'effet lieu, correspondant à l'impact du lieu d'intervention, comme par exemple l'effet de lieu entre une intervention dans un centre de recherche, à l'hôpital ou dans un cabinet libéral
- les facteurs intrinsèques au sujet correspondant à son état interne
- les biais de confusion (erreurs dans la mesure entre le facteur étudié et le critère de jugement), les biais de mesure (erreurs systématiques dans les tests cognitifs), les biais de non réponse ou de motivation (correspondant aux patients qui ne souhaitent pas participer à une étude ou une rééducation), le biais de sélection des sujets (sujets non représentatifs d'une population)
- les facteurs confondants induisant une erreur dans les liens statistiques entre un facteur étudié et une pathologie par exemple
- les risques d'erreur statistique, parmi lesquels le risque alpha qui conclut à tort qu'une rééducation est efficace alors que la différence est due au hasard, et le risque beta qui conclut à tort à l'absence d'effet par manque de puissance (échantillon trop petit par exemple)

Ces principes généraux indiquent que le design même de l'intervention cognitive doit prévoir un certain nombre de critères à mettre en place afin d'améliorer son niveau de preuve et de se prémunir des effets et des biais inhérents à ces rééducations.

A la suite de ces principes généraux en rééducation cognitive mettant en avant le bilan initial, les lignes de base et des risques méthodologiques, nous allons aborder les différentes procédures rééducatives à utiliser en cas de troubles cognitifs, qui serviront de socle dans l'élaboration d'un protocole de rééducation.

3.2. Les procédures rééducatives

Au sein de la rééducation cognitive, différentes procédures de rééducations cognitives peuvent être identifiées et envisagées (Seron & Van Der Linden, 2016) :

- ❶ les stratégies visant le rétablissement d'une fonction cognitive,
- ❷ celles permettant une réorganisation en optimisant les fonctions préservées,
- ❸ et enfin un aménagement de l'environnement et le recours aux aides externes.

Bien que présentant des zones de recouvrement, ces trois stratégies ciblent des procédures bien distinctes. La première stratégie vise directement l'amélioration d'une ou plusieurs fonctions cognitive(s) identifiée(s) comme déficitaire(s) par le bilan initial. Il s'agit par exemple de soutenir, stimuler, répéter, entraîner certaines cibles cognitives spécifiques en lien avec des modélisations théoriques. En évitant la stimulation cognitive globale, cette procédure précise quel module ou sous-composante pourrait bénéficier d'un programme de rééducation (par exemple, une stimulation de la boucle phonologique avec récapitulation articulatoire subvocale permettant de réactiver des informations verbales en mémoire de travail auditivo-verbale (Majerus, 2016)). Par son action directe, elle est également dénommée rééducation ou restauration. La seconde s'attache au contraire à optimiser les fonctions préservées ou à utiliser les procédures efficaces mais peu utilisées. L'objectif visé est, dans ce cas, une réorganisation fonctionnelle à l'aide de stratégies compensatoires. Le recours à l'image mentale auprès de patients avec des difficultés de mémoire verbale ou l'utilisation des capacités de communication non verbales dans la situation d'un trouble du langage oral en sont des exemples typiques. Enfin, les actions interventionnelles peuvent viser un troisième axe, relatif à l'aménagement de l'environnement, à la substitution et au transfert des difficultés sur un support externe. Le principe de cet axe ne vise pas directement la fonction déficitaire, mais la limitation de ses répercussions à l'aide d'une « prothèse mentale » ou prothèse cognitive (Seron & Van Der Linden, 2016). Les carnets mémoire, les pictogrammes ou les applications de rappel en sont des illustrations.

Ces stratégies, sélectionnées en amont de la prise en charge, sont déterminées en fonction du patient, de son âge, du contexte étiologique, des contraintes environnementales et des perspectives de développement du patient. L'analyse fine des déficits cognitifs et de leur possibilité réaliste d'amélioration conduit également à utiliser telle ou telle stratégie. Par exemple, dans certaines situations difficiles pour le jeune patient, les aménagements de l'environnement constitueront la priorité de l'intervention afin d'alléger rapidement l'impact des déficits cognitifs sur la qualité de vie, les relations sociales et les apprentissages. Certains auteurs (Mazeau, 2010) considèrent que cet axe est largement prioritaire dans la rééducation des troubles du neurodéveloppement, alors que l'entraînement, tel que des répétitions ou des exercices visant largement les fonctions déficitaires, serait peu bénéfique.

La sélection de telle ou telle stratégie peut également conduire à utiliser différents termes pour désigner l'intervention, comme par exemple rééducation, réhabilitation, réadaptation, remédiation, prise en charge, entraînement ou exercices (déjà évoqués en chapitre 1.3.) bien

que cette dénomination soit parfois utilisée de façon générale ou imprécise. A ce sujet, on observe que chez l'enfant, les termes de rééducation et de remédiation sont les plus usités (Deforge, 2011). Ce dernier terme, plus précisément appelé remédiation cognitive, englobe un ensemble de moyens et de stratégies visant non seulement les déficits cognitifs, mais aussi les stratégies alternatives (de réorganisation ou d'outils externes) permettant d'exploiter les fonctions préservées (Franck, 2012 ; Paour, Bailleux & Perret, 2009 ; Deforge, 2011). Dans une approche constructiviste, la remédiation cognitive fait référence à deux cibles cognitives principales : les processus de traitement de l'information et la métacognition, qui vont être analysés dans les parties suivantes.

3.3. Le traitement de l'information comme support pour les interventions cognitives

Les théories de traitement de l'information se réfèrent aux étapes grâce auxquelles un individu traite les informations extérieures. Il s'agit d'un système d'entrée et de sortie permettant le filtrage des informations, à l'origine de procédures cognitives (Atkinson & Shiffrin, 1968, cités par Fortin et Rousseau, 2015) comme illustré dans le schéma suivant.

Schéma n°3.1. : Traitement des informations



Selon la phase et le sens du traitement des informations, deux stratégies émergent :

- *les stratégies Bottom Up*, qui font référence au traitement des informations de bas niveau en utilisant les informations sensorielles et perceptives. Il s'agit d'une activation répétée permettant l'augmentation des capacités (Deforge, 2011). Sur le plan interventionnel, ces stratégies, encore appelées spécifiques au domaine, visent la manipulation et la répétition des informations afin de générer des représentations cognitives élaborées et de restaurer les fonctions déficitaires par le biais d'une réorganisation fonctionnelle et structurelle.
- *les procédures Top Down*, qui concernent l'impact que pourrait exercer les représentations cognitives de haut niveau (Top) sur les processus sensorimoteurs (Down). Ces procédures visent les capacités d'auto-régulation et une prise de conscience des difficultés (Deforge, 2011). En rééducation, il s'agit d'utiliser les informations du sujet sur son propre

fonctionnement afin d'influencer sa perception. Chez l'enfant, cette démarche est illustrée par les stratégies métacognitives impliquant la connaissance par le patient de son propre fonctionnement afin de mettre en place des stratégies alternatives. Ces deux stratégies sont illustrées dans la représentation suivante.

Schéma n°3.2. : Traitement de l'information et stratégies rééducatives

Action de « bas niveau » (bottom up) en utilisant les informations perceptives pour analyser l'environnement (démarche rééducative)



Action de « haut niveau » (top down) en utilisant les connaissances du sujet sur son propre fonctionnement afin d'influencer la perception (démarche métacognitive)



La première action vise des procédures de bas niveau, très ciblées, automatiques, fréquemment représentées lors de rééducations de type répétition. Son bénéfice principal se situe au niveau de l'automatisation de cette action grâce à la répétition, alors que le désavantage concerne le faible transfert de ces actions dans différentes situations.

La seconde action permet la mise en œuvre de stratégies alternatives qui peuvent être appliquées à un ensemble de situations, mais nécessite un fort coût cognitif et présente des difficultés pour être automatisées.

Présentant des objectifs distincts, des avantages et des limites, ces stratégies bottom up et top down seraient à l'avenir, selon Seron et ses collègues (2008), à combiner dans les approches thérapeutiques.

Concernant le TDAH, un modèle reliant ce trouble et le traitement de l'information a été proposé par Sergeant (2000). Nommé modèle cognitif-énergétique, il est identifié par cet auteur par des facteurs de traitement et des facteurs d'état. Dans ce modèle, un ensemble de processus de bas niveau est proposé : l'encodage, le traitement central et l'organisation de la réponse. Dans le TDAH, des difficultés seraient situées lors de l'organisation motrice de la réponse occasionnant une hyperactivité. Un deuxième niveau de ce modèle se présente sous le terme *énergétique* ou de *ressources disponibles* comprenant l'excitation, l'activation et

l'effort. A ce niveau, les déficits primaires du TDAH seraient associés à cette activation et à l'effort. Un troisième niveau du modèle de traitement de l'information utilisable dans le TDAH contiendrait un système de gestion ou de fonction exécutive. Différents niveaux de traitement de l'information seraient ainsi représentés dans ce modèle.

Les théories de traitement de l'information peuvent donc alimenter la compréhension du TDAH et les stratégies à mettre en œuvre en rééducation cognitive. Elles permettent également d'introduire les stratégies métacognitives, fréquemment utilisées lors de ce trouble.

3.4. La métacognition

La dimension métacognitive, sollicitée dans les approches Top Down, est définie comme un processus de compréhension de ses propres cognitions (Snow, 2016). Selon Flavell (1987), elle se réfère aux connaissances que l'on a de son propre fonctionnement et au contrôle que l'on peut exercer sur celui-ci. Il existe donc un axe déclaratif (les connaissances) et procédural (le contrôle exercé). Pintrich (2002) distingue trois types de méta-connaissances :

- les connaissances qu'une personne possède à propos de son propre fonctionnement
- les connaissances des caractéristiques d'une tâche
- les connaissances des stratégies possibles pour résoudre une tâche

Ces compétences métacognitives, en lien avec les capacités d'auto-régulation et de contrôle, sont ainsi étroitement liées aux fonctions exécutives et aux stratégies cognitives, telles qu'une stratégie de classification ou de compréhension, facilitant ainsi le développement cognitif global. La métacognition, comme support à l'intervention cognitive, vise donc principalement la prise de conscience des déficits et le développement des stratégies d'autorégulation. Dans le TDAH, le but de la stratégie métacognitive s'applique afin de favoriser le développement d'habiletés d'auto-régulation (discours interne, contrôle de l'impulsivité, résistance à la distraction et exécution séquentielle). Selon Büchel et Paour (2005), la prise de conscience métacognitive est un élément essentiel et préalable à toute intervention cognitive permettant ainsi de mettre en place les stratégies, préalable que l'on peut également observer dans les projets d'éducation thérapeutique.

Permettant d'évaluer les connaissances du patient à propos de son trouble, de son profil cognitif et de sa plainte, cette phase peut s'apparenter à celle observée en rééducation neuropsychologique chez l'adulte qui débute avec une phase prenant en compte l'anosognosie, c'est-à-dire la reconnaissance (ou la méconnaissance) des difficultés cognitives

présentées par le patient. Constituant un préalable essentiel à l'alliance thérapeutique et à un partage des objectifs, cette phase initiale active revêt une importance particulière.

Ces principes généraux, les procédures rééducatives et le traitement de l'information sont autant de notions permettant d'élaborer, de sélectionner et d'analyser les interventions cognitives dans le TDAH. Pour compléter cette grille de lecture, nous allons aborder la notion de validité et de cohérence cognitive, permettant d'envisager une rééducation fondée sur la pertinence des mesures, sur des modélisations et sur une cohérence développementale.

3.5. Procédures cognitives et possibilités dans le TDAH : vers une validité cognitive

Au regard de toutes ces procédures, se pose la question du choix du type d'intervention, choix pouvant s'appuyer sur des notions de pertinence, de cohérence et de validité.

3.5.1. Pertinence et cohérence développementale des choix rééducatifs

Au sein de ces possibilités interventionnelles, l'âge, la cohérence développementale, le contexte pathologique (lésionnel, développemental...), la validation scientifique des outils, le profil cognitif du patient (et notamment la notion de réserve cognitive) seront autant de facteurs déterminants pour le choix des procédures. Pour les distinguer, le modèle Paediatric Neurocognitive Interventions (modèle PNI) permet ainsi de sélectionner les priorités de prise en charge en fournissant une approche systématique afin de fournir et d'évaluer les soins appropriés, tout en minimisant les obstacles à la progression. Ce modèle souligne le rôle du développement et de la maturation cognitive dans la planification de la réhabilitation (Limond, Adlam, & Cormack, 2014), en élaborant des objectifs cohérents avec l'âge et le développement de l'enfant.

Pour sélectionner des objectifs pertinents et cohérents avec la vie du patient, l'échelle GAS (Goal Attainment Scaling) permet de déterminer une intervention en fonction des objectifs partagés avec le patient. Elle consiste à « définir un objectif de rééducation, choisir un comportement observable témoignant du degré d'atteinte de cet objectif, définir le niveau initial (avant traitement) du patient vis-à-vis de cet objectif, définir cinq niveaux d'atteinte de cet objectif, correspondant à une progression de « pas de changement » à « meilleur résultat espéré », fixer un délai pour évaluer le patient sur cet objectif, et évaluer le patient après le délai fixé et calculer un score global d'atteinte des objectifs de rééducation » (Krasny-Pacini, Hiebela, Paulyb, Godonb, & Chevignard, 2013). L'intérêt de cette échelle, tant en clinique qu'en recherche, est de lister les étapes nécessaires pour parvenir à un but et de décliner des

objectifs réalistes et pertinents pour le patient. Sur le plan cognitif, si l'objectif fixé concerne par exemple globalement une amélioration attentionnelle, les situations cibles, les fonctions attentionnelles et les étapes séquentielles seront ainsi précisées.

3.5.2. Validité de la rééducation cognitive

La notion de validité, traitée ici sous l'angle de la psychométrie, contribue également à l'analyse épistémologique du contenu d'un outil. Habituellement employée pour les outils d'évaluation, l'utilisation des critères de validité permet, dans ce travail, une grille de lecture du contenu des rééducations cognitives. Parmi les différents critères, on décline habituellement les suivants (Hogan, 2017) :

- la validité de contenu, qui concerne la relation existant entre le contenu d'un outil et certains domaines définis préalablement, comme la connaissance ou le comportement. Il s'agit par exemple de vérifier la correspondance entre un test et ce qu'il est sensé mesurer. La définition précise et rigoureuse du domaine est donc pré-requise à l'élaboration de l'outil. Ainsi, si l'outil, évaluatif ou thérapeutique, vise les fonctions attentionnelles, il sera alors nécessaire de définir quelles sont les fonctions attentionnelles visées. La validité de contenu est un point particulièrement sensible dans les études en rééducation cognitive, notamment au sein des méta-analyses dans lesquelles les contenus hétérogènes voire disparates ne concourent pas à l'amélioration de cette validité.

Au sein de cette validité, on pourra également mentionner la validité didactique qui permet de vérifier si le contenu et les référentiels de l'outil ont bien été enseignés aux utilisateurs, et notamment si ces utilisateurs ont reçu la formation adéquate et suffisante à son utilisation. Dans notre thématique de recherche, on peut constater que la validité didactique n'est pas un point mentionné dans les études.

- la validité de construit : ce type de validité vise à s'assurer que l'outil construit offre une mesure adéquate du modèle théorique sur lequel il s'appuie. Pour vérifier cette validité de construit, l'outil doit montrer une cohérence avec les outils concernant la même dimension. La cohérence peut être montrée par une analyse factorielle ou par des changements développementaux ; concernant l'analyse factorielle, un outil de rééducation visant l'attention sélective bénéficiera d'une validité de construit si les bénéfices obtenus grâce à cet outil sont corrélés à ceux obtenus avec un autre outil. Concernant les changements développementaux, la validité de construit sera montrée

si l'outil reflète les augmentations développementales habituelles. A notre connaissance, les études en rééducation sur le TDAH ne comparent pas leurs résultats avec ceux obtenus par d'autres outils de rééducation, peut-être en lien avec le manque de matériels.

- la validité de convergence renvoie à la corrélation élevée entre un outil et les critères devant mesurer le même construit que celui du test (il existe également la validité divergente, ou discriminante, utilisée à l'inverse pour montrer qu'un outil n'est pas en relation avec le domaine visé). Pour un test, on utilise la validité de convergence en montrant qu'une forte relation existe entre un nouvel outil visant la mémoire de travail et un test plus ancien ayant déjà montré sa validité.
- la validité de conséquence peut également être mentionnée dans le cadre de ce travail. Il s'agit des conséquences des usages et interprétations de l'outil en question. Ce concept renvoie aux conséquences (visées ou non) de l'utilisation d'un outil et vise à déterminer quelles sont les implications liées à l'usage de celui-ci. Concernant le domaine de la rééducation cognitive, cette validité pourrait s'inscrire dans des optiques cliniques : que résulte-t-il de l'utilisation de cet outil ? un effet de transfert est-il observé ? est-il utilisé pour la population visée initialement ? un glissement entre outil pour la rééducation ou outil pour l'amélioration à tout public est-il observé ?

L'intérêt de la démarche de validité s'inscrit probablement dans une validité relative voire dans un gradient de choix dans la structuration des outils de rééducation. Sans prétendre parvenir à sa maîtrise dans ce travail doctoral, nous garderons en fil conducteur cette notion de validité pour l'étude du contenu des interventions dans le TDAH.

Après cette présentation des critères de validité à considérer lors de l'élaboration des protocoles d'intervention cognitive, nous allons ensuite aborder la prise en charge des répercussions des troubles cognitifs au quotidien du sujet, objectif majeur inhérent à ces interventions.

3.6. Interventions cognitives et environnement au travers de la réglementation

Se référant à la distinction de l'OMS entre déficits (au niveau de l'organe ou des processus cognitifs), incapacités (au niveau de la personne avec réduction de la capacité à réaliser une activité habituelle), et handicaps (au niveau de la société qui ne permet pas l'accomplissement

d'une activité), l'intervention cognitive doit différencier ces différents axes afin d'adapter ses objectifs. En effet, l'intervention peut viser le déficit, qui renvoie au dysfonctionnement cognitif, l'incapacité, qui vise les conséquences du déficit dans des tâches cognitives spécifiques, et enfin le handicap, qui se réfère aux difficultés d'adaptation du patient dans les situations courantes (Seron & Van Der Linden, 2016). Ce modèle tridimensionnel permet de déterminer des cibles réalistes et adaptées lors de l'intervention cognitive. Sur le plan attentionnel par exemple, un déficit de l'inhibition peut être identifié, impactant ainsi la réalisation de devoirs dans une classe, situation nécessitant d'inhiber de nombreuses informations (incapacité), et le handicap renverra aux conséquences de cette incapacité (conséquences de la réalisation imparfaite des devoirs). La CIF (2001) précise ces dimensions relatives à la santé de l'individu et décrit « des situations relatives au fonctionnement humain et aux restrictions qu'il peut subir » (page 7). Elle permet de caractériser les répercussions des déficits cognitifs sur le plan des activités de la personne, de la participation d'une personne à des activités, des limitations d'activité subies par la personne dans l'exécution des activités, des restrictions de participation qui désignent les problèmes rencontrés par une personne dans son implication dans la vie réelle, et celles des facteurs environnementaux, c'est-à-dire l'environnement physique, social et l'attitude des personnes.

Concernant les répercussions de troubles cognitifs, *la loi pour l'égalité des droits et des chances, la participation et la citoyenneté des personnes handicapées* (2005) permet notamment d'accompagner les enfants porteurs d'un trouble cognitif directement dans leur environnement. Il s'agit par exemple d'assurer l'accès de tous à une scolarité ordinaire en s'adaptant aux besoins spécifiques consécutifs aux altérations d'une ou plusieurs fonctions (dont les fonctions cognitives). Dans ce cadre, des aménagements pédagogiques peuvent être mis en place en présence d'un TDAH. Par ailleurs, depuis décembre 2014, la Haute Autorité de Santé recommande, dans le suivi des enfants porteurs d'un TDAH, la mise en place de mesures d'accompagnement scolaire avec des aménagements pédagogiques adaptés aux difficultés de l'enfant (Philip, 2014). Ces aménagements visent à contourner le trouble attentionnel en allégeant la charge attentionnelle requise en classe. Ils peuvent donc par exemple concerner une diminution des devoirs, un fractionnement des consignes ou du travail, des pauses régulières ou un placement au premier rang en classe.

Prenant en compte le patient dans l'élaboration du projet de soin dans une démarche globale et intégrative, nous allons aborder une proposition pour associer ces différents axes dans l'élaboration d'un protocole d'intervention cognitive.

3.7. Evidence based cognitive rehabilitation

Comme nous venons de le voir, différents critères préexistent à la réalisation d'un protocole d'intervention cognitive. Les interventions qui prennent en compte la validité dans une construction partagée avec le patient se rapprochent de la démarche d'*evidence based medicine* appelée dans le champ de la neuropsychologie *Evidence-based research and practice in clinical neuropsychology* (Chelune, 2010).

La médecine basée sur les preuves s'attache à intégrer trois axes dans la prise de décisions concernant les soins aux patients (Sackett, 1997). Elle intègre ainsi :

- le meilleur taux de preuves scientifiques, par une lecture de la littérature scientifique en prenant en compte les différents niveaux de preuve (revue systématique d'essais contrôlés randomisés, essais contrôlés randomisés, étude de cohorte, cas témoins et enfin opinions d'experts), leur évaluation critique et leur intégration dans la pratique
- l'expertise clinique individuelle, c'est-à-dire, la compétence et le jugement que les cliniciens individuels acquièrent grâce à l'expérience et à la pratique cliniques. L'expertise clinique comprend également son auto-évaluation, notamment grâce à la prise en compte des biais de jugement et d'interprétation, et la spécificité de la pratique du clinicien (biais de recrutement de sa population clinique)
- les préférences des patients, individuellement, dans la prise de décisions cliniques au sujet de leurs soins. Dans une perspective intégrative, les besoins, les projets, les répercussions, les possibilités, les valeurs, le système culturel et social de chaque patient concourent ainsi à la prise de décision.

Ce système tripartite représente un processus d'apprentissage et auto-évaluatif du professionnel tout au long de sa pratique, modelé par les travaux scientifiques et le patient. De part son caractère transversal, cette approche conciliant recherche, clinique et place du patient a été utilisée par de multiples champs disciplinaires. En psychologie, neuropsychologie, et pédopsychiatrie, l'introduction de cette démarche fondée sur des preuves constitue un réel enjeu, parfois épineux car remettant en question des pratiques, croyances ou habitudes (rapport INSERM sur l'évaluation des psychothérapies, 2004). Sur le plan cognitif et développemental, malgré une place importante des rééducations dans les projets de soins des enfants, le niveau de preuve est un point sensible ; l'expertise INSERM (2007) concluait ainsi sur les programmes de prise en charge dans les troubles d'apprentissage :

« La plus grande prudence est requise vis-à-vis de tous les traitements préconisés pour la dyslexie et les troubles des apprentissages, la plupart n'ayant pas été évalués

scientifiquement, ou ayant été évalués mais donnant des résultats peu différents d'un placebo. Même les méthodes orthophoniques classiques souffrent d'une absence regrettable d'évaluation scientifique. Seules quelques-unes d'entre elles (fondées sur la rééducation des capacités phonologiques et de la lecture) ont été formalisées, structurées et évaluées et ont ainsi pu être validées scientifiquement ».

Le niveau de preuve dans les rééducations cognitives au sein des troubles du neurodéveloppement constitue donc un point à améliorer, celles-ci se référant actuellement principalement à l'expérience clinique et à l'approche empirique. Le besoin de structuration et d'amélioration de ces pratiques constitue donc une perspective fondamentale et gagnerait à utiliser comme support paradigmatique l'evidence based practice.

Dans la littérature internationale, cette démarche est relevée dans les publications en psychologie, neuropsychologie et psychologie cognitive. En 2016, Miller et Gates soulignent le besoin majeur, au sein des interventions neuropsychologiques, d'une démarche fondée sur des preuves combinant les meilleures données de recherche, l'expertise clinique et les souhaits des patients. Les auteurs mentionnent également l'important décalage entre une formation solide en évaluation cognitive comparativement à la formation reçue sur les techniques d'intervention cognitive, et citent que seuls 48% des neuropsychologues aux Etats-Unis reçoivent une formation spécifique sur l'intervention cognitive. A notre connaissance, aucune donnée n'est disponible en France sur ce manque de formation relatif aux rééducations cognitives.

Intégrée par l'American Psychological Association (2006) définissant l'evidence based psychological practice au sein de ses pratiques, Spring (2007) fait état de l'intérêt de cette démarche, notamment afin de viser le besoin majeur de formations supplémentaires chez les psychologues pour incorporer des preuves dans leur domaine clinique en engageant activement les patients dans une prise de décision partagée. L'auteure décline les besoins de formation dans les domaines de la méthodologie, de la lecture des rapports d'essais cliniques, des revues systématiques, des stratégies de recherche, et des mesures objectives et centrales évaluant les préférences des patients.

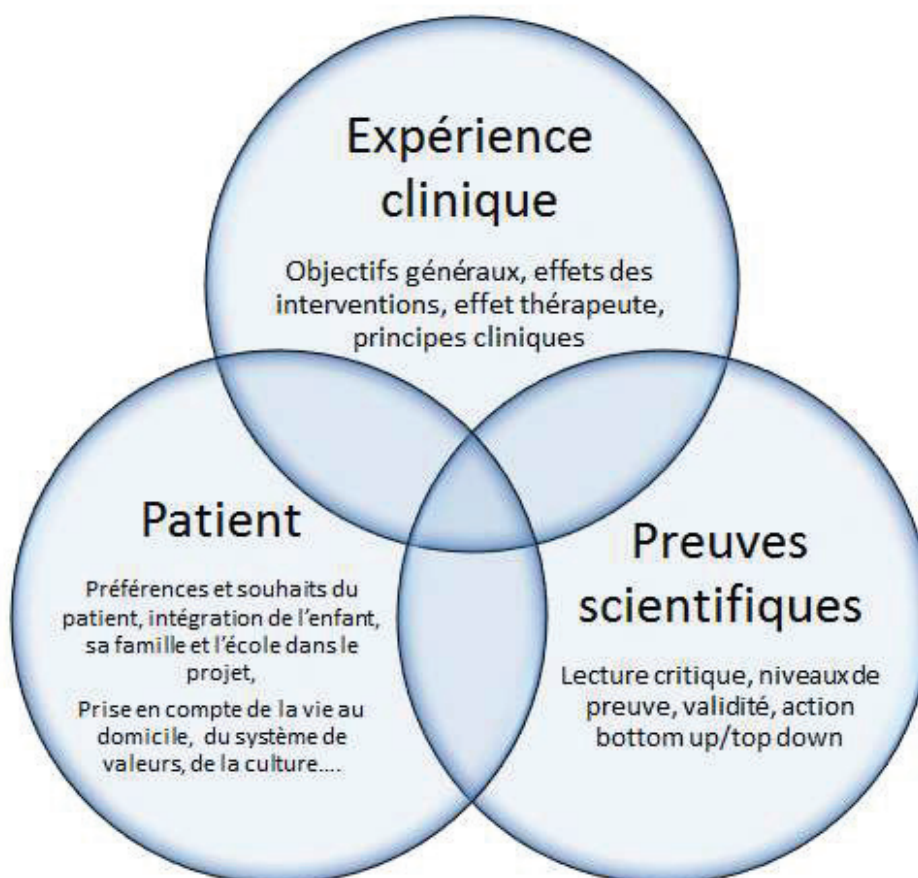
L'intégration de l'evidence based medicine en neuropsychologie fait quant à elle l'objet d'un article fondateur de Chelune (2010) qui propose de la nommer EBCNP (evidence-based clinical neuropsychological practice). Il insiste sur la reconnaissance des résultats cliniques, des études de cas, des suivis à long terme et de l'harmonisation des mesures de jugement, et conclut en proposant une association des pratiques et de la recherche sous les termes :

« advocating for EBCNP : the marriage of science and practice » pour une démarche intégrative de recherche dans le champ de la clinique.

Dans le champ du TDAH, cette démarche est également évoquée, notamment sur le plan de l'évaluation (Frazier, Youngstrom & Hamilton, 2006), afin d'intégrer différentes sources d'information, principalement dans l'approche bibliographique. Elle peut également servir de grille de lecture pour présenter les différentes évaluations et interventions dans le TDAH (Reddy, Newman & Verdesco, 2015).

Identifiée dans les publications internationales en neuropsychologie depuis quelques années, cette pratique fondée sur les preuves, cliniquement pertinente, et construite avec le patient, constitue donc une perspective en tant qu'outil d'aide à l'amélioration des pratiques en rééducation cognitive dans les troubles du neurodéveloppement, telle qu'elle peut être proposée dans le schéma ci-après.

Schéma n°3.3.: Proposition de synthèse de l'Evidence based practice en neuropsychologie de l'enfant



3.8. Composantes, critères et procédures au sein des interventions cognitives dans le TDAH

La présentation de ces critères, composantes et procédures à prendre en compte lors des interventions cognitives permet de concevoir une grille de lecture afin d'examiner les rééducations cognitives dans le TDAH. Cette grille de lecture permet d'identifier les axes utilisés dans le TDAH, et notamment les procédures de rééducation visant directement une fonction cognitive, la remédiation cognitive et métacognitive - englobant un ensemble de procédures top-down - et les outils externes.

✓ Protocole visant directement les fonctions cognitives

Au sein des interventions cognitives dans le TDAH, on observe une majorité de travaux sur la mémoire de travail (*ADHD+working memory+training* in *pubmed* juin 2017 : 200 entrées, comparativement à la même recherche avec inhibition (122 entrées)). Les travaux concernant la rééducation de la mémoire de travail sont principalement marqués par l'introduction de l'outil *Cogmed* (Klingberg, 2012). Cet outil informatisé permet une formation intensive et adaptative en mémoire de travail visuo-spatiale et auditivo-verbale. Trois niveaux adaptés à l'âge de l'enfant sont proposés afin d'entraîner la mémoire de travail à l'aide d'exercices de niveau croissant. Il s'agit d'exercices de répétition et d'augmentation de la charge en mémoire de travail, soit une action cognitive directe. Néanmoins, l'application d'évidence based treatment pour évaluer l'efficacité à court terme et à long terme de *Cogmed* (Chacko, Feirsen, Bedard, Marks, Uderman & Chimiklis, 2013 ; Dongen-Boomsma, Vollebregt, Buitelaar, & Slaats-Willemse, 2014) montre des résultats mitigés concernant le bénéfice de cet outil dans le TDAH (résultats divergents entre les études), voire l'absence de différences entre groupe *Cogmed* et groupe placebo, ainsi que le manque de modélisations cognitives concernant les processus thérapeutiques. La validité de construit entre les modèles du TDAH et la mémoire de travail reste à améliorer, ainsi que la notion de transfert des acquis dans l'environnement du patient. Concernant les fonctions attentionnelles *strico-sensu*, les travaux de O'Connell et collaborateurs (2006) ciblent les déficits d'attention soutenue au travers de l'introduction des alertes, c'est-à-dire un signal auditif non informatif, pour faciliter le traitement attentionnel dans le TDAH. Les résultats montrent que les performances d'attention soutenue ont été améliorées par une simple stratégie de formation cognitive, représentant l'axe 3 des procédures rééducatives, c'est-à-dire d'introduction d'un outil externe (ou prothèse cognitive), ici une sonnerie facilitant l'attention soutenue.

Une méta-analyse récente, relative aux interventions attentionnelles de Peng et Miller (2016), compile des études visant les fonctions d'attention d'alerte (capacité à se préparer et à maintenir la préparation pour répondre) et les fonctions d'orientation (capacité à répondre sélectivement à un ou deux éléments et à désengager ou déplacer l'attention, c'est-à-dire la sélectivité et l'inhibition). Cette analyse indique que les traitements sont plus efficaces dans les programmes visant le réseau attentionnel d'orientation comparativement aux autres programmes.

Plus précisément sur le plan cognitif, Noël et collaborateurs (2007) ont examiné l'implication des processus d'inhibition dans l'efficacité des prises en charge en rééducation des troubles de l'attention chez l'enfant. Dans une première étude, les rééducations cognitives se sont spécifiquement orientées vers une ou plusieurs fonctions cognitives identifiées comme déficitaires dans le bilan initial. Les jeunes patients bénéficiaient d'un programme hebdomadaire individualisé de 45mn sur une durée de 20 semaines avec utilisation d'une ligne de base. Les comparaisons avaient permis de montrer des améliorations en attention sélective visuelle, en attention divisée, en attention soutenue et de l'inhibition. L'objectif d'une seconde étude était de déterminer un gradient de priorité dans la rééducation : un premier programme proposait une rééducation de l'inhibition, suivie d'une rééducation des fonctions attentionnelles (IA), alors qu'un second programme proposait l'inverse (AI). Les améliorations les plus significatives ont été observées dans le cas des programmes débutant par la rééducation de l'inhibition contribuant ainsi à structurer les interventions cognitives dans les troubles attentionnels. Les interventions cognitives peuvent également permettre un retour sur les modélisations cognitives, et notamment sur les types d'inhibition. En effet, une intervention comparée de l'inhibition cognitivo-verbale et de l'inhibition motrice ne montre pas d'effet différencié, les bénéfices étant observés dans ces deux types d'inhibition, ce qui renforce l'hypothèse du même processus d'inhibition pour l'inhibition cognitivo-verbale et motrice (Noël et Docquier, 2011). L'impact d'une intervention cognitive concernant l'inhibition en âge préscolaire a également été observé dans une perspective intégrant les fonctions exécutives (attention, inhibition motrice et cognitive, flexibilité et mémoire de travail) et les conduites comportementales au travers de questionnaires et d'un paradigme d'observation (Volckaert et Noël, 2015). Dans cette étude randomisée et contrôlée, deux groupes ont participé à 2 séances de 45 minutes par semaine pendant 8 semaines. Les enfants du groupe de contrôle ont bénéficié de séances d'artisanat alors que les enfants du groupe expérimental ont reçu des séances d'inhibition (exercices visant à augmenter les différentes

composantes des fonctions d'inhibition (interrompre une réponse continue, gérer l'impulsivité, inhiber une réponse prédominante, inhiber les distracteurs externes)) associés à l'utilisation de stratégies métacognitives à l'aide de personnages de fiction pour illustrer certaines actions. Des différences significatives entre les groupes témoins et les groupes expérimentaux ont été relevées en matière d'inhibition, d'attention et de mémoire de travail et sur les mesures comportementales. Dans cette étude, on souligne la présence d'un groupe contrôle actif, des observations comportementales et des mesures cognitives, et l'association d'un protocole combinant une stimulation cognitive très spécifique avec des actions métacognitives. L'association de différentes cibles cognitives constitue également des objectifs cognitifs dans le TDAH (Re, Capodici, & Cornoldi, 2015). Dans une étude randomisée et contrôlée (liste d'attente) de Johnstone et ses collègues (2012), une stimulation combinée en mémoire de travail et contrôle inhibiteur a montré des améliorations significatives du comportement chez les sujets avec TDAH (évalué par un parent) ainsi que dans les mesures de mémoire de travail spatiale, d'inhibition des stimuli distrayants et d'attention soutenue. Les améliorations ont été maintenues au cours de la période de 6 semaines suivant la formation.

✓ Protocoles visant la métacognition

Dans une perspective top-down, les protocoles métacognitifs visent le développement de l'auto-contrôle et la gestion volontaire du patient. L'objectif est de favoriser la prise de conscience des difficultés rencontrées et de leur impact sur l'environnement. Les programmes d'intervention développés par le *Centre de Rééducation d'Approche Neuropsychologique* (CRAN, Montréal, Canada, Lussier, 2009) proposent ce type de prise en charge métacognitive des troubles de l'attention chez l'enfant. Basé sur des ateliers de groupe, l'enfant est invité à identifier ses déficits d'attention et à expérimenter plusieurs outils de gestion mentale en utilisant des métaphores linguistiques dans un objectif de prise de conscience de ses difficultés et d'exploration de stratégies cognitives d'auto-régulation. L'intervention est organisée sous forme d'ateliers, en groupes hebdomadaires, d'une durée de 90 mn sur 12 semaines. Sur le plan didactique, la phase métacognitive comprend une présentation du fonctionnement cérébral et des modules cognitifs, ainsi que les objectifs de l'intervention et les moyens pour y parvenir (contrat, feuille de route, ordre du jour, auto-questionnaires, baromètres...). Des techniques d'imagerie mentale et de discours interne utilisées dans l'élaboration des représentations des fonctions exécutives (mémoire de travail,

planification...) sont utilisées. Cette prise en charge a conduit à éditer l'outil *PIFAM* (programme d'intervention sur les fonctions attentionnelles et métacognitives, Lussier, 2013). Parmi les outils métacognitifs, on note également le modèle *Reflecto* (Gagné, 2016) qui propose des métaphores pour faciliter la compréhension des différentes fonctions cognitives impliquées dans le fonctionnement attentionnel et exécutif. Dans ce modèle, des dispositifs métacognitifs sont proposés, tant pour les enseignants (*Attentiongramme*) afin de construire des séquences métacognitives attentionnelles à utiliser en classe, que pour les thérapeutes (pictogrammes disponibles pour séquentialiser des actions et des stratégies comme outils cognitifs externes). Des pictogrammes, visant l'amélioration de la compréhension du fonctionnement cognitif, sont ainsi largement valorisés dans cette approche, tels que par exemple une représentation d'une cible de tir à l'arc pour illustrer concrètement la notion de focus attentionnel (Lussier, 2016). Il est important de noter que ces interventions, utilisées principalement en Amérique du Nord, s'appuient sur une forte culture pédagogique. En effet, au Canada, les orthopédagogues interviennent pour la rééducation des troubles cognitifs chez l'enfant (Lussier, 2016) dans une culture pédagogique très forte. Nous notons que ces programmes qui proposent outils externes, stratégies cognitives et métacognitives, objectifs de transfert au quotidien et adaptation à l'environnement de l'enfant, ne bénéficient pas, à notre connaissance d'étude de validation, ni d'études de cas de type SCED (*Single case experimental design*).

Pour finaliser ce chapitre concernant les composantes des interventions cognitives, nous terminerons sur les choix épistémologiques de conception et le positionnement de cette étude.

3.9. Conception de l'étude : entre neurocognition et neuroamélioration, et entre clinique et recherche

Actuellement, force est de constater que la prévalence des troubles cognitifs chez l'enfant et les enjeux commerciaux inhérents au développement des outils interventionnels constituent un terrain particulièrement favorable à l'essor foisonnant de méthodes, livres-recettes, jeux, *serious games*, objets connectés et autres outils qui peuvent représenter autant de perspectives intéressantes que d'obstacles pour construire une validité de contenu sous-jacente aux rééducations cognitives. Dans une optique de prudence, ce travail fait ainsi la distinction entre des objectifs d'amélioration cognitive et de normalisation, entre métacognition et *coaching* cognitif, entre outils facilitateurs et homme augmenté, entre variabilité attentionnelle et

attention absolue, et entre neurocognition et neuroamélioration. Comme évoqué par Van Heugten, Ponds & Kessels (2016) sous les termes « Brain training, hype or hope ? » ou de « neuromythes » (Pasquinelli, 2016 ; Doudin, Tardif & Meylan, 2016), les interventions cognitives chez l'enfant doivent se distinguer par des conceptions écologiques, valides et scientifiquement argumentées. La conception de cette étude tente ainsi de s'inscrire dans cette perspective, sans injonction d'un contrôle cognitif optimal et absolu, mais en favorisant le repérage des faiblesses cognitives et la co-construction de stratégies cognitives alternatives. Cette étude s'attache à ne pas confondre effets facilitateurs et transformations cognitives, en développant une conception d'intervention qui souhaite faire preuve de perspectives paradigmatique et cognitive. Elle cherche également à lever les obstacles épistémologiques de la répétition en rééducation (de type behavioriste) pour participer à la formalisation des processus clés dans l'émergence de prises en charge cognitives validées, structurées et efficaces pour les patients porteurs de troubles du neurodéveloppement. Enfin, ce travail a pour ambition de faire le lien entre pratique clinique et recherche en s'attachant à employer des outils utilisables et reproductibles en pratique. Pour ce faire, les tests sélectionnés sont, par exemple, des outils francophones publiés, édités et utilisés en routine clinique. Cette recherche s'attache également à prendre en compte les perspectives et souhaits des patients dans leur individualité et à se référer aux procédures cognitives théoriquement étayées.

AXE 2

PARTIE EXPERIMENTALE

CHAPITRE 4 : OBJECTIFS ET HYPOTHESES

4.1. Justification de l'étude

C'est dans ce contexte théorique et clinique que cette étude a été élaborée. Les constats multidimensionnels et le manque de convergence théorique concernant les procédures rééducatives cognitives exposés préalablement mènent ainsi à structurer le champ cognitif de cette pratique interventionnelle. Nous attendons de cette étude qu'elle puisse déployer à minima des arguments, des critères et des facteurs opérants en rééducation cognitive dans les troubles du neurodéveloppement. Quels que soient les résultats, l'enjeu de ce travail est de s'astreindre à décrypter et à évaluer les stratégies rééducatives dans une démarche expérimentale et clinique afin d'accroître les données opérationnelles pour la pratique et de proposer des pistes de recherche.

4.2. Objectifs généraux

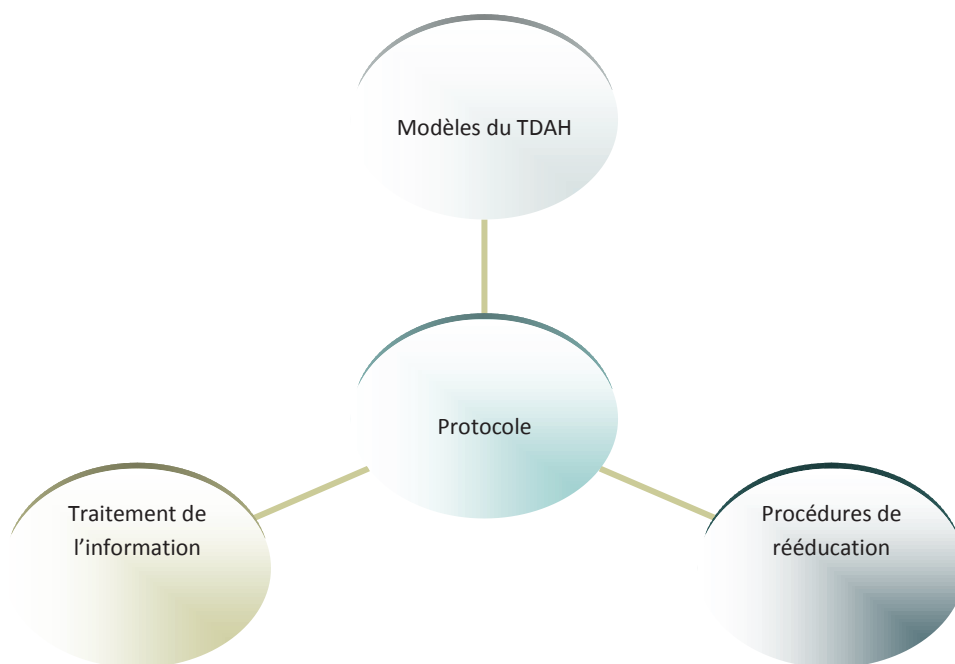
Examiner la pertinence et la validité des modèles cognitifs du TDAH dans les interventions cognitives et neuropsychologiques constitue donc l'objectif principal de ce travail, en élaborant et évaluant un protocole de remédiation-rééducation destiné aux enfants porteurs d'un TDAH. Compte-tenu des données du cadre théorique, ce protocole ciblera les troubles de l'inhibition, dysfonctionnements considérés comme centraux dans le TDAH. Afin de répondre à cet objectif, différentes hypothèses ont été élaborées.

4.3. Hypothèse générale

L'hypothèse principale de ce travail est la suivante : les remédiations cognitives ascendante et descendante (top-down et bottom-up) spécifiques aux troubles de l'inhibition permettraient une amélioration ciblée des processus d'inhibition chez l'enfant porteur d'un TDAH. La variable prédictrice de cette hypothèse vise ainsi l'amélioration, et la variable critériée (critère principal de jugement) l'inhibition. Cette hypothèse vient questionner l'intérêt d'une approche théorique dans la rééducation cognitive. Une utilisation tridimensionnelle des modélisations cognitives a été sélectionnée pour ce travail, détaillée dans les parties précédentes et synthétisé dans le schéma suivant :

- ✓ des modélisations cognitives du TDAH et de la place centrale de l'inhibition
- ✓ des procédures de rééducation visant les fonctions déficitaires et les outils externes
- ✓ des apports des théories du traitement des informations

Schéma n°4.1. : Synthèse de l'approche tridimensionnelle



4.4. Hypothèse connexe

Pour décomposer les objectifs de cette étude, une hypothèse connexe est également formulée dans le tableau suivant :

Tableau n°4.1. : Hypothèse connexe

Hypothèse connexe « groupe contrôle »	Afin de tester l'effet spécifique des remédiations et de limiter un éventuel effet interventionnel des prises en charge, un groupe contrôle sera mis en place comprenant les mêmes phases évaluatives pré et post-remédiation. Le contenu de cette intervention sera non spécifique aux procédures rééducatives et aux processus d'inhibition.
--	--

4.5. Hypothèse statistique générale

L'hypothèse alternative unilatérale (amélioration de l'inhibition) conduit à formuler l'hypothèse statistique suivante :

- on attend une différence significative entre les résultats obtenus aux évaluations pré-interventions et ceux obtenus en phase de post-intervention dans le groupe expérimental.

Secondairement, on postule également une différence significative entre l'évolution du groupe expérimental et celle du groupe contrôle. Les résultats obtenus avant et après l'intervention seront comparés, ainsi que le détaille le tableau suivant :

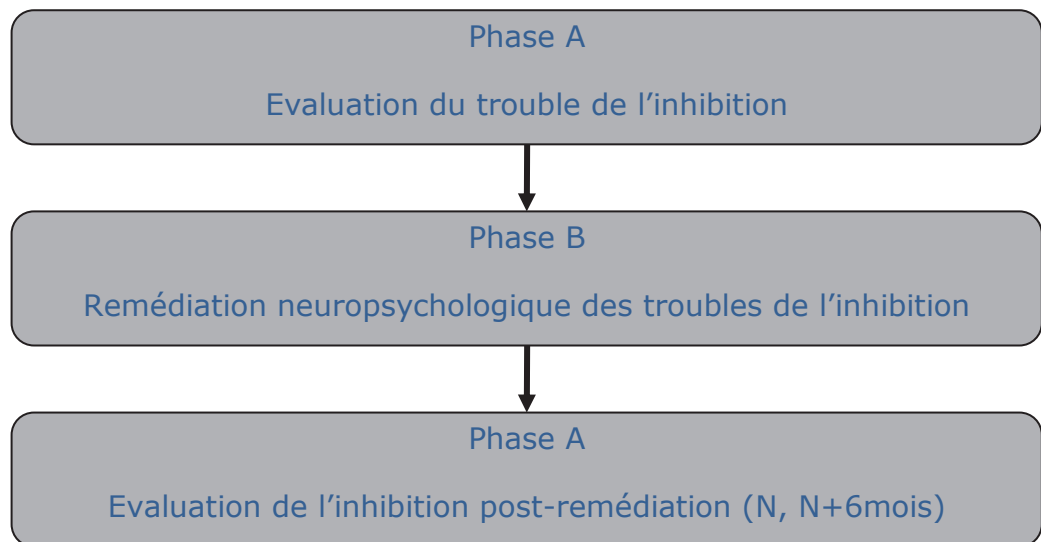
Tableau n°4.2.: Hypothèse statistique

On attend une double différence significative entre (calcul de type T de Student) :	❶ Les résultats aux évaluations pré-remédiation et ceux obtenus en post-remédiation du groupe expérimental ❷ Les résultats obtenus par le groupe expérimental et ceux par le groupe contrôle aux évaluations post-remédiation
--	---

4.6. Opérationnalisation des hypothèses

Afin de tester ces hypothèses, le paradigme ABA a été sélectionné comme illustré dans le diagramme suivant :

Diagramme n°4.1.: Paradigme utilisé dans cette étude



Afin de mesurer l'effet d'une intervention, l'essai randomisé est le protocole de référence pour étudier les bénéfices d'une intervention (Réseau D'épidémiologie Clinique International Francophone (RECIF), 2010). Dans cette étude et compte tenu des contraintes, une étude contrôlée (avec groupe contrôle) randomisée (attribution aléatoire dans les groupes contrôle/expérimental) en simple insu (type de groupe inconnu du patient et connu de l'expérimentateur) a été sélectionnée.

CHAPITRE 5

METHODOLOGIE

5.1. Plan de l'étude

Le design expérimental sélectionné pour tester les hypothèses précédemment exposées doit permettre d'évaluer les effets d'une intervention neuropsychologique combinée (ascendante et descendante) et spécifique (inhibition). Afin d'examiner ces hypothèses, nous avons donc sélectionné une étude interventionnelle, contrôlée, randomisée et en simple aveugle, comme détaillée ci-après :

Tableau n°5.1. : Critères de l'étude

Critères de l'étude	
Prospective	étude expérimentale réalisée pour cette thèse de doctorat d'octobre 2013 à juillet 2017
Interventionnelle	actions de rééducation réalisées pour des sujets avec troubles cognitifs
Contrôlée	étude comprenant deux bras comparant une intervention spécifique et une intervention contrôle
Randomisée	Limitation du biais d'attribution du traitement avec randomisation par inclusion par blocs de 5 sujets (5 sujets avec traitement spécifique, 5 sujets suivants avec traitement contrôle...)
En simple aveugle	- Les sujets ont été informés qu'ils seraient intégrés dans un des deux groupes sans connaître la nature des interventions - 1 expérimentateur pour toutes les évaluations neuropsychologiques et pour le groupe spécifique - 4 expérimentateurs pour le groupe contrôle (dont 3 stagiaires psychologues (Master2 de psychologie cognitive))

5.2. Population et critères d'inclusion

La population sélectionnée dans cette étude est constituée d'enfants âgés de 9 à 13 ans présentant un potentiel intellectuel normal (WISC 4 (Wechsler, 2005), ICV normal, + ou - 1DS), sans atteinte motrice ni sensorielle. Les sujets inclus sont des filles et des garçons, avec une prédominance de ces derniers, compte tenu du sexe-ratio habituel (Purper-Ouakil, Wohl, Cortese, Michel & Mouren, 2006). Les participants sélectionnés présentent un TDAH préalablement retenu par un bilan neuropsychologique réalisé avant inclusion et des critères positifs au DSM5 pour le TDAH. Afin d'évaluer la stabilité de leur trouble attentionnel, un critère de stabilité a été pris en compte : une des épreuves neuropsychologiques réalisée avant l'inclusion a été réitérée lors du bilan pré-intervention. Tous les sujets recrutés ont présenté une stabilité de leur trouble attentionnel avant l'intervention.

Les sujets ont bénéficié d'une consultation hospitalière préalable (pédiatrique ou pédopsychiatrique) ne révélant pas d'indicateurs de troubles psychiatriques. Les enfants présentant des troubles cognitifs associés et/ou secondaires pouvaient être inclus. Le recrutement a été réalisé au sein de consultations neuropsychologiques pour enfants (services hospitaliers et consultations libérales, cf. affiche recrutement en annexe) et la réalisation de cette étude a eu lieu dans le service de pédiatrie de l'hôpital nord-ouest de Villefranche-sur-Saône (69). Les patients bénéficiant d'un traitement par psychostimulant ou psychotropes ne pouvaient pas participer à l'étude. Ces critères d'inclusion et d'exclusion sont ainsi synthétisés ci-après :

Tableau n°5.2.: Population et critères

Critères d'inclusion et d'exclusion			
	Critères d'inclusion		
1	Age	9-13 ans	
2	Sexe	G & F	
3	Profil cognitif	Potentiel intellectuel normal	Mesuré par ICV du WISC4 à + ou -1DS
		Pas d'exclusion des troubles cognitifs associés	
4	Profil attentionnel	Avant inclusion : Critères aux DSM5 pour le TDAH positifs TDAH retenu par le bilan neuropsychologique de pré-inclusion	Bilan neuropsychologique pré-inclusion
5	Stabilité du trouble	1 épreuve du bilan neuropsychologique de pré-inclusion réitérée dans le bilan	Bilan neuropsychologique

		pré-intervention pour examen de la stabilité	pré-inclusion/pré-intervention
6	Profil d'inhibition	4 résultats pathologiques minimum obtenus aux subtests neuropsychologique du bilan d'inclusion	Bilan neuropsychologique pré-intervention
7	Consentement	Accord des deux parents et de l'enfant Note d'information	Annexe
Critères d'exclusion			
8	Troubles psychiatriques	Pas de troubles psychiatriques objectivés en consultation médicale hospitalière	Consultation médicale préalable
9	Traitements	Traitement par psychostimulant ou psychotrope	Consultation médicale préalable
10	Antécédents médicaux	Pas de troubles sensoriels, ni moteur	Consultation médicale préalable

5.3. Critère principal de jugement

L'objectif du critère principal de jugement est de mesurer une éventuelle modification des processus d'inhibition après l'intervention. Il s'agit ainsi d'évaluer ces processus multiples au travers de tests cognitifs, et de comparer le nombre de résultats pathologiques obtenus avant et après l'intervention.

Le critère principal de jugement, développé dans le cadre de cette étude, est un score composite de 26 points, constitué d'une somme de subtests pathologiques issus de dix épreuves évaluant les processus d'inhibition, issues de batteries cliniques d'évaluation cognitive et neuropsychologique pour enfants (Seguin, Des Portes & Bussy, 2015).

La construction de ce score composite a pris en compte plusieurs paramètres :

1. Tous les tests neuropsychologiques utilisés sont standardisés, étalonnés et sensibles. Il s'agit des subtests de la *Tour* (NEPSY1, Korkman, Kirk & Kemp, 1997), d'*Attention auditive* (NEPSYII, Korkman, Kirk & Kemp, 2012), de la *Statue* (NEPSY1), du *Cogner-frapper* (NEPSY1), de l'*Inhibition* (NEPSY2), des *Mondes contraires* (TEA-ch, Manly et al., 2004), du test *Marche-arrête* (TEA-ch, Manly et al., 2004), du *Test de Stroop* (Albaret et al., 1999), et des tests *Go No Go* et *Incompatibilité* (TAP, Zimmermann et al., 2012).
2. Chaque test peut fournir à l'expérimentateur un ou plusieurs scores, ce qui introduit une pondération variable des différentes épreuves :

- un seul score, comme par exemple pour l'épreuve de la Tour qui comptabilise le nombre de réussites aux items,
 - plusieurs scores, précisant ainsi le temps de traitement, le nombre de réussites, le nombre d'erreurs, d'omissions ou de fausses alarmes, tels que les sous-scores obtenus aux épreuves de la TAP par exemple
3. Les scores retenus ont été sélectionnés selon leur pertinence pour évaluer au mieux les différents processus d'inhibition.
 4. La normalisation des notes obtenues à chaque subtest n'étant pas identique (note standard, percentile, pourcentage cumulé), un point a été attribué pour chaque score obtenu inférieur à deux déviations standards de la norme (tableau 5.3). Les valeurs normatives et les classes d'âge sont synthétisées dans le tableau ci-après.

Tableau n°5.3.: Synthèse des valeurs normatives et de l'échantillon de chaque test utilisé dans le critère principal de jugement

Subtest	Classe d'âges	Taille de l'échantillon	Valeurs normatives	Processus d'inhibition
<i>Tour, Nepsy (Korkman et al., 1997)</i>	5-12 ans	N=1000 échantillon américain (vérification de corrélation avec population française (N=325))	note-standard	inhibition des réponses impulsives
<i>Attention auditive, Nepsy (Korkman et al., 1997)</i>	5-12 ans		note-standard et sous scores en rangs percentiles	inhibition des réponses impulsives et interférences, inhibition pro-active
<i>Statue, Nepsy (Korkman et al., 1997)</i>	3-12 ans		rang percentile	inhibition motrice et contrôle de l'impulsivité
<i>Cogner-Frapper, Nepsy, (Korkman et al., 1997)</i>	5-12 ans		rang percentile	inhibition de la réponse motrice automatisée proactive
<i>Inhibition, Nepsy2 (Korkman et al., 2012)</i>	5-16 ans	N=1000 échantillon américain et néerlandais	note-standard et sous scores en pourcentages cumulés	inhibition cognitive proactive
<i>Mondes contraires, Tea-ch (Manly et al., 2004)</i>	6-13 ans	échantillon initial australien, NS=293 échantillon français,	note-standard pour échantillon anglophone et pourcentage cumulé pour échantillon français (pas de répartition gaussienne des résultats pour	inhibition et contrôle de l'interférence

		N=379	échantillon français)	
<i>Marche-arrête, TEA-ch (Manly et al., 2004)</i>	6-13 ans		Idem	inhibition de la réponse automatique
<i>Test de Stroop (Albaret & al., 1999)</i>	8 à 15 ans	N=835 échantillon français	moyenne et écart-type (probabilité d'une loi normale $p<.01$)	inhibition et contrôle de l'interférence
<i>Go no Go, TAP (Zimmermann et al, 2012)</i>	9-15 ans	condition 1 : N=189 condition 2 : N=324 échantillon européen (Allemagne, Espagne, France)	valeurs en percentiles avec une valeur T attribuée	inhibition d'une réponse impulsive au profil d'une réponse contrôlée
<i>Incompatibilité, TAP (Zimmermann et al, 2012)</i>	6-19 ans	N=504 échantillon européen (Allemagne, Espagne, France)	valeurs en percentiles avec une valeur T attribuée	traitement de l'interférence

Afin d'analyser les processus d'inhibition mis en œuvre dans chaque test, la réalisation de ceux-ci est explicitée ci-après :

- **Test de la Tour (NEPSY)** : ce subtest « évalue les fonctions exécutives : planification, contrôle, autorégulation et résolution de problèmes. L'enfant déplace trois boules colorées sur trois tiges suivant un nombre de déplacements définis, afin de réaliser un modèle. Il doit suivre certaines règles pour cette tâche chronométrée » (page 9 du manuel). Dans l'étude de validation de la batterie NEPSY, les résultats obtenus à ce subtest par les enfants présentant un TDAH sont significativement différents de ceux obtenus par le groupe contrôle ($p<0,022$). Des difficultés dans cette épreuve peuvent être liées « à une incapacité à inhiber des réponses impulsives » (page 189). La réussite aux items est ainsi comptabilisée (note brute), donnant lieu à des résultats considérés en note standard avec une moyenne à 10 et un écart-type de 3 points.
- **Test d'Attention Auditive (NEPSY)** : ce subtest sollicite les capacités d'attention sélective et « son aptitude à modifier son pattern de réponses complexes, à le maintenir et à adapter ses réponses à des stimuli contrastés ou similaires. Ayant appris à produire une réponse au stimulus « rouge » dans la partie A, l'enfant doit ensuite inhiber son schéma de réponses et répondre à un stimulus contradictoire dans la partie

B (« Lorsque tu entends rouge, mets un carré jaune dans la boîte ») » (page 9 du manuel), sollicitant ainsi l'inhibition des interférences et une inhibition proactive. Dans l'étude de validation de la batterie NEPSY, les résultats obtenus à ce subtest par les enfants présentant un TDAH sont significativement différents de ceux obtenus par le groupe contrôle ($p=0,005$). Le test offre une note globale (NB et NS), une note par condition (NB et NS pour condition A et B), une note d'omissions et de fausses alarmes par condition (NB et pourcentages cumulés en 5 tranches ($>75\%$, 26-75%, 11-25%, 3-10%, $\leq 2\%$)). « Ces notes représentent des valeurs de référence purement descriptives. Elles ne constituent pas des normes en rangs percentiles » (page 177 du manuel). Les auteurs proposent ainsi une interprétation qualitative de ces pourcentages cumulés : entre 26-75% correspondant au niveau attendu, entre 11-25% correspondant au niveau limite, et inférieur au niveau attendu en dessous de 10% (page 41 du manuel).

- **Test de la Statue (NEPSY)** : cette épreuve évalue « la persévération motrice et l'inhibition. On demande à l'enfant de rester dans la même position, debout, les yeux fermés, pendant 75 secondes et d'inhiber toute réponse impulsive (mouvement du corps, ouverture des yeux, vocalisation) à des distracteurs sonores. » (page 9 du manuel). Dans l'étude de validation de la batterie NEPSY, les résultats obtenus à ce subtest par les enfants présentant un TDAH sont significativement différents de ceux obtenus par le groupe contrôle ($p=0,014$). Dans ce subtest, l'évaluateur comptabilise le nombre de mouvements non inhibés (mouvements...) et obtient une note brute ainsi qu'un rang percentile. Cinq rangs percentiles lissés sont disponibles dans cette épreuve (5 tranches : >75 , 26-75, 11-25, 3-10, ≤ 2).
- **Test de Cogner-Frapper (NEPSY)** : ce subtest évalue « le contrôle et la capacité à inhiber des réactions motrices en réponse à un stimulus visuel qui est en contradiction avec une consigne verbale. L'enfant apprend un pattern de réponses motrices (« quand je frappe sur la table, tu cognes » sur la table), puis il doit maintenir ce pattern de réponses et inhiber sa tendance à imiter l'action de l'examineur. Ayant appris ce pattern, il doit ensuite passer à un nouveau pattern, le maintenir et ajuster ses réponses à des stimuli contradictoires. » (page 9 du manuel). Dans l'étude de validation de la batterie NEPSY, les résultats obtenus à ce subtest par les enfants présentant un TDAH sont significativement différents de ceux obtenus par le groupe contrôle ($p=0,017$).

L'expérimentateur comptabilise le nombre de réussites (NB) et peut obtenir un rang percentile (calcul identique à celui de la Statue).

- **Test d'Inhibition (NEPSY)** : ce subtest issu de la NESPY2 est « conçu pour mesurer la capacité à inhiber des réponses automatiques afin de donner de nouvelles réponses et la capacité de passer d'un type de réponse à un autre. L'enfant regarde des séries de formes ou de flèches noires et blanches et nomme soit la forme, soit la direction soit une réponse alternative selon la couleur de la forme ou de la flèche » (page 69 du manuel). L'expérimentateur cote le nombre d'erreurs éventuelles et chronomètre la réalisation des items. « Ce subtest est tiré de la procédure du Stroop dans laquelle une réponse verbale sur-apprise (lire les mots imprimés en couleur par exemple) est inhibée alors qu'une réponse contradictoire est donnée (nommer la couleur par exemple) » (page 35). Les résultats obtenus par le groupe d'enfants avec un TDAH de forme mixte sont significativement inférieurs à ceux obtenus par le groupe contrôle pour ce subtest inhibition (entre p inf à .01 et p .05 selon les scores).
- **Test Marche-Arrête (TEA-ch)** : ce subtest sollicite l'inhibition d'une réponse automatique comme détaillé dans le manuel. Ainsi, la consigne (page 7) mentionne que : « dans cette tâche, on demande aux enfants d'avancer d'un pas sur une planche sur laquelle sont représentés des pas, à l'aide d'un crayon feutre effaçable, s'ils entendent un stimulus sonore mais d'arrêter si celui-ci est immédiatement suivi (moins de deux cents millièmes de secondes) d'un bruit d'explosion. Un item (trajet ou chemin) contient de trois à douze pas, et le rythme de succession des stimuli s'accroît du premier au vingtième item. Cette tâche exige une attention soutenue car les enfants doivent maintenir leur attention sur ce qu'ils sont en train de faire et ne pas se laisser aller à répondre de façon automatique (inhibition de réponses). » Ce subtest « encourage une réponse automatique qui doit être activement inhibée par les enfants dans le cas où la fin du son serait différente. » (page 57 du manuel). La cotation se réalise en comptabilisant le nombre de trajets correctement réalisés. Nous disposons donc d'une note brute et d'une note standard pour chaque sujet. La validation de l'adaptation française de la batterie TEA-ch n'a pas retrouvé de répartition gaussienne. Ainsi dans cette adaptation, l'analyse par comparaison à l'écart type n'est pas possible et une conversion des notes brutes en pourcentages cumulés a donc été adoptée par ces auteurs. Cela signifie que si un sujet obtient un pourcentage cumulé de 31, « 31% des

enfants de ce groupe d'âge obtient une note inférieure ou égale » à sa note brute. Aucune donnée de dispersion des résultats n'est donc disponible dans cet étalonnage et il n'est pas possible de connaître l'écart à la norme. C'est pour cette raison que l'étalonnage canadien, répondant à une courbe de normalité, a été utilisé dans ce travail afin d'employer une note centrée réduite (moyenne 10 et écart-type de 3).

- **Test Mondes Contraires (TEA-ch)** : ce subtest sollicite l'inhibition et le contrôle de l'interférence. Il s'agit, dans cette épreuve, d'enchaîner deux conditions : « dans le monde à l'endroit, les enfants nomment normalement les chiffres « 1 » ou « 2 » tels qu'ils se succèdent dans chacune des cases d'un parcours donné (Livret-test). Dans le monde à l'envers, ils doivent dire « un » quand apparaît le chiffre « 2 » et « deux » quand apparaît le chiffre « 1 ». Toute erreur étant obligatoirement corrigée par l'évaluateur, la vitesse à laquelle les enfants parviennent à terminer les parcours lors de cette deuxième condition (à l'envers) constitue une bonne mesure du contrôle mental et de la flexibilité cognitive. La rapidité avec laquelle ils peuvent réaliser ce changement cognitif est la mesure cruciale que fournit ce court subtest. Deux notes sont calculées : une note de temps pour les mondes à l'endroit et une note de temps pour les mondes à l'envers » (page 8 du manuel). Dans ce subtest, la somme des temps pour les deux items mondes à l'endroit et pour les deux items mondes à l'envers sont donc disponibles (page 21 du manuel). Les processus d'inhibition –inhiber la réponse automatique, c'est-à-dire le chiffre réel- étant mobilisés lors des mondes à l'envers, la note brute et la note standard des mondes à l'envers ont donc été sélectionnées pour cette étude. Comme expliqué pour le subtest précédent, l'étalonnage francophone canadien a été utilisé permettant ainsi d'obtenir une note normée centrée réduite.
- **Test de Stroop (Albaret et al.)** : ce test, issu de l'expérience de Stroop en 1935, est destiné à explorer l'effet d'interférence qui se met en place entre deux processus concurrents. Il existe quatre conditions au sein de la version française d'Albaret et Migliore dans lesquelles on demande au sujet de lire des noms de couleur inscrits en noir, puis de lire des noms de couleur inscrits en couleur, puis de dénommer la couleur de carrés colorés, et enfin de dénommer la couleur d'impression d'un nom de couleur. Le traitement interférent réside dans l'inhibition d'un traitement automatique, soit dans ce test la lecture, au profit d'un traitement contrôlé concurrent. Dans ce test, le sujet dispose de 45 secondes pour traiter chaque condition, l'expérimentateur

comptabilisant le nombre d'items lus ou dénommés en soustrayant les erreurs et les hésitations. L'action d'inhibition se déroulant dans la quatrième condition, les résultats obtenus à celle-ci sont conservés pour notre étude ; il s'agit donc du nombre d'items correctement dénommés exprimé en écart à la norme. L'étalonnage disponible comprend pour chaque groupe d'âge une moyenne et un écart type. Il faut souligner que l'utilisation de cette épreuve tient compte de sa présence très fréquente au sein des études des processus attentionnels. Néanmoins, il convient de préciser que la version française est soumise à un certain nombre de critiques, notamment en raison d'un pattern développemental atypique et d'un manque de sensibilité clinique (Roy et al, 2016).

- **Test de Go No Go (TAP)**

Au sein de la batterie d'évaluation de l'attention informatisée TAP, un test de Go No Go est disponible. Les paradigmes de type go/no Go sont élaborés de façon à évaluer le contrôle cognitif avec inhibition d'une réaction suscitée par une stimulation externe, au profit d'une réponse contrôlée. « Dans ce type de paradigme, le foyer attentionnel est dirigé vers les stimuli dont l'occurrence est prévisible et qui exigent de réagir » (page 49 du manuel). Cette épreuve comprend deux conditions, une première avec deux stimuli dont une cible, et la seconde avec cinq stimuli dont deux cibles.

- Première condition : « une croix correspondant soit au signe de l'addition, soit au signe de la multiplication apparaît à l'écran dans un ordre pseudo aléatoire. Le sujet doit réagir le plus rapidement possible en actionnant le bouton réponse chaque fois que la croix correspondant au signe de la multiplication apparaît, et s'abstenir de réagir pour l'autre signe » (page 49 du manuel)
- Seconde condition : « cinq formes rectangulaires, dont le contenu [...] est différent, apparaissent à l'écran dans un ordre pseudo-aléatoire. Deux de ces figures sont définies comme cibles auxquelles le sujet doit réagir le plus rapidement possible en actionnant le bouton réponse, et tout en s'abstenant de réagir à l'apparition des trois autres figures. » (idem)

Chaque condition vise une complexité différente des processus d'inhibition, la première sollicitant une réponse impulsive immédiate alors que la seconde est plus

exigeante sur le plan mnésique. Ce test comprend, pour l'ensemble des conditions, la moyenne et l'écart type des temps de réponse, ainsi que le nombre de réponses correctes, erronées, d'omissions et de réponses aberrantes. La normalisation est uniquement disponible pour les temps de réponse, les réponses erronées et les omissions.

- **Test d'Incompatibilité (TAP)**

Cette épreuve s'attache à évaluer une « situation conflictuelle au sein de laquelle des informations divergentes doivent être traitées en parallèle en activant simultanément différentes réactions potentielles. » (page 53 du manuel). Dans cette épreuve, « des flèches, pointant tantôt vers la gauche tantôt vers la droite, sont présentées à gauche ou à droite d'un point de fixation. Le sujet a pour tâche de réagir avec la main correspondant à la direction pointée par la flèche et ce, indépendamment du côté de l'écran où elle apparaît. » (idem). Cette procédure permet d'évaluer l'inhibition d'une cible dite « compatible » en raison de sa concordance entre le côté où est présenté l'indice et le côté de réponse. L'épreuve comprend 60 stimuli et dure approximativement 3 minutes. Les résultats comprennent la moyenne et l'écart type des temps de réponse ainsi que le nombre de réponses correctes, d'omissions, de réponses aberrantes et anticipées. La normalisation s'applique uniquement pour les temps de réponse (moyenne et écart-type) et le nombre d'erreurs.

Compte-tenu de la diversité des types de scores, les seuils suivants ont été sélectionnés dans le critère principal de jugement.

Tableau n°5.4.: Seuils pathologiques sélectionnés pour le critère principal de jugement

Subtest	Rappel des valeurs normatives	Seuil pathologique sélectionné	Scores utilisés dans le critère principal de jugement	Nombre de scores issus de chaque test
Tour, Nepsy (Korkman et al., 1997)	note-standard	Inférieur ou égal à une NS de 5	1 NS	1
Attention auditive,	note-standard et sous	Inférieur ou égal à un	Condition 1 et 2:	6

Nespy (Korkman et al., 1997)	scores en pourcentages cumulés	NS de 4 et inférieur à 15% (à partir de la tranche 11-25%)	NS, % omissions et fausses alarmes	
Statue, Nepsy (Korkman et al., 1997)	rang percentile	À partir du rang 11-25	1 score en rang percentile	1
Cogner-Frappier, Nepsy, (Korkman et al., 1997)	rang percentile	A partir du rang 11-25	1 score en rang percentile	1
Inhibition, Nepsy2 (Korkman et al., 2012)	note-standard et sous scores en rangs percentiles	Inférieur ou égal à une NS de 5	4 NS (dénomination, inhibition, changement et erreurs)	4
Mondes contraires, Tea-ch (Manly et al., 2004)	note-standard pour échantillon anglophone et pourcentage cumulé pour échantillon français (pas de répartition gaussienne des résultats pour échantillon français)	Inférieur ou égal à une NS de 5	1 NS	1
Marche-arrête, TEA-ch (Manly et al., 2004)	idem	Inférieur ou égal à une NS de 5	1 NS	1
Test de Stroop (Albaret & al., 1999)	moyenne et écart-type (probabilité d'une loi normale $p < .01$)	Inférieur à -2DS	1 score en ET	1
Go no Go, TAP (Zimmermann et al, 2012)	valeurs en percentiles avec une valeur T attribuée	Inférieur au percentile 10	2 conditions: percentile du temps de traitement, de l'écart-type, fausses alarmes, omissions	7
Incompatibilité, TAP (Zimmermann et al, 2012)	valeurs en percentiles avec une valeur T attribuée	Inférieur au percentile 10	temps de traitement, ET et fausses alarmes	3
Somme des scores du critère principal de jugement				26

Les résultats issus des bilans pré et post-intervention sont recueillis dans le cahier d'observation (annexe n°2) et anonymisés par numéro et année (exemple : 001-2013).

5.4. Critères secondaires

5.4.1. Le test de Go No Go

Afin d'évaluer plus finement l'évolution de l'inhibition, l'examen détaillé des scores obtenus au test Go No Go (Zimmerman & Fimm, 2012) constituera un critère secondaire de jugement. Notons que ce test a été sélectionné pour sa valeur paradigmatique (Verbruggen & Logan, 2008a ; 2008b), conceptuelle et évaluative (Diamond, 2013). En outre, la qualité informatisée de la passation, contrairement aux tests papier-crayon, limite le biais de l'effet expérimentateur.

5.4.2. Les questionnaires

Afin de recueillir des données qualitatives, deux questionnaires seront utilisés. Il s'agit :

✓ du questionnaire de la BRIEF (Gioia, Isquith, Guy & Kenworthy, 1996, adaptation française 2013, Roy et al.) destiné aux parents et enseignants d'enfants d'âge scolaire. Cet inventaire d'évaluation comportementale des fonctions exécutives vise à examiner les comportements en lien avec les fonctions exécutives dans les milieux scolaires et familiaux. Le questionnaire comprend 86 items repartis en huit échelles cliniques du fonctionnement exécutif : l'inhibition, la flexibilité mentale, le contrôle émotionnel, l'initiation, la mémoire de travail, la planification/organisation, l'organisation du matériel et du contrôle. Dans cette étude, l'échelle *inhibition* a été sélectionnée pour accéder aux représentations relatives au contrôle de l'impulsivité. Les auteurs décrivent cette échelle comme permettant d'évaluer le contrôle inhibiteur et la capacité à suspendre son comportement au moment pertinent. Les items correspondant à l'échelle d'inhibition sont déclinés ci-après :

- item 38 : *Agit de manière plus brutale ou plus infantile que les autres membres du groupe (fêtes d'anniversaire, récréation)*
- item 41 : *Coupe la parole aux autres*
- item 43 : *Quitte sa chaise quand il ne faut pas*
- item 44 : *Perd le contrôle de lui-même/d'elle-même davantage que ses amis*
- item 49 : *Ne peut pas garder un secret pour lui/elle, ne peut pas s'empêcher de dire les choses*

- item 54 : *Agit de manière trop brutale ou a du mal à contrôler ses réactions*
- item 55 : *Ne sait pas s'arrêter*
- item 56 : *Se trouve en difficulté si un adulte n'a pas l'œil sur lui/elle*
- item 59 : *Ne réfléchit pas avant d'agir*
- item 65 : *Parle au mauvais moment (quand il ne faut pas)*

Dans cette étude, l'ensemble du questionnaire est transmis aux parents. Les données relatives à l'échelle d'inhibition et de mémoire de travail seront principalement étudiées.

✓ d'un questionnaire de satisfaction et de qualité de vie, élaboré spécifiquement pour l'étude, et destiné à évaluer les données subjectives concernant le vécu du patient, sa qualité de vie, et son degré de satisfaction (annexe n°20). L'objectif est de formaliser les points clés d'un entretien clinique au travers de 16 questions/propositions fermées et d'une question ouverte (commentaire libre). Les patients et leurs parents sont invités à répondre collégialement et indiquer s'ils étaient d'accord, pas vraiment d'accord ou pas du tout d'accord avec ces propositions. Ces dernières ont été élaborées en fonction des objectifs métacognitifs et comportementaux, de leur relation avec les processus d'inhibition, de l'environnement spécifique de l'enfant et des procédures rééducatives. Elles sont détaillées dans le tableau suivant.

Tableau n°5.5 : Questions et objectifs du questionnaire de qualité de vie

Numéro de question	Questions	objectifs
1	<i>j'ai bien compris ce que c'est qu'un trouble de l'attention (TDAH)</i>	Compréhension du TDAH
2	<i>je trouve que mon enfant a pris conscience de ses difficultés</i>	Conscience des difficultés
3	<i>je trouve que nous avons bien identifié les situations à risque sur le plan attentionnel (devoirs, écrans, oublis, consignes, sommeil...)</i>	Identification des situations à risque
4	<i>nous avons trouvé des aides pour améliorer l'attention</i>	Aides techniques
5	<i>nous arrivons à trouver ensemble des solutions pour faire face aux difficultés d'attention</i>	Aides techniques
6	<i>je me sens moins gêné(e) pour me concentrer</i>	Ressenti relatif à la concentration
7	<i>je vois le lien entre les exercices faits à l'hôpital et les</i>	Notion de transfert

	<i>problèmes d'attention à la maison et à l'école</i>	explicite
8	<i>j'ai observé des changements d'attention ou de comportement depuis le début du protocole</i>	Observation du comportement
9	<i>je trouve que les répercussions des difficultés d'attention à la maison ont diminué</i>	Observation du comportement
10	<i>je trouve que les répercussions des difficultés d'attention en classe ont diminué</i>	Observation du comportement
11	<i>je trouve que les résultats scolaires se sont améliorés</i>	environnement
12	<i>je trouve que les répercussions des difficultés d'attention sont mieux comprises à l'école</i>	environnement
13	<i>nous trouvons que le contact avec les autres enfants est plus facile qu'avant le protocole</i>	Cognition sociale
14	<i>nous trouvons qu'il est plus facile pour mon enfant de respecter les tours de parole</i>	Inhibition et interaction
15	<i>les séances du protocole ont été aidantes au quotidien</i>	Satisfaction des usagers
16	<i>les outils proposés dans les séances sont utilisés à la maison pour gérer le trouble de l'attention</i>	Utilisation des outils
autre	<i>Commentaires libres (si vous souhaitez apporter des commentaires et observations pour améliorer ce protocole, n'hésitez pas à en faire part ci-après) :</i>	

5.4.3. Mesures complémentaires : mémoire de travail

En lien avec les modélisations théoriques intégrant notamment un déficit de mémoire de travail dans le TDAH, une mesure de la mémoire de travail auditivo-verbale est effectuée. Deux évaluations sont intégrées à cette étude : les résultats à l'épreuve de séquences lettres chiffres (WISC4) et l'échelle mémoire de travail de la BRIEF. Les résultats obtenus avant et après l'intervention seront comparés. Il s'agira d'examiner si, conformément au modèle de Barkley une rééducation de l'inhibition peut secondairement avoir un impact sur la mémoire de travail.

5.5. Description des protocoles d'intervention

Afin d'évaluer les effets éventuels d'une intervention neuropsychologique spécifique aux troubles de l'inhibition dans le TDAH et un bénéfice éventuel comparativement à une intervention non spécifique, deux types de protocoles d'intervention ont été élaborés dans cette étude : un protocole expérimental et un protocole contrôle. Ces deux protocoles ont été modélisés afin de proposer un format de prise en charge identique, court (12 semaines) et semi-intensif, soit 24 séances individuelles de 45 minutes bihebdomadaires. Chaque séance est composée de deux activités de 20 minutes entrecoupées d'une pause de cinq minutes. Le recrutement des sujets bénéficiant de ces deux groupes est identique : critères d'inclusion, bilans pré et post-intervention. Toutes les consignes de début de séances, de mise en route

d'activité et de retour sur l'activité sont notifiées et lues par l'expérimentateur. Seul le contenu de l'intervention diffère, ce qui fait l'objet de la description suivante :

5.5.1. *Intervention contrôle non spécifique*

Afin d'évaluer l'éventuelle spécificité du protocole expérimental, il a été nécessaire de comparer celle-ci avec un groupe contrôle. Il est important de mentionner que le contenu de ce groupe contrôle a été délicat à formaliser. Compte-tenu de l'âge des sujets, du nombre de séances, de leur emploi du temps (pour certains au collège avec un temps conséquent de devoirs) et du potentiel intellectuel normal, une activité non signifiante, récréative ou non stimulante n'était éthiquement pas envisageable. Différentes options ont été examinées : du groupe inactif (liste d'attente par exemple), au groupe avec rééducations habituelles (suivi psychologique, rééducation orthophonique...), puis au groupe avec activités contrôlées sur le lieu de l'expérimentation avec une cible spécifique (groupe de photo-langage par exemple), et enfin au groupe avec cibles cognitives générales - qui a finalement été sélectionné-. Non spécifiques aux fonctions attentionnelles, exécutives ou d'inhibition, les objectifs de cette intervention contrôle ne visent pas une action distincte, ni une fonction cognitive en particulier, mais s'attachent à stimuler un large panel de fonctions cognitives, tels que la phonologie, le lexique, la syntaxe, le traitement visuo-spatial, la planification spatiale, l'imagerie mentale et la mémoire de travail auditivo-verbale et visuo- spatiale. Il est bien entendu que certains exercices sollicitent à minima des fonctions d'inhibition et attentionnelles sans pour autant constituer un objectif élaboré. Dans ce groupe, aucune procédure rééducative n'est identifiée. Il s'agit d'une stimulation au sens large sans processus opérant. Ces activités sont cognitivement adaptées à l'âge et ont été sélectionnées pour leur possible utilisation en rééducation cognitive dans différents domaines (logique, raisonnement, phonologie, lexique...). Les supports sont constitués d'exercices ludiques, de format papier crayon ou informatisés. Chaque séance est constituée de 20 mn d'activité « papier-crayon » ou jeux, d'une pause de 5 mn et d'une activité *Power-point* sur informatique. Les activités « papier-crayon » sont issues :

- des ateliers de raisonnement logique et de construction spatiale (Blanrue, Higélé, Higélé, Maire, Perry, 1997) avec des exercices de symétrie, de conservation de l'horizontalité et de la verticalité, de localisation spatiale (annexe n°25), de jeux issus du commerce (*Lobo* (Freudenreich, 2007), *Ultimo* (Huck, 1996), *Laoupala* (Fourcade, 2004)) et du repérage spatial (exemples en annexes n°22,23,24).

Les activités sur ordinateur sont des *Power-point* d'usage libre téléchargés sur les sites de partage (exemple : le site *pontt.net* (capture d'écran en annexe n°22)) et concernent du repérage de syllabes, des anagrammes, de l'estimation de quantités (subitizing), de l'image mentale, des repères temporels, du traitement catégoriel et de la mémoire de travail visuelle et auditive. Au début de la première séance, les informations suivantes sont mentionnées :

Alors, installe toi. Pendant 24 séances, nous allons faire des jeux et des exercices ensemble. Il y a des jeux comme des jeux de société et des jeux sur ordinateur. Dans chaque séance, il y a trois moments :

- *des jeux pendant 20 mn*
- *une pause de 5 mn*
- *d'autres jeux pendant 20 mn*

Je vais poser ma petite horloge (timer) à côté pour me rappeler quand on a fini et quand on doit faire une pause. As-tu des questions ?

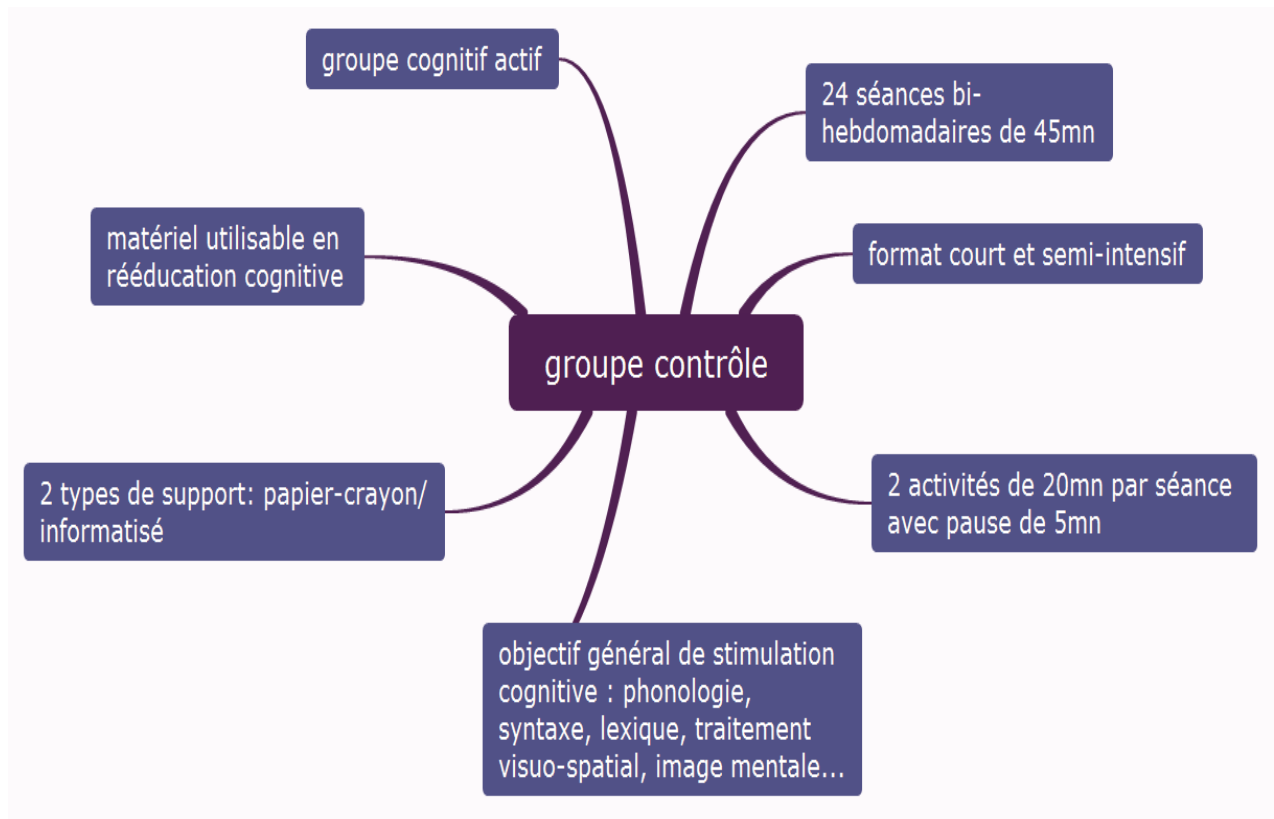
Le plan des séances et du matériel est disponible en annexe n°21. Quelques exemples sont détaillés ci-après.

✓ Les activités visuo-spatiales : ces séances sont destinées à travailler les aspects visuo-spatiaux avec des exercices de symétrie, de construction spatiale, de transformation spatiale, de composition de figures et de location spatiale.

✓ parmi les jeux proposés, l'utilisation d'un jeu de cartes permet de travailler sur l'activation lexicale et phonologique. Sur chaque carte, une syllabe est représentée ; elle est utilisée comme amorçage afin de trouver un mot. Cette syllabe peut être située en début ou en fin de mot. Des parties avec deux puis quatre cartes sont proposées. L'expérimentateur participe également : une alternance des tours est organisée (sujet-expérimentateur-sujet...). Il s'agit d'activer des réponses lexico-sémantiques avec amorçage phonologique.

L'objectif est donc de proposer au sein de ce groupe contrôle actif, des activités cognitives adaptées à l'âge mais non spécifiques aux processus d'inhibition. La constitution du groupe contrôle est synthétisée ci-après :

Diagramme n°5.1. : Synthèse contenu groupe contrôle



5.5.2. Intervention spécifique

L'élaboration du protocole expérimental se réfère, quant à elle, aux données théoriques exposées dans ce manuscrit au travers des trois axes suivants :

- l'inhibition comme cible centrale,
- l'utilisation des procédures ascendante et descendante,
- l'association des actions directes (rééducation des fonctions cognitives) et indirectes (outils externes et objectifs de transfert).

Ce protocole expérimental est ainsi composé de deux parties de 12 séances chacune : 12 séances rééducatives et 12 séances métacognitives.

5.5.2.1. La procédure rééducative

L'objectif de la procédure rééducative est de stimuler les fonctions d'inhibition en utilisant les modèles cognitifs inhérents à ces fonctions. Un programme séquentiel a été construit en

activant en premier lieu un niveau de base de l'inhibition (exposition à une situation simple d'inhibition) puis en introduisant des renforçateurs cognitifs lors des différentes étapes du contrôle inhibiteur afin de compenser le défaut d'inhibition par la mise en œuvre d'un mécanisme externe. Ce mécanisme externe peut être une sonnerie (type sonnerie de jeux de société, voire photo en annexe n°28), un arrêt obligatoire lors de l'exercice, ou un cache papier pour réduire la charge de contrôle inhibiteur. Ce protocole s'attache à exposer le sujet aux aspects qualitatifs et quantitatifs de l'inhibition :

- les renforçateurs cognitifs sont utilisés pour signaler l'action d'inhibition et pour faciliter le traitement des interférences faibles, de type visuo perceptif, à élevées de type visuo sémantique, double, cumulé, négatif et non prototypique (Kenemans, 2015),
- un allongement du délai d'inhibition est introduit au fur et à mesure du protocole.

A l'aide d'outils externes tels que des régulateurs et renforçateurs pré-attentionnels, il s'agit donc d'activer et de renforcer les procédures automatiques et/ou prototypiques, et la gestion des interférences proactives ou non proactives. Le matériel utilisé est adapté à l'âge (cartes à jouer, exercices ludiques, papier-crayon...) et incongruent avec le matériel d'évaluation afin d'éviter un effet d'entraînement sur le critère principal de jugement.

Au début de la première séance, les informations suivantes sont mentionnées :

Alors, installe toi. Pendant 12 séances, nous allons faire des jeux et des exercices ensemble. Il y a des jeux de cartes, des jeux comme « ni oui ni non », des jeux comme des jeux de société. Dans chaque séance, il y a trois moments :

- *des jeux pendant 20 mn*
- *une pause de 5 mn*
- *d'autres jeux pendant 20 mn*

Je vais poser ma petite horloge (timer) à côté pour me rappeler quand on a fini et quand on doit faire une pause.

Dans chaque jeu, on va utiliser cette petite sonnette. Elle permet de nous préparer à faire le jeu. C'est comme un départ de course. Tu as déjà vu le moment juste avant un départ de course ? On se prépare, on n'est pas encore partis mais on se prépare. On pense à ce qu'on va faire, on ne pense qu'à ça. Tu vois, c'est un peu comme sur ces images (image à disposition d'un départ de course en athlétisme). Et bien, cette sonnette, c'est pour te dire de te préparer, d'accord ? Elle fait le bruit d'une sonnette de vélo, comme pour prévenir de faire attention.

Les séances rééducatives sont synthétisées dans le plan suivant et sont détaillées à la suite de celui-ci. Des noms d'activités ont été alloués aux différents types d'exercices décrits ci-après :

Tableau n°5.6. : Séances rééducatives

<i>Date de la séance</i>	<i>Numéro de séances</i>	<i>Type de modalité Cocher qd réalisé</i>	<i>Contenu</i>	<i>Type de modalité Cocher qd réalisé</i>	<i>Contenu</i>
	1	Papier-crayon	Panneaux (Sens interdit)	moteur	Cabriolet des couleurs
	2	Papier-crayon	Panneaux (Directions-début piétons)	moteur	Cabriolet des couleurs
	3	Papier-crayon	Panneaux (Fin piétons-vitesse)	moteur	Cabriolet des couleurs
	4	Papier-crayon	Le correcteur	moteur	Cartes
	5	Papier-crayon	Le correcteur	moteur	Cartes
	6	Papier-crayon	Le correcteur	moteur	Cartes
	7	papier-crayon	Interférence sémantique	moteur	Au revoir lili
	8	Oral	Interférence sémantique	moteur	Au revoir lili
	9	Oral	Lecture et inhibition	oral	Scripts
	10	Oral	Lecture et inhibition	oral	Scripts
	11	Oral	Dénomination et inhibition	intermodalités	Inhibitions des distracteurs
	12	Oral	Dénomination et inhibition	intermodalités	Inhibition des distracteurs

✓ **L'activité *Panneaux***

Il s'agit d'une activité dite « papier-crayon » utilisant des panneaux du code de la route. L'objectif général est d'inhiber certains panneaux, des panneaux cibles, puis des panneaux interférents. Les panneaux sont conçus afin d'alterner des stimuli visuo-perceptif et visuo-sémantique. Il existe, au sein de cette activité, des panneaux de sens interdit, de direction, concernant les piétons et la vitesse. L'ensemble des consignes et des exemples d'items sont disponibles en annexe n°27. Les trois premières consignes des panneaux « sens interdit » suivies d'un exemple d'item, puis les dernières concernant les panneaux vitesse, sont décrites ci-après :

SENS INTERDIT

1 – On va utiliser des panneaux de sens interdit. Est-ce que tu connais ces panneaux ? un panneau de sens interdit est composé d'un rond rouge avec un rectangle blanc à l'intérieur. Dessiner un panneau de sens interdit sur un papier libre pour s'assurer de la reconnaissance du panneau.

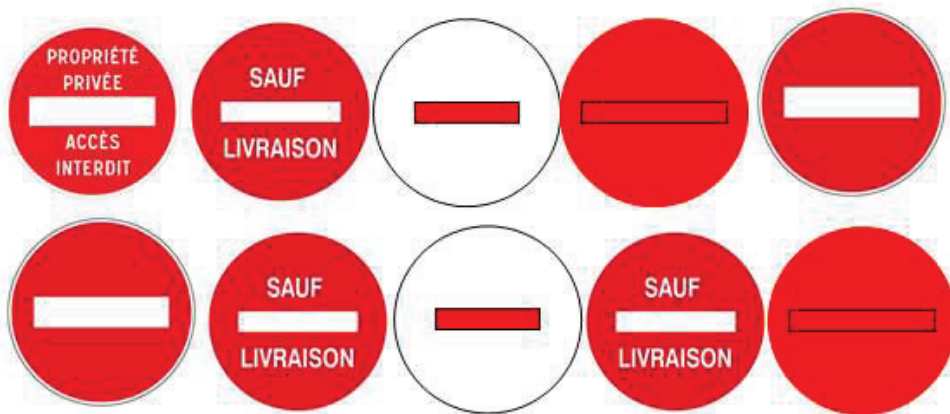
Sur cette feuille, il y a plein de panneaux. A toi de barrer le plus vite possible tous les panneaux de sens interdit, c'est-à-dire les panneaux rouges avec le rectangle blanc à l'intérieur (phase pré-attentive, automatisation et effet faible d'interférence visuo-perceptive, 24/35) 1 sonnerie

2 – maintenant, sur cette nouvelle feuille, il y a d'autres panneaux. A toi de barrer tous les panneaux de sens interdit (rouges avec un rectangle blanc à l'intérieur) quand ces panneaux sont entourés par un grand cadre blanc ((phase 2, ajout d'une interférence proactive faible de type visuo-perceptive double, 6/18) 1 sonnerie

3 – cette fois-ci, on change et on mélange. A toi d'entourer le panneau lorsque le fond du grand cadre est blanc et le petit rectangle foncé. Attention, le grand cadre est blanc et le petit rectangle foncé (consignes à redonner pour éviter une surcharge de mémoire de travail, phase 3, interférences proactives cumulées visuo-perceptives) 1 sonnerie

4 – un autre exercice : cette fois-ci, à toi d'entourer le panneau quand le centre est le plus clair (phase 4, effet d'interférence sémantique) 1 sonnerie

Protocole rééducatif, papier crayon 1



VITESSE

- 1- Alors, maintenant, on va utiliser des panneaux de limitation de vitesse. Ces panneaux indiquent la vitesse maximale autorisée sur la route. Sur cette première feuille, il faut que tu retrouves et que tu entoures les panneaux de limitation de vitesse à 20 km/h (faire un dessin sur une feuille libre pour s'assurer de la compréhension et de la reconnaissance du panneau). Phase 1 d'automatisation de la tâche et sonnerie pour renforcement de l'effet pré-attentif
- 2- Sur cette nouvelle feuille, il faut retrouver et barrer les panneaux de limitation de vitesse à 30 km/h dont les chiffres sont écrits en noir. Attention il y a des chiffres écrits en gris que tu ne dois pas barrer.

Phase 2 introduction d'une interférence proactive sur l'effet initial d'automatisation de type modéré et visuo-perceptive1 sonnerie

- 3- *Attention, on change. Cette fois-ci tu dois entourer tous les panneaux de limitation de vitesse à 30 km/h écrits en noir sur fond gris. Introduction d'une interférence double (chiffres+couleurs) proactive, 1 sonnerie*
- 4- *Alors, tu dois toujours retrouver les panneaux de 30Km/h et barrer cette fois-ci toute la ligne lorsque tous ces panneaux de 30 Km/h sur la ligne sont noirs sur fond gris. Il faut bien barrer toute la ligne. Renforcement de l'inhibition différée avec interférence proactive double visuo-perceptive*
- 5- *Cette fois-ci, tu dois toujours entourer toute la ligne uniquement lorsque sur la ligne tu trouveras une alternance entre les 20 km/h et les 30 km/h, c'est-à-dire chacun son tour (une fois 30 et une fois 20). Renforcement de l'inhibition différée avec interférence proactive visuo-sémantique*
- 6- *Pour terminer, tu dois barrer les panneaux sur lesquels il n'y a pas marqué 20 Km/h, ni 30 Km/h (inhibition proactive forte de la réponse prédominante avec gestion de la négation)*

✓ L'activité *Le correcteur*

Cette activité place le sujet dans une position active de correcteur : c'est à lui de noter les réponses données par l'expérimentateur. L'inversion des rôles habituels est un support spécifiquement sélectionné pour engager le sujet dans une position proactive. L'expérimentateur donne des réponses que le sujet cote 1 ou 0 et entoure la réponse sur un feuillet réponse. Un gradient séquentiel de réponses interférentes est introduit : par exemple la bonne réponse comprend le chiffre 1, et le sujet doit coter et entourer le chiffre 1 pour un point (ou mauvaise réponse avec le chiffre 1 et cotation 0, et ainsi de suite), ou la bonne réponse comprend le mot carré ou croix et le sujet doit faire une croix dans un carré. Dans cette activité, une interférence visuo-sémantique est introduite avec 5 niveaux de difficulté. Le renforçateur utilisé est la sonnerie. Les premières consignes accompagnées du premier item sont présentées ci-après et en annexe n°30.

Consignes : *pour ce nouveau jeu, c'est toi qui vas noter mes réponses. Je te donne des réponses et tu dois entourer 1 si c'est une réponse juste et 0 si c'est une réponse fausse. C'est donc toi qui vas corriger mes réponses et pour cela je vais te donner une feuille avec les réponses.*

1- *Pour le premier exercice, je te donne des numéros de quai de gare, tu dois contrôler si je dis les bons numéros de quai de gare pour voir si les trains arrivent sur le bon quai. C'est toi*

qui corrige mes réponses. Il y a des réponses justes et des réponses fausses. Sur ta feuille, il y a les réponses justes ou les réponses fausses :

- les réponses justes sont entourées de gris, si je donne la réponse juste tu entoures un point,
- les réponses fausses ne sont pas entourées de gris, si je donne la réponse fausse, tu entoures 0 point.

D'abord on essaye en haut de la feuille. (sonnerie pour l'essai et sonnerie pour la tâche)

2- Pour ce deuxième exercice, c'est la même chose avec des numéros de route. Tu dois contrôler si je prends la bonne route. Les bonnes réponses sont entourées de gris et si je te donne la bonne réponse, tu entoures 1 point. Les mauvaises réponses ne sont pas entourées de gris, alors si je te donne la mauvaise réponse, tu entoures la note 0. (sonnerie pour l'essai et sonnerie pour la tâche)

Protocole rééducatif, modalité écrite, le correcteur, 1^{ère} séance

QUAI DE LA GARE			
expérimentateur	découper ✂	sujet	
Essai		Réponses	
- Quai 0		- Quai 0	Quai 1 0 1
- Quai 1		- Quai 0	Quai 1 0 1
- Quai 1		- Quai 0	Quai 1 0 1
- Quai 0		- Quai 0	Quai 1 0 1
Tâche		Réponses	
Quai 0		- Quai 0	Quai 1 0 1
Quai 1		- Quai 0	Quai 1 0 1
Quai 1		- Quai 0	Quai 1 0 1
Quai 0		- Quai 0	Quai 1 0 1
Quai 0		- Quai 0	Quai 1 0 1
Quai 0		- Quai 0	Quai 1 0 1

✓ L'activité *Interférence sémantique*

Dans cette activité, l'objectif est d'activer un contrôle de l'inhibition avec exposition à l'effet d'interférence non proactive et visuo-sémantique. Il vise l'automatisation d'une inhibition basale à l'aide de 4 tâches d'interférence sémantique de niveaux différents avec introduction

d'une double inhibition. La première consigne accompagnée de deux exemples d'items sont présentés ci-après :

Consigne 1 : tu vas voir sur cette feuille deux mots côte à côte. C'est une paire de mots.

- Tâche 1 : Dans cette paire de mots, tu dois retrouver et entourer le mot qui désigne l'animal le plus grand dans la réalité (même police)
- Tâche 2 : Maintenant, tu dois entourer dans chaque paire le mot qui désigne l'animal le plus petit dans la réalité sans faire attention à la façon dont le mot est écrit (5 premières lignes : plus petit en minuscule, plus grand en majuscule, après répartition aléatoire)
- Tâche 3 : on revient à l'animal le plus grand. A toi de Barrer l'animal le plus grand dans la réalité (toutes formes mélangées et effet d'interférence proactive)

Protocole rééducatif, 7^{ème} séance, interférence sémantique
Séance à reproduire à l'oral



ENTOURE L'ANIMAL LE PLUS GRAND DANS LA REALITE

ANE - POULE	ECUREUIL – HIPPOPOTAME	LAPIN – CERF
CANARD – DAUPHIN	HERISSON-ESCARGOT	MOUSTIQUE – VACHE
LIEVRE – LIBELLULE	CYGNE - CROCODILE	GUEPARD - GUÊPE
GRENOUILLE - GORILLE	HAMSTER - HIBOU	CRABE – CREVETTE
CHAT- CHAMEAU	CHEVAL - CHEVRE	AGNEAU – ARAIGNEE
LION – LOUP	PANTHERE – PINGOUIN	RENARD – RAT
OURS – POULE	VEAU - VACHE	VER DE TERRE - VIPERE
LIMACE – LIONNE	MOUCHE - OURS	TAUPE - TIGRE
SARDINE - SANGlier	POULE - POULAIN	MARMOTTE – MAMMOUTH

ENTOURE L'ANIMAL LE PLUS PETIT DANS LA REALITE

ANE - Poule	Ecureuil – HIPPOPOTAME	Lapin – CERF
Canard – DAUPHIN	HERISSON – Escargot	MOUSTIQUE – Vache
LIEVRE -Libellule	Cygne - CROCODILE	GUEPARD - Guêpe
Grenouille - GORILLE	HAMSTER - Hibou	CRABE – Crevette
Chat- CHAMEAU	CHEVAL - Chèvre	AGNEAU – Araignée

Dans cette épreuve, un double effet d'interférence visuo-sémantique de type proactif est introduit. La sélection lexicale a été réalisée dans un imagier pour enfant (Beaumont & Selley, 1990). Une augmentation de l'interférence est introduite sur le plan graphémique et phonologique (1^{ère} ligne : pas d'interférence, 2^{ème} ligne : même premier mot). Cette épreuve est sensible aux niveaux lexical et socio-culturel. Dans ce contexte, certains items ne sont pas tous reconnus des sujets. Dans ce cas, la consigne stipule que le but est de favoriser la prise de décision vers une information prototypique et d'aider le sujet à faire le tri parmi les critères de décision.

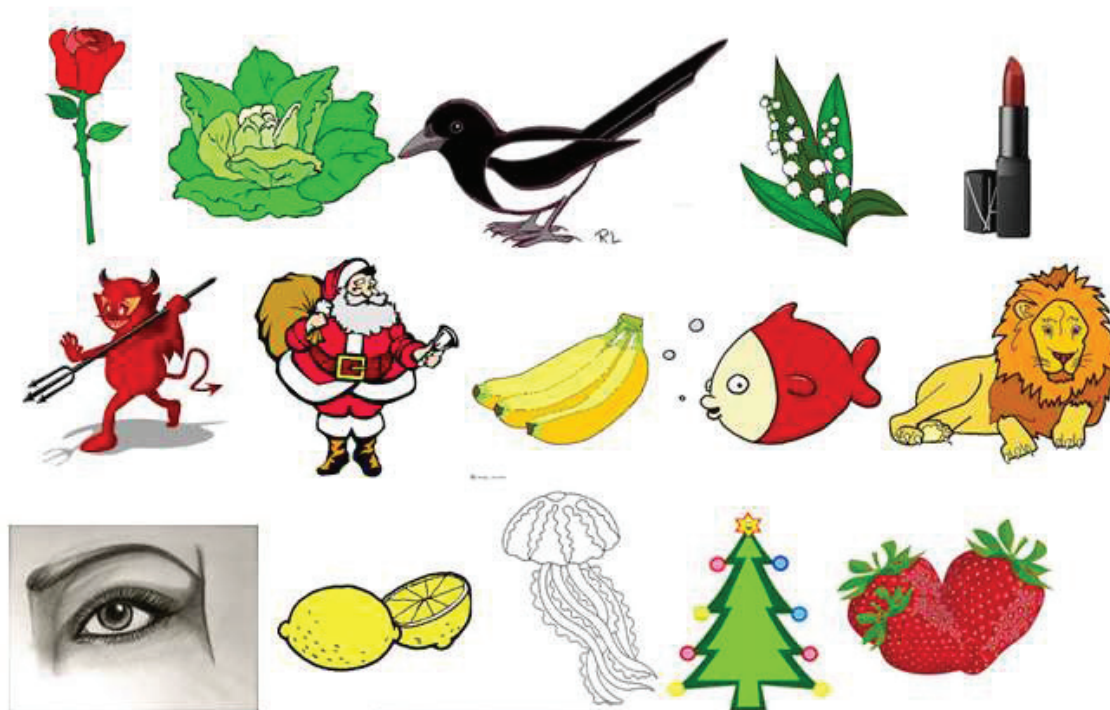
✓ **Activité Lecture et inhibition**

Cette activité, réalisée en deux séances, est la seule en modalité de lecture. Il s'agit pour le sujet, dans ces séances, d'inhiber l'interférence d'un mot prototypique : tout d'abord lire le contraire du mot écrit (oui pour non, grand pour petit...) puis lire le contraire sauf lorsque le mot est souligné ou en italique ou en minuscule) puis lire un texte en inhibant certaines lettres ou certains mots de lecture automatique (le, la, les, de...). Le renforçateur utilisé dans cette épreuve peut être la sonnerie ou la mise en contraste des mots avec contrôle inhibiteur. En effet, avant la réalisation de l'item, le sujet renforce lui-même le mot à souligner avec un *Stabilo* gris. Les items sont réalisés par ordre croissant de difficulté. Un exemple d'items est illustré ci-après :

OUI	<u>NON</u>	OUI	<u>OUI</u>	NON
<u>NON</u>	NON	<u>OUI</u>	NON	<u>OUI</u>
NON	<u>OUI</u>	<u>NON</u>	NON	OUI
OUI	OUI	<u>NON</u>	OUI	<u>OUI</u>
NON	OUI	NON	<u>OUI</u>	NON
OUI	<u>OUI</u>	NON	<u>OUI</u>	NON
OUI	<u>NON</u>	OUI	<u>OUI</u>	<u>NON</u>

✓ **Activité Dénomination et inhibition**

Cette activité repose sur le même principe que l'activité précédente, mais cette fois-ci en modalité de dénomination. Le sujet dispose d'une feuille avec des dessins et doit dénommer uniquement ceux présentant une caractéristique puis la négation de cette caractéristique ; puis le délai de réponse est rallongé (un sur deux à dénommer). Il s'agit par exemple de dénommer uniquement les objets rouges dans la réalité, les dessins non rouges dans la réalité, les animaux qui marchent, les animaux qui ne volent pas... Bien que sollicitant des compétences de précision lexicale et de conceptualisation, l'objectif est d'inhiber les mauvaises réponses en rappelant au sujet qu'il s'agit de dire le nom des dessins, de ne pas dire les mots venant spontanément à l'esprit et de réfléchir dans sa tête avant de donner la réponse. Il est important, dans cet exercice, de bien vérifier la compréhension de la consigne. Le renforçateur est ici assuré par l'expérimentateur qui, en cas d'erreur, doit permettre au sujet de favoriser le tri des informations et l'inhibition des réponses interférentes uniquement sous forme de questions (exemple : *est-ce que tel item vole dans la réalité ?*) Un exemple d'items est présenté ci-après dans lequel on doit nommer uniquement les objets rouges qu'on peut voir dans la réalité :



✓ **Activité Cabriole des couleurs**

Lors de cette activité réalisée en trois séances, le principe est d'associer un mouvement à une couleur, d'automatiser l'association puis d'introduire des interférences faibles à élevées. L'expérimentateur réalise la consigne avec le sujet. Le bureau est préparé pour la réalisation des mouvements (pas de chaise roulante, espace entre le bureau et la chaise et pour les mouvements). Une sonnette fait office de renforçateur en cas d'erreur. Les couleurs sont, selon les items, soit dénommées par l'expérimentateur soit montrées avec des pions de jeux comme ceux-ci :



Les premières consignes sont présentées ci-après :

Consignes : nous allons faire un petit jeu dans lequel tu vas devoir faire des mouvements comme se lever, fermer les yeux... je vais te dire 4 couleurs qui correspondent à 4 mouvements :

- Quand je vais te dire rouge, il faudra se lever de ta chaise
- Quand je vais te dire vert, il faudra s'asseoir
- Quand je vais te dire bleu, il faudra fermer les yeux
- Quand je vais te dire noir, il faudra mettre ses mains devant ses oreilles

On essaye ? répéter la consigne jusqu'à totale compréhension au début. L'expérimentateur réalise la consigne avec le sujet. **SONNETTE EN CHAQUE DEBUT DE SERIE**

1^{er} exercice (automatisation) :

Enchaîner les items: A toi tout seul ? je te dirai quand t'arrêter

Rouge (se lever de la chaise), Vert (s'asseoir), Bleu (fermer les yeux), Noir (les oreilles)... Enchaîner tous les items dans le désordre pendant 2 minutes. La répartition des items est laissée au libre choix du clinicien afin de proposer prioritairement les items non automatisés.

2^{ème} exercice (interférence faible) :

Alors maintenant nous allons changer un peu les choses :

- Lorsque tu vas entendre le mot rouge, il faudra fermer les yeux,
- Lorsque tu vas entendre le mot bleu, il faudra mettre les mains devant les oreilles,
- Lorsque tu vas entendre le mot vert, il faudra se lever,
- Lorsque tu vas entendre le mot noir, il faudra s'asseoir

Attention, j'ai mélangé tous les mouvements avec les mots qui vont avec.

Répéter la consigne jusqu'à la compréhension totale. Enchaîner tous les items d'abord dans l'ordre pour faciliter l'automatisation puis dans le désordre pendant 2 minutes. La répartition des items est laissée au libre choix du clinicien afin de proposer prioritairement les items non automatisés.

POUR LA DEUXIEME SEANCE : ne rien faire pour rouge et bleu, puis ne faire qu'un sur 2

✓ Activité Cartes

Comme l'activité précédente, il s'agit de trois séances d'inhibition motrice comprenant une étape d'automatisation, un gradient dans l'introduction de l'effet d'interférence et un

allongement du délai de réponse. L'expérimentateur dispose de deux jeux de cartes classiques de 54 cartes (chiffres, têtes couronnées, pique, cœur...). Le premier jeu n'est pas modifié alors que le second comprend, pour le tiers des cartes, une petite pastille de couleur verte collée en haut de la carte. En présence de la pastille, la consigne de jeu est inversée. Le début des consignes est présenté ci-après :

Objectif : 1^{ère} séance : inhibition motrice

1^{ère} étape : automatisation

Avec le jeu de 54 cartes sans pastille, l'expérimentateur pose chaque carte une par une devant le sujet en deux tas (□ □)

- 1- Dire au sujet : *il y a des cartes rouges (montrer) et des cartes noires (montrer), je vais poser les cartes sur les tas,*
- 2- *si je pose une carte rouge, tape sur la carte*
- 3- *Si c'est une carte noire, tape devant le tas de carte*

Faire défiler les 54 cartes afin d'automatiser le schéma d'action

2^{ème} étape

Objectif : inhiber l'action automatique et inverser la consigne : *cartes noires : taper sur le paquet, carte rouge : taper devant le paquet.* Faire défiler les 54 cartes.

3^{ème} étape

Modifier la consigne afin de créer un effet d'interférence :

- *Si c'est une figure, tape sur la carte*
- *Si c'est un chiffre, tape devant le tas de carte*
- *Là on ne s'occupe plus des couleurs*

Faire défiler les 54 cartes

Les étapes de jeu sont modifiées en fonction de la couleur, de la figure et des pastilles, puis en associant figure et couleur, puis une carte sur deux, puis deux sur deux (le sujet répond une carte sur deux, ou deux cartes sur deux). Le renforçateur est assuré par l'expérimentateur qui corrige en direct les erreurs. Au vu de la vitesse du jeu, l'utilisation de la sonnette pour les erreurs n'est pas réalisable.

✓ **Activité *Au revoir Lili***

Cette activité vise l'inhibition motrice. Un jeu de 54 cartes (format identique aux jeux de carte classiques) a été créé avec 6 dessins en noir et blanc dont deux exemples sont présentés ci-après :



Une action motrice est associée à chaque carte. L'activité se déroule avec l'expérimentateur qui est inclus dans la partie. Les différents gestes doivent être réalisés lorsque les cartes sont retournées sur la table. Celui qui réalise le mouvement le plus rapidement remporte la carte. Il s'agit de systématiser le contrôle de l'inhibition motrice dans cette tâche qui va proposer une phase d'apprentissage (ou d'automatisation), d'inhibition de la réponse automatique, d'inhibition de la réponse typique (ne pas répondre) et de gestion d'un délai (répondre une carte sur deux). Le début des consignes est présenté ci-après :

Objectif : systématiser le contrôle de l'inhibition motrice

Jeux de 54 cartes « bonjour lili » comprenant plusieurs sortes de cartes :

- 1 Une petite fille qui fait un petit signe de main pour dire bonjour
- 2 Deux hommes qui se serrent la main
- 3 Un couple qui se serre dans les bras
- 4 Une fille qui fait un clin d'œil en signe de coucou
- 5 Une carte montrant des enfants en train de parler et gesticuler
- 6 Une carte montrant des japonais se saluant

Ce jeu se fait avec l'expérimentateur qui est inclus dans la partie. Différents gestes doivent être réalisés lorsqu'on retourne les cartes :

- 1 Faire un petit signe de la main, habituellement utilisé pour dire bonjour de loin
- 2 Serrer la main avec mouvement de serrage de main
- 3 Se tapoter le dessus de l'épaule
- 4 Faire un clin d'œil avec tête penchée
- 5 Gesticulations
- 6 Salut avec les mains jointes

L'expérimentateur pose chaque carte au centre de la table, le plus rapide remporte la carte. Le gagnant est celui qui a le plus de cartes à la fin.

Les consignes sont ensuite inversées, certaines sont supprimées (ne rien faire dans ce cas là, les cartes restent dans la pioche), des modifications sont introduites si les cartes sont à l'endroit ou à l'envers.

✓ **Activité *Scripts***

Lors de cette activité, l'objectif est d'inhiber des items cibles dans un script d'action spécifique. Le script représente un schéma prototypique comprenant une suite d'actions habituelles et typiques, comme dans un schéma narratif par exemple. Le début de la consigne est présenté ci-après :

SCRIPTS

Inhibition des items cibles dans un script d'action spécifique

Objectifs : inhiber des items dans un script d'action automatisé-prototypique avec inhibition lexico-sémantique (noms communs prototypiques d'un script), inhibition syntaxique (articles prototypiques d'une phrase), inhibition catégorielle (items prototypiques d'une catégorie), inhibition narrative (scripts prototypiques d'une narration)

Gestion d'une interférence proactive

Tâches de fin de protocole car auto-production et fin des régulateurs externes

Séance 1 :

Je vais te demander de me raconter une histoire que tu vas inventer au fur et à mesure. Dans chaque histoire, il y a des mots pièges, à ne pas dire. Je vais te demande de raconter une histoire sans dire les mots pièges.

Sonnerie utilisée en début d'histoire et en cas de mots pièges dénommés. Durée de l'histoire 1 à 3 mn

1. raconter la décoration du sapin de Noël sans dire les mots SAPIN, GUIRLANDES et BOULES
2. raconter le même genre d'histoire de décoration de sapin de Noël sans dire les 3 mots concernant Noël les plus prononcés par l'enfant (noter sur une feuille blanche les 3 mots et placer devant l'enfant) et sans les trois mots cibles

La consigne est ensuite complexifiée en inhibition des catégories et des mots usuels. Le renforçateur utilisé dans cette activité est la sonnette.

✓ **Activité *Inhibitions des distracteurs***

Cette dernière action rééducative est réalisée sous forme multimodale. Deux recettes de cuisine, enregistrées et disponibles sous format papier, sont utilisées. L'objectif est de mobiliser le contrôle inhibiteur en réalisant une tâche qui est gênée par des informations auditives. Un premier item est destiné à automatiser la tâche puis cet item principal est associé à une tâche interférente. Les premières consignes sont précisées ci-après :

Inhibition des distracteurs.

Matériel : 30 jetons, 2 histoires à écouter de 2mn, 2 histoires écrites 2mn à la lecture

1^{ère} SEANCE LE-LA-LES :

1. je vais te faire écouter une recette de cuisine et je vais te prêter ces jetons. Ecoute bien cette recette. A chaque fois que tu entends LE-LA-LES, pose un jeton sur la table (29 jetons)
2. maintenant, on met les jetons de côté. Je vais te faire écouter à nouveau cette recette. A toi de compter dans ta tête le nombre de LE-LA-LES et de me dire à la fin combien tu en as compté en tout
3. maintenant, écoute toujours cette recette. Je vais poser des jetons un par un devant toi, à toi de les compter dans ta tête et de me dire à la fin de la recette combien tu en as compté en tout. **(faire 2 fois éventuellement)**
4. maintenant, je vais te donner cette feuille sur laquelle est notée une recette. A toi d'entourer le plus vite possible les LE-LA-LES sur la feuille. Je vais également remettre la recette à écouter en même temps.
5. on va refaire cet exercice avec cette nouvelle feuille, mais à la place d'entourer les LE-LA-LES, je voudrais que tu les comptes dans ta tête (34)
6. cette fois-ci, on enlève la feuille. Je vais remettre la recette et pendant celle-ci, je voudrais que tu me racontes ta journée d'aujourd'hui (depuis le petit déjeuner jusqu'à maintenant)
7. pour ce dernier exercice, je remets la recette et pendant celle-ci, je voudrais que tu me racontes une recette de gâteau que tu vas inventer ou que tu connais (comme un gâteau au chocolat par exemple)

L'ensemble des activités de l'axe rééducatif vient d'être présenté. Comme évoqué dans les données théoriques, le but de cet axe est de favoriser directement le contrôle inhibiteur. Néanmoins, des limites de cette approche se situent au niveau du faible transfert des acquis au

quotidien, limites qui peuvent être prises en compte en proposant une approche métacognitive. Celle-ci complète ainsi la suite du protocole expérimental :

5.5.2.2. La procédure métacognitive

Cette deuxième approche vise à améliorer la connaissance par le sujet de son propre fonctionnement et du TDAH. Constituée de 12 séances destinées à expliquer, identifier, comprendre le fonctionnement de l'inhibition et à accompagner le TDAH et les troubles d'inhibition, cette procédure est de haut niveau, car elle vise une réorganisation cognitive et le contrôle et la gestion volontaires, en développant les fonctions d'autocontrôle et en repérant les situations à risque sur le plan de l'inhibition. Ces dernières font ainsi l'objet d'un travail spécifique afin de faciliter la gestion des difficultés d'inhibition et de la résistance aux délais, tels que la gestion des oublis, des devoirs, des consignes multiples. Des séances sont également consacrées à l'aide à la mise en place d'aménagements pédagogiques en classe. L'objectif est d'expliquer, de séquentialiser, d'identifier des schémas d'action dans une perspective fonctionnelle d'amélioration de l'inhibition. Comme détaillée dans l'approche théorique, cette procédure s'inscrit dans une démarche bien plus écologique que la procédure rééducative car en lien avec l'environnement direct du patient (Seguin, Bussy & Des Portes, 2015). Elle présente également des limites, notamment en termes de difficultés d'automatisation des procédures et du fort coût cognitif pour le sujet et sa famille que représente la mise en place de stratégies alternatives. Sur le plan formel, le matériel est ludique, associant des supports papier-crayon, informatisés et des aides externes, tels que les pictogrammes par exemple.

Parmi les dispositifs métacognitifs, ce protocole prend appui sur un document de planification des activités destiné à engager le sujet de façon explicite. Chaque activité est présentée de façon imagée et séquentielle en stimulant la demande active explicite. Chaque séance débute par un rappel des activités de la séance précédente et se termine par une auto-évaluation du sujet sur le déroulement de sa séance et par la comparaison avec l'évaluation de la séance par l'expérimentateur. Le schéma de deux activités de 20 mn séparées par une pause de 5 mn est conservé. Des aides externes de type pictogramme sont proposées afin de caractériser le niveau attentionnel général du sujet, d'identifier et de gérer les comportements d'inhibition type « stop et think » (cartes d'inhibition). Au début de la première séance, les informations suivantes sont mentionnées :

Alors, installe toi.

Avant de commencer chaque séance, nous allons faire un petit jeu qui s'appelle le vent de l'attention. Pour être dans de bonnes conditions et se sentir le mieux possible, on va juste utiliser ce petit tissu blanc, qui ressemble à une voile de bateau et on va souffler dedans. Cela s'appelle le vent de l'attention. Je vais te montrer (l'expérimentateur souffle plusieurs fois dans le tissu blanc calmement). Regarde-moi faire. Allez, à toi. Voilà, on fera ce petit vent de l'attention en début de chaque séance.

Ce petit dispositif est destiné à marquer le début de la séance, à rappeler l'objectif du travail (l'attention) et à s'installer dans la séance. Il s'agit d'un dispositif métacognitif dans le sens de la prise de conscience de l'objectif de la séance.

Les séances métacognitives sont synthétisées dans le plan suivant et seront détaillées à la suite de celui-ci :

Tableau n°5.7. : Séances métacognitives

<i>Date de la séance</i>	<i>Numéro de séances</i>	<i>Type de modalité Cocher qd réalisé</i>	<i>Contenu</i>
	1		<i>Le TDAH c'est quoi ? (pp, livre)</i>
	2		<i>Reconnaître le TDAH (BD, vidéo, images situationnelles) + thermomètre de l'attention</i>
	3		<i>Séance 1 avec parents</i>
	4		<i>Reconnaissance du TDAH : situation+BD</i>
	5		<i>Stop and Go et image mentale 1 (Ecoute et dessine et métacognition)</i>
	6		<i>Image mentale 2 (Jean et Camille, voyage de Paul, revivre sa journée)</i>
	7		<i>Image mentale 3 (les plans, jeu de Kim, dessiner yeux fermés, métacognition)</i>
	8		<i>Séance 2 avec parents : retour sur mission, tableau d'efficacité/ aide à l'application des stops, diaporama sur conditions et attention</i>
	9		<i>Image mentale (self et transfert)</i>
	10		<i>Image mentale (self et transfert)</i>
	11		<i>Image mentale (self et transfert)</i>
	12		<i>Séance 3 avec parents</i>

Le déroulement de ce protocole en 12 séances comprend trois séances avec l'enfant et ses parents et 9 séances avec l'enfant seul.

Les séances métacognitives avec le sujet seul sont présentées ci-après :

Séance n°1 : *Le TDAH, c'est Quoi ?*

Cette première séance permet d'identifier l'attention et le TDAH en situation courante à l'aide d'un diaporama conçu spécifiquement pour cette séance (premières pages en annexe n°38). A la suite du diaporama, un travail métacognitif à l'aide de ce diaporama est initié à l'aide des questions suivantes :

- « Qu'est-ce que tu en penses » ?
- « Est-ce que tu as reconnu des choses qui peuvent t'arriver ? ou des choses qui ne t'arrivent pas » ?
- « Est-ce que tu as compris ce que c'est que le TDAH » ?
- « Est-ce que tu penses que ça te correspond » ?

Après la pause, la séance est poursuivie à l'aide du livre « mon cerveau a besoin de lunettes » (Vincent, 2010). L'expérimentateur lit l'ouvrage puis initie une discussion métacognitive sur l'ouvrage.

Séance n°2 : *le TDAH, c'est Quoi (2) ?*

Sur une thématique identique à la première séance métacognitive, d'autres supports multimédia sont proposés comme outils facilitant l'illustration, l'explication et l'identification du TDAH (vidéos « brainpop », « minuscules », et dessins en annexe n°39, 40 et 41). Après visualisation d'une vidéo ou d'un dessin, la situation est décryptée, analysée, les conséquences et les aides possibles discutées. Par ailleurs, cette séance fera l'objet de la présentation d'un outil qui sera utilisé pendant l'ensemble des séances suivantes. Il s'agit d'initier une démarche auto-évaluative concernant le « niveau » d'attention du sujet qui est invité à déterminer son niveau d'attention au travers d'une échelle (photo en annexe n°42). Cette échelle comprend différents niveaux ; des exemples du quotidien sont donnés pour représenter ces différents niveaux correspondant aux smileys. Cet outil externe sera utilisé en début et fin de séance. En fin de séance, l'expérimentateur donnera également son impression sur le niveau d'attention du sujet et un examen de la cohérence entre le niveau d'attention donné par le sujet et par l'expérimentateur sera discuté. Il sera notifié tout au long des séances (document en annexe n°43) permettant une comparaison entre les séances.

Les 3^{ème}, 8^{ème} et 12 séances sont effectuées avec les parents et sont décrites ensemble, à la suite des séances individuelles.

Séance n°4 : Reconnaissance du TDAH

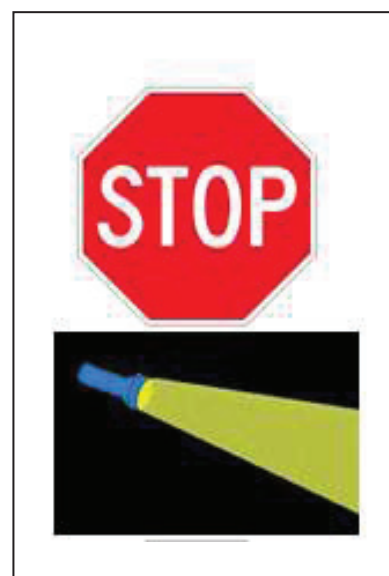
Cette séance fait le lien entre les situations vues précédemment (vidéos, diaporama, dessins) et une appropriation des informations. A l'aide d'un entretien semi-directif, l'expérimentateur invite le sujet à trouver des situations spécifiques :

- *Situations les plus faciles pour se concentrer*
- *Situations les moins faciles pour se concentrer*
- *Quelles sont les aides possibles pour se concentrer ?*
- *Qu'est-ce qu'on ressent quand on se concentre ?*
- *Trouver des situations de difficultés d'inhibition auditive, visuelle, au domicile et à l'école*

Après la pause, le sujet est invité à créer une bande dessinée mettant en scène un personnage avec des difficultés d'attention. Un document comprenant 8 cases pré-imprimées est fourni au sujet pour réaliser ses dessins. Une aide à la séquentialisation des étapes de la bande dessinée est apportée.

Séance n°5 : Mise en place de stratégies

Des pictogrammes sont proposés au sujet lors de cette séance, permettant d'identifier les différentes étapes du contrôle inhibiteur. Ces différentes étapes sont mimées en séance. Le document suivant est mis à disposition pour l'ensemble des séances suivantes, deux pictogrammes en sont soustraits et sont donnés au sujet pour les insérer dans sa trousse d'école afin de faciliter le transfert du dispositif dans l'environnement du sujet.



La deuxième partie de cette séance aborde l'image mentale et la métacognition de cette activité (que se passe-t-il quand on se fait une image dans sa tête ? que voit-on ? la couleur ? la taille ?...). Un premier jeu intitulé « écoute et dessine » permet d'introduire cette activité. Lors de ce jeu, une histoire se déroulant en montagne est racontée au sujet qui a les yeux fermés. A la suite de la lecture, celui-ci est invité à dessiner le paysage qu'il a imaginé dans cette histoire. Il est précisé au sujet que cette activité peut être une possibilité pour ralentir le traitement et freiner l'impulsivité. Cette activité a pour objectif de renforcer le discours internalisé, la limitation des distracteurs visuels, l'organisation de stratégies explicitées avec l'expérimentateur et l'auto-feed-back (auto-retour sur l'activité).

Séances n°6 et 7 : *Image mentale*

Ces deux séances proposent des activités identiques avec un gradient de complexité pour renforcer les objectifs précédemment décrits : des jeux de Kim, des jeux d'itinéraires, des plans et des représentations spatiales sont ainsi utilisés. Une perspective de transfert est systématiquement proposée pour le quotidien (devoirs, géométrie, représentation d'une activité, du cartable...).

Séances n°9,10 et 11 : *Image visuelle dynamique*

Ces séances sont destinées à l'appropriation des techniques d'image mentale (*self-imaging*, Vallat-Azouvi & Le Bornec, 2013) au travers d'une image mentale personnelle : se faire une image d'un épisode vécu, se représenter soi-même dans une scène, se représenter un mot avec degré d'imagerie faible à fort, un objet, une situation, visualiser un schéma, une phrase, en faire un dessin, un récit, une représentation... Lors de la séance 11, une synthèse de l'ensemble des techniques présentées dans le protocole, est effectuée. Le sujet est invité à les classer en fonction de leur facilité d'utilisation et des bénéfices éventuels ressentis. Pour finaliser ce protocole, l'expérimentateur demande au sujet ce qu'il pourrait conseiller comme aide à un camarade ayant un TDAH. Une discussion de synthèse finalise la séance.

✓ Les séances familiales (séances 3-8-12) d'intégration socio-familiale s'attachent à identifier l'inhibition en situation courante et à gérer leurs répercussions au quotidien. Chaque séance comprend un diaporama (1ères pages en annexe n°31).

- La première séance familiale (n°3) utilise un diaporama comme support à un entretien qui se veut ouvert et interactif. Il permet d'aborder la définition du TDAH, la

recherche dans ce trouble, sa prévalence, les fonctions attentionnelles et leur utilisation au quotidien, les répercussions de ce trouble, l'organisation des devoirs, la gestion des consignes et des oublis. Une vidéo d'accès libre produite par l'Hôpital Rivière des Prairies (Montréal, capture d'écran en annexe n°32) est visionnée pour aborder le fractionnement des consignes et la limitation des informations. Deux points sont également discutés :

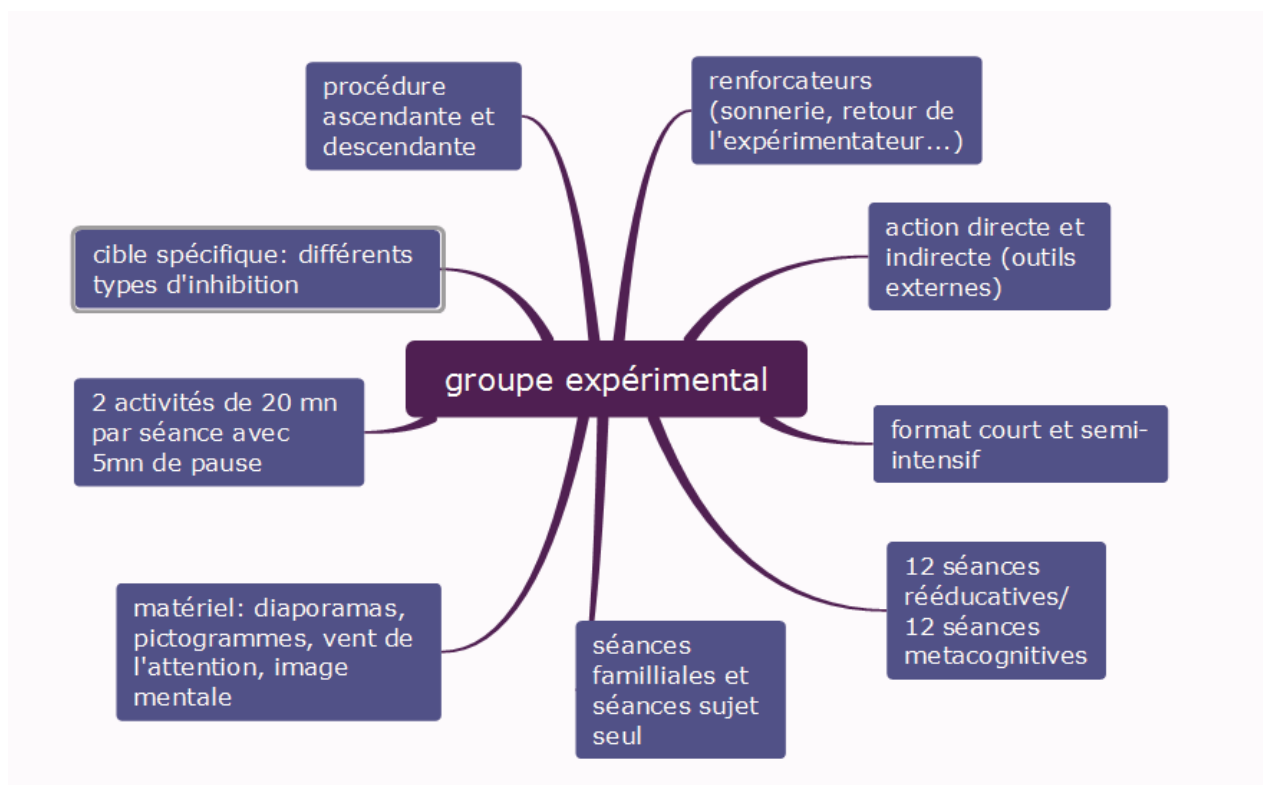
- l'identification d'une situation difficile au quotidien en lien avec les difficultés d'inhibition (rangement de la chambre, oublis, préparation du sac de sport, gestion du temps de devoirs...). Après sélection par la famille de cette situation, un travail collaboratif est effectué pour fractionner cette situation. Le fractionnement de cette situation est dessiné sous forme d'un tableau (brouillon en direct) qui sera ensuite formalisé (tableau sous *Word*, plastifié) par l'expérimentateur et remis lors de la prochaine séance pour une utilisation quotidienne au domicile (exemple en annexe n°33). Cette action est nommée « mission ».
 - les aménagements pédagogiques sont également spécifiés. La séance permet de vérifier si ceux-ci sont déjà mis en place et si certains sont à renforcer. Afin de donner les mêmes informations pour tous les sujets, un document réalisé avec une enseignante spécialisée présentant les aménagements pédagogiques dans le TDAH est fourni aux parents à destination de l'enseignant du sujet (document en annexe n°34).
- La seconde séance familiale reprend dans un premier temps l'ensemble des informations données lors de la première séance et notamment :
- La mise en place de la « mission » à l'aide d'un tableau de fractionnement formalisé de cette mission avec un agenda d'efficacité des missions au quotidien comme support (document en annexe n°35).
 - La mise en place des aménagements pédagogiques en classe
 - La gestion des consignes au domicile

Puis, un second diaporama est utilisé comme support à la discussion afin d'aborder les sujets connexes à l'attention : sommeil, rythme, cycle attentionnel, association émotion et attention (capture d'écran en annexe n°36). Il permet de traiter ces sujets fréquents en consultation pour TDAH dans un entretien ouvert et participatif.

- La troisième séance familiale permet de discuter avec les parents et l'enfant de l'efficacité de la mission et d'améliorer le dispositif si besoin. En cas d'automatisation et de bénéfice du dispositif, celui-ci est proposé pour une seconde mission à l'initiative des parents. Les notions abordées au travers du second diaporama sont rediscutées. Un dernier diaporama est utilisé pour travailler sur la gestion du temps (*timer*, montre), les pauses, les écrans, le circuit attention/ motivation ; Une synthèse de tous les outils utilisables en fin de protocole (capture d'écran en annexe n°12) est réalisée.

Après la présentation des séances, une synthèse du contenu du groupe expérimental est présentée ci-après :

Diagramme n°5.2. : Synthèse du contenu du groupe expérimental



5.6. Recueil des données, nombre de sujets nécessaires, appariement et analyse statistique

Les données issues des bilans pré et post intervention sont recueillies dans le cahier d'observation (annexe n°15). Les résultats sont ensuite saisis sous fichier Excel puis traités par le logiciel statistica ou Xlstat. Monsieur Eric Berthonnaud, ingénieur à la recherche et directeur de l'unité de recherche clinique de l'Hôpital Nord-Ouest de Villefranche, est également sollicité pour vérification des résultats.

Afin de calculer le nombre de sujets nécessaires, une estimation de l'évolution du critère principal de jugement a été formulée. Concernant le groupe expérimental, un bénéfice de 40% a été déterminé alors qu'il a été estimé à 20% pour le groupe contrôle. Le risque de première espèce à 5% et une puissance à 80% avec un test unilatéral (sens connu de la différence attendue) ont été sélectionnés (calcul Biosta TGV). Ainsi, un total de 36 sujets sont nécessaires (18 sujets dans chaque groupe).

Les sujets ont été appariés en âge. Deux tranches d'âge ont été sélectionnées (tranche 1 : 9-10 ans, tranche 2 : 11-13 ans). Dans le groupe expérimental, 12 sujets composaient la tranche 1 et 6 la tranche 2. La répartition était identique dans le groupe contrôle

Au niveau du genre, le groupe expérimental a été constitué de 12 garçons et de 6 filles, le groupe contrôle de 15 garçons et de 3 filles nécessitant une analyse post-interventionnelle pour vérifier l'éventuel impact du genre.

5.7. Questions éthiques, biais et difficultés dans l'étude

Lors de l'élaboration de cette étude, différentes questions éthiques, ou biais, ont été soulevées et sont appréciées ci-après :

✓ Contenu du groupe contrôle

Comme évoqué dans le chapitre sur les facteurs étudiés, la constitution du groupe contrôle a été confrontée à un certain nombre de contraintes concernant :

- une proposition de contenu éthiquement acceptable, c'est-à-dire une prise en compte du nombre de séances (24 de 45 minutes) afin de ne pas générer de perte de temps ou de chances

- une proposition de contenu congruent avec l'âge, le statut cognitif et l'emploi du temps des sujets scolarisés normalement

✓ *Implication du format court et semi-intensif*

Observé dans la revue de la littérature, le format court et semi-intensif est le plus fréquent. Son intérêt clinique est une mobilisation regroupée sur une période limitée des ressources de la famille, du patient et du clinicien. Néanmoins, deux points critiques sont à évoquer :

- ce format court et semi-intensif peut être principalement déterminé par les contraintes de la recherche ; effectivement, une étude contrôlée relative à une rééducation cognitive d'une durée de plus d'une année peut être difficile à mettre en œuvre. Ainsi, ce format adapté aux contraintes de recherche n'est peut-être pas cohérent avec des nécessités rééducatives réelles.

- parallèlement à cela, la réalisation des séances a fait émerger les difficultés pour les familles à se mobiliser deux fois par semaine - principalement sur le plan pratique (trajets, disponibilités des parents, réalisation des devoirs, activités extra-scolaires, garde des frères et sœurs) - questionnant ainsi la possibilité de transfert de ce type de rééducation en routine clinique. Notons que ce transfert serait éventuellement facilité par des lieux rééducatifs proches du domicile ou de l'établissement scolaire.

✓ *Biais de motivation des sujets*

Concernant les biais de sélection et biais de non-réponse, nous pouvons évoquer que les patients acceptant d'intégrer une étude ne constituent pas un échantillon représentatif. En effet, les participants et leur famille acceptant de se rendre deux fois par semaine à l'Hôpital pour 45 minutes de séances se montrent disponibles et présentent un intérêt particulier et une motivation initiale pour réaliser l'étude. Cette motivation génère naturellement un biais de sélection des patients et un possible impact dans les résultats, bien que l'on puisse noter que ce biais de motivation est partiellement limité par la gratuité des séances (accès pour tous) et par la diversité des lieux de recrutement (hospitalier et cabinets libéraux).

✓ *Limite du nombre de sujets pour des calculs statistiques*

L'objectif de l'étude de groupe dans ce travail était de s'affranchir de l'étude de cas. Le calcul du nombre de sujets nécessaires a permis de déterminer une petite quarantaine de sujets. Néanmoins, ce nombre ne permettra pas l'utilisation des statistiques de groupe, ni de tests plus puissants.

✓ *Cohérence développementale et limites de la métacognition dans le TDAH*

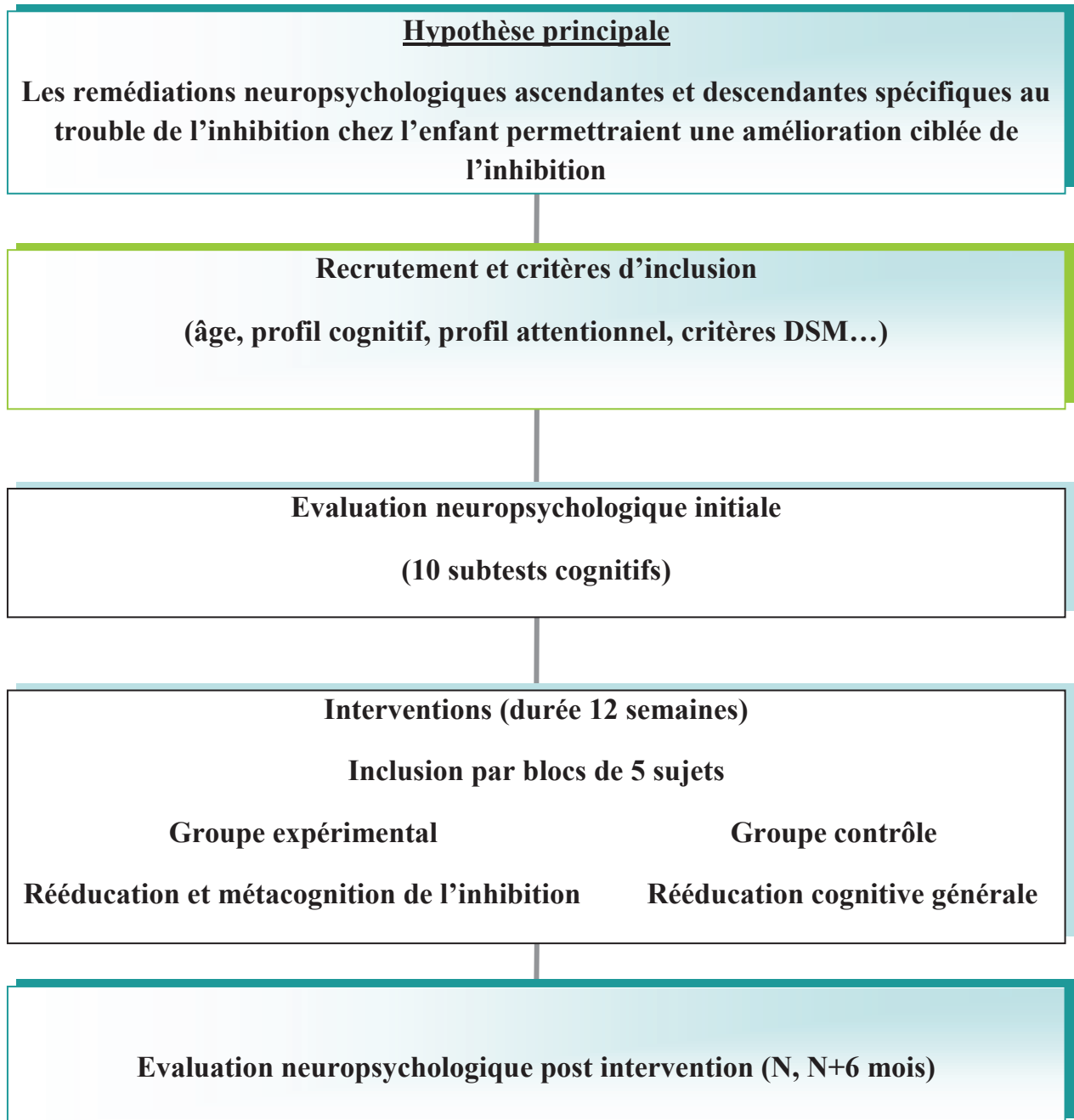
Cette étude s'attache à faire des choix de procédures rééducatives dans le TDAH en les examinant et en les décryptant. Des réserves sont soulignées quant au choix de la métacognition dans le cadre du TDAH. Bien que présente dans la revue de la littérature en rééducation dans le TDAH et sélectionnée dans cette étude, cette procédure sollicite largement les fonctions exécutives, notamment pour le contrôle, la mise en place de stratégies, l'autoréflexion et la « méta-attention ». Ces fonctions exécutives, typiquement déficitaires dans le cadre du TDAH, ne peuvent donc pas être le facteur opérant unique d'une prise en charge du TDAH.

5.8. Réglementation

Soumise au comité d'éthique de l'Hôpital Nord-Ouest de Villefranche sur Saône en juin 2013 et obtenant l'autorisation du CPP Lyon Sud-Est en octobre 2013 (annexe n°16), cette recherche a débuté en 2013 pour se terminer en 2017. Des déclarations CNIL et clinical.gov ont également été effectuées (annexes n°17 et 18). Les critères SPIRIT ont également été renseignés pour l'article de BMC psychiatry (annexe n°19).

En conclusion, un diagramme synthétisant cette partie méthodologique est présenté ci-après :

Diagramme n°5.3. : Synthèse du plan de l'étude



CHAPITRE 6 : RESULTATS

Avant de présenter les résultats, une description des deux groupes va permettre d'introduire le traitement des données.

6.1. Description des sujets des deux groupes

Pour rappel, 36 sujets ont été inclus dans l'étude (18 par groupe). La présentation des caractéristiques des deux groupes est détaillée dans le tableau suivant :

Tableau n°6.1. : Description des caractéristiques des sujets des deux groupes

sujets	Groupe expérimental					Groupe contrôle				
	Age	genre	ICV	Nombre de subtests pathologiques au bilan initial		âge	genre	ICV	Nombre de subtests pathologiques au bilan initial	
1	10 ans & 4 mois	M	101	14		10 ans & 11 mois	M	114	5	
2	9 ans & 4 mois	F	80	18		9 ans & 10 mois	M	100	9	
3	13 ans & 5 mois	M	116	7		13 ans & 7 mois	M	115	6	
4	10 ans & 2 mois	M	85	11		11 ans & 8 mois	M	106	7	
5	10 ans & 6 mois	F	90	7		13 ans	M	101	13	
6	10 ans & 4 mois	F	114	8		9 ans & 7 mois	M	112	5	
7	10 ans & 8 mois	M	98	10		9 ans & 3 mois	M	94	5	
8	9 ans & 3 mois	M	115	10		13 ans & 1 mois	M	108	4	

9	mois						mois					
	12 ans & 7 F	90	4				10 ans	M	114	6		
10	mois											
	11 ans & 4 F	115	8				9 ans & 4 F		103	12		
11	mois											
	10 ans & 1 F	103	12				9 ans & 3 M		90	5		
12	mois											
	9 ans & 9 M	95	8				10 ans & 2 F		96	19		
13	mois											
	11 ans & 5 M	94	10				9 ans & 7 M		103	8		
14	mois											
	10 ans & 6 M	94	11				9 ans & 10 M		88	17		
15	mois											
	11 ans & 1 M	86	7				12 ans & 3 M		108	4		
16	mois											
	9 ans & 11 M	114	10				12 ans & 2 M		115	4		
17	mois											
	12 ans & 5 M	99	8				9 ans & 2 F		100	15		
18	mois											
	10 ans & 9 M	99	8				9 ans & 2 M		106	5		
moyenne	mois											
	10 ans & 7 6F/12M	99,3	9,5				10 ans & 4 3F/15M		104,05	8,2		
	mois (129,2mois)						mois (125,2mois)					

Au sein de ce tableau descriptif, on relève que la moyenne d'âge est de 10 ans et 7 mois pour le groupe expérimental et de 10 ans et 4 mois pour le groupe contrôle. La moyenne de l'ICV est de 99 pour le groupe expérimental et de 104 pour le groupe contrôle. On note la présence plus importante de filles que de garçons dans le groupe expérimental comparativement au groupe contrôle, ce qui donnera lieu à une analyse à postériori.

Pour exposer les résultats de ce travail, nous présenterons en premier lieu l'analyse du critère principal de jugement puis celle de l'ensemble des résultats et des critères secondaires et enfin celle des mesures complémentaires.

6.2. Critère principal de jugement

Pour rappel, le critère principal de jugement est un score composite de 26 points, constitué du nombre de scores pathologiques obtenus aux différents tests cognitifs sélectionnés pour évaluer les processus d'inhibition. Afin de représenter les différentes modalités d'inhibition, 10 tests utilisés en pratique clinique ont été proposés aux sujets inclus dans l'étude avant et après l'intervention. Les résultats pathologiques sont ainsi comptabilisés et comparés. Les résultats présentés ci-après concernent l'évaluation après l'intervention ; ceux obtenus 6 mois

après l'intervention feront l'objet d'une présentation à la fin de ce chapitre. Les résultats sont déclinés en premier pour le groupe expérimental, en second pour le groupe contrôle et enfin en comparaison intergroupe.

6.2.1. Groupe expérimental

Dans le groupe expérimental, une première analyse descriptive de la répartition des résultats est exposée ci-après :

Tableau n°6.2. : Répartition descriptive des résultats du groupe expérimental

Groupe expérimental	Analyse descriptive	
	Avant l'intervention	Après l'intervention
Nb. d'observations	18	18
Minimum subtests pathologiques	4	1
Maximum subtests pathologiques	18	14
1er Quartile	8	4
Médiane	9	5,50
3ème Quartile	10,75	7,75
Moyenne	9,50	5,77
Ecart-type (n-1)	3,11	3,19

Les sujets de ce groupe présentent ainsi en moyenne 9,5 subtests pathologiques avant l'intervention (médiane : 9/ET : 3,1) et 5,7 après (médiane : 5,5/ET : 3,1). La différence entre le nombre de subtests pathologiques obtenus par les sujets avant et après l'intervention est significative dans le groupe expérimental [Test de Student pour deux échantillons appariés : $p < 0.001$, H_0 non rejetée]. Les participants du groupe expérimental présentent donc moins de difficultés d'inhibition objectivées dans les tests cognitifs après l'intervention.

L'évolution par sujet est exposée ci-après. Pour plus de lisibilité, le premier schéma présente le critère principal de jugement de façon bidimensionnelle (avant/après), le second en évolution comparée :

Diagramme n°6.1. : Nombre de scores pathologiques obtenus par chaque sujet du groupe expérimental avant/après

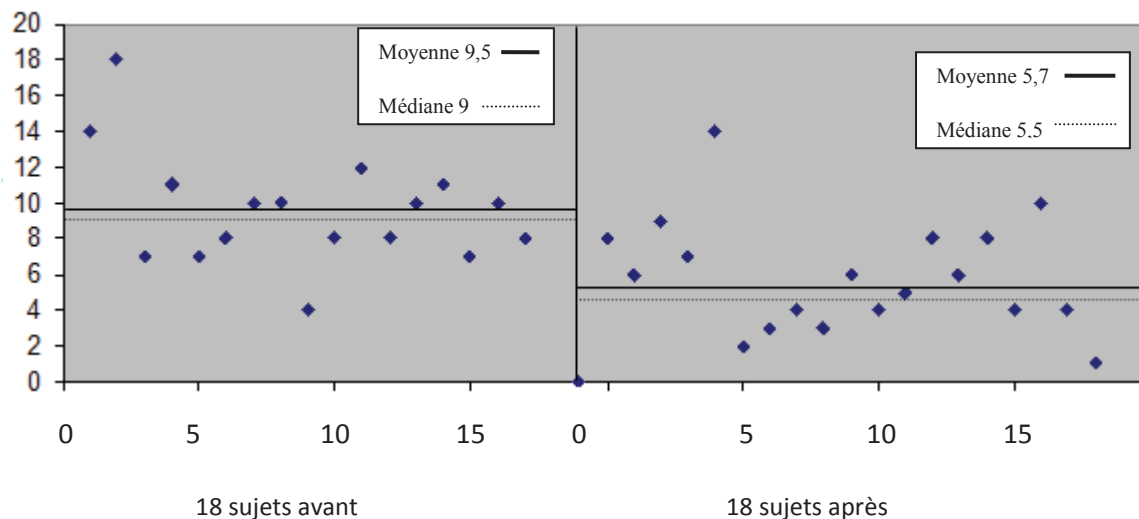
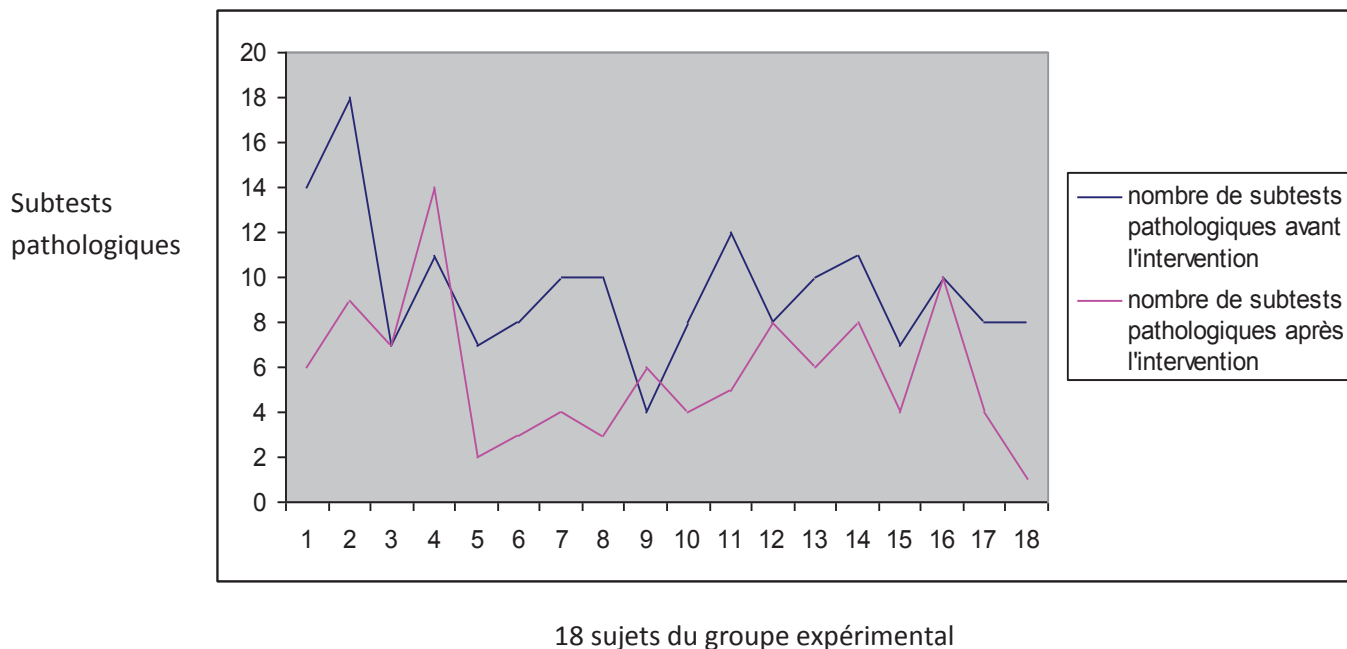


Diagramme n°6.2. : Evolution comparée du nombre de subtests pathologiques par sujet avant et après l'intervention dans le groupe expérimental



Dans le détail, on relève que le sujet 002-2013 présente 14 scores déficitaires avant l'intervention et 6 après. Il obtient 14 résultats déficitaires aux épreuves du cogner-frapper (1

score), d'attention sélective (4 scores) de la NEPSY, du Stroop (1 score), du Go No Go (1 score) et de l'épreuve d'incompatibilité (2 scores) de la TAP, des mondes contraires (1 score) et de marche-arrête (1 score) de la TEA-ch, et d'inhibition de la NEPSY2 (3 scores) avant l'intervention. Après celle-ci, il présente donc 6 résultats pathologiques observés à l'épreuve d'inhibition (NEPSY2), à l'épreuve de Mondes Contraires (1 score), à l'épreuve d'incompatibilité (1 score), à l'épreuve de Stroop (1 score), à l'épreuve d'attention auditive de la NEPSY (1 score) et un à l'épreuve de la Statue (1 score).

Initialement lissée par le calcul de la moyenne et par le calcul de groupe, l'évolution n'est cependant pas identique pour l'ensemble des sujets. Pour exemple, le patient 004-2013 présente 11 subtests pathologiques avant l'intervention et 14 après. La présentation des résultats s'attachera dans la suite de ce chapitre à prendre en compte la variabilité des évolutions interindividuelles.

6.2.2. Groupe contrôle

Parallèlement à l'analyse des résultats du groupe expérimental, celle du groupe contrôle est exposée dans le tableau ci-après :

Tableau n°6.3. : Répartition descriptive des résultats du groupe contrôle

Groupe contrôle	Analyse descriptive	
	Avant intervention	Après intervention
Nb. d'observations	18	18
Minimum subtests pathologiques	4	1
Maximum subtests pathologiques	19	12
1er Quartile	5	4,25
Médiane	6	6
3ème Quartile	11,25	7,75
Moyenne	8,27	6
Ecart-type	4,81	2,72

Comme nous allons le voir, au sein du groupe contrôle, le nombre moyen de scores pathologiques diminue également après l'intervention. Les sujets de ce groupe présentent en moyenne 8,2 subtests pathologiques avant l'intervention (médiane : 6/ET : 4,8) et 6 après (médiane : 6/ET : 2,7). La différence, entre la moyenne obtenue avant et après l'intervention, est significative dans le groupe contrôle [Test de Student pour deux échantillons appariés : $p=0.008$, H_0 non rejetée]. Les sujets du groupe contrôle montrent moins de difficultés d'inhibition objectivées dans les tests cognitifs après l'intervention.

En revanche, contrairement au groupe expérimental, la médiane n'évolue pas. Cela signifie qu'il y a autant de sujets avec un critère principal de jugement supérieur et inférieur à 6 avant et après l'intervention dans le groupe contrôle, ce qui n'est pas le cas du groupe expérimental. La dispersion des scores plus importante dans le groupe contrôle que dans le groupe expérimental (4,8 ET avant l'intervention pour le groupe contrôle ; 3,1 ET pour le groupe expérimental) pourrait être en lien avec la stabilité de cette médiane.

De façon similaire à la description des résultats du groupe expérimental, deux schémas avec les données séparées et l'évolution comparée illustrent ci-après la répartition des résultats.

Diagramme n°6.3. : Nombre de scores pathologiques obtenus par chaque sujet du groupe contrôle avant/après

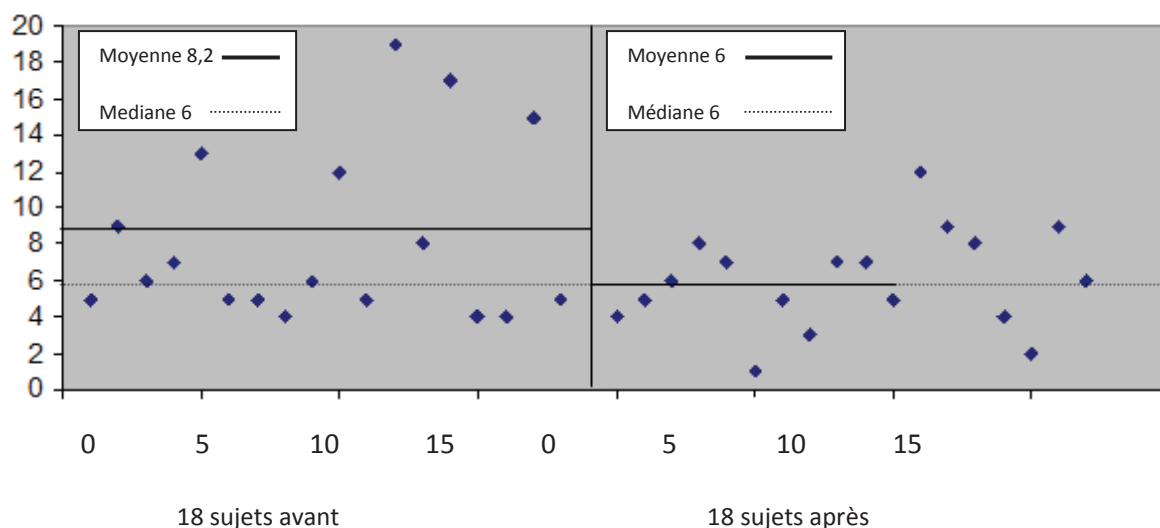
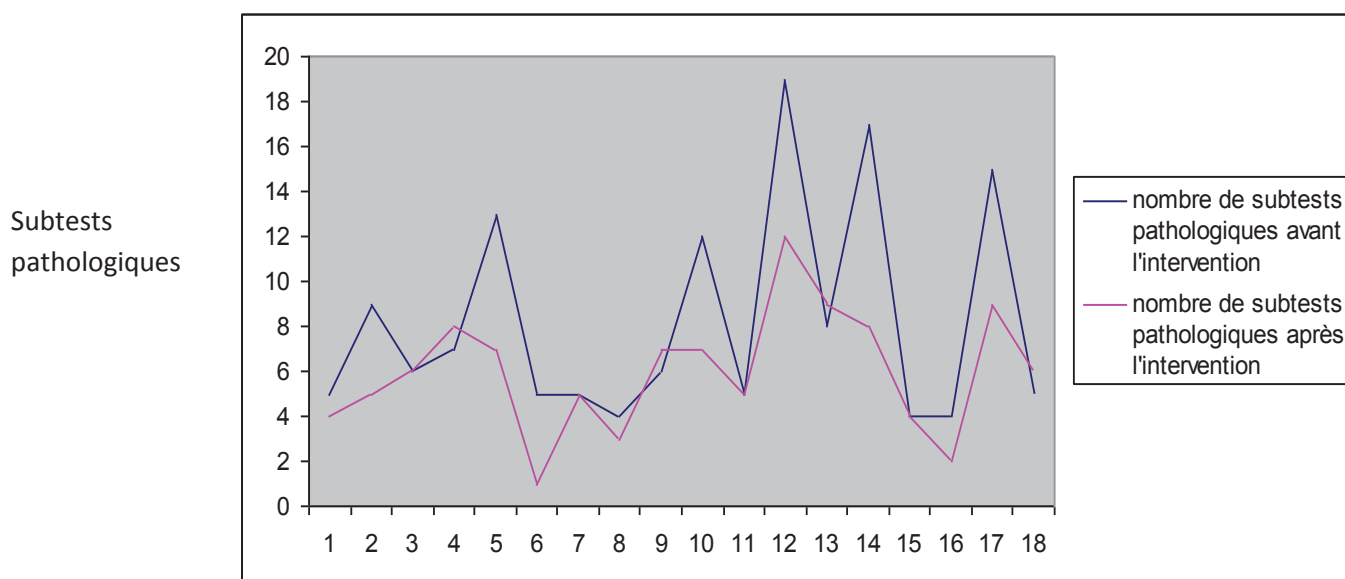


Diagramme n°6.4. : Evolution comparée du nombre de subtests pathologiques par sujet avant et après l'intervention au sein du groupe contrôle

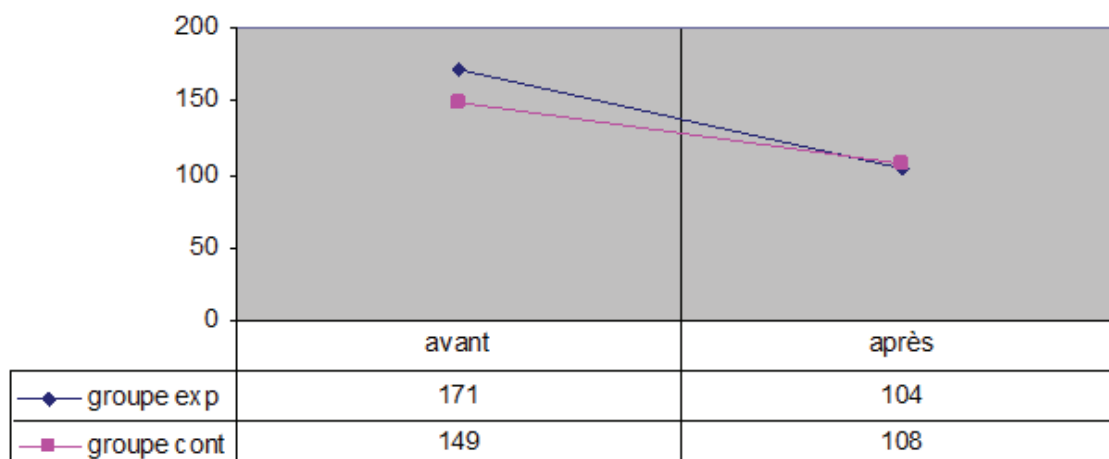


18 sujets du groupe contrôle

6.2.3. Comparaison intergroupes

Les analyses précédentes montrent que les deux groupes évoluent de façon significative après l'intervention expérimentale et l'intervention contrôle. L'évolution du groupe expérimental (au total, 171 scores pathologiques avant/104 scores pathologiques après) et celle du groupe contrôle (149/108) est illustrée dans le schéma ci-après :

Diagramme n°6.5. : Comparaison de l'évolution du nombre total de subtests pathologiques pour les deux groupes



Une différence significative n'a pas pu être retrouvée entre l'évolution des deux groupes [comparaison des moyennes obtenues par les deux groupes, Test de Student pour deux échantillons : $p=0.206$]. La comparaison du critère principal de jugement dans les deux groupes ne permet donc pas, à ce niveau d'analyse, d'objectiver des évolutions différentes dans les deux groupes.

Afin d'examiner plus précisément ces données, une confrontation de l'ensemble des résultats obtenus à l'ensemble des tests pour chaque groupe est proposée ci-après. Il ne s'agit plus du critère principal de jugement défini par le nombre de subtests pathologiques, mais de l'analyse des scores obtenus. Nous examinerons ainsi le détail des résultats, l'évolution de chaque groupe et les critères associés.

6.3. Examen de l'ensemble des résultats obtenus

Afin d'examiner l'ensemble des résultats, nous présentons, dans le tableau suivant, le détail des scores par tests obtenus pour les deux groupes (en grisé les scores utilisés dans le critère principal de jugement). L'analyse de ces données est ensuite argumentée.

Tableau n° 6.4.: Détails des résultats

Subtests	Groupe expérimental			Groupe contrôle			Diff après intervention expe/cont
	Moyenne avant	Moyenne après	comparaison p	Moyenne avant	Moyenne après	Comparaison p	Comparaison p
Tour (NEPSY1)							
NB	8,2	11,9	*0,003	9,7	12,2	*0,002	NS (0,397)
NS	6,8	9,4	*0,015	7,7	9,7	*0,002	NS (0,615)
Cogner-frapper (NEPSY1)							
NB	28,2	29,1	NS	28,2	28,5	NS	NS (0,417)
Statue (NEPSY1)							
NB	20,5	26	*0,011	23,6	24,7	NS	*0,044
Attention auditive (NEPSY2)							
Condition 1 NB	27,6	39,2	*0,005	28,2	35,3	*0,013	NS (0,331)
Condition 1 NS	6,6	8,3	* 0,007	6,7	7,5	NS	NS (0,199)
Condition 1 omission NB	5,2	1,6	*0,050	2	1,05	NS	NS (0,142)
Condition 1 FA NB	3,2	0,1	*0,039	2,8	0,4	NS	NS (0,740)
Condition 2 NB	17,1	27,7	*<0,0001	23,2	29	*0,040	NS (0,238)
Condition 2 NS	5,2	6,3	*0,028	6,05	6,6	NS	NS (0,416)
Condition 2 omission NB	5,6	3,3	NS	4,3	2,4	*0,021	NS (0,810)
Condition 2 FA NB	6,6	2,7	*0,030	4,6	2,2	*0,029	NS (0,442)
Stroop (condition 4)							
NB	22,2	24,2	NS	23,3	25,5	NS	NS (0,963)
NS	-1,2DS	-1,2DS	NS	-1,1	-1,0	NS	NS (0,854)

Go no Go (TAP)							
Total TT	1191	1247	NS	1236	1231	NS	NS (0,342)
Total R réponses correctes	42	43,2	NS0,114	42,3	42,8	NS0,361	NS (0,361)
Total RF+omission	8,2	4,9	*0,023	11,5	10,2	NS0,729	NS (0,598)
Incompatibility (TAP)							
TT	634,6	689,8	NS	633,7	620,8	NS0,799	NS (0,316)
Réponses correctes	43,1	45,6	NS	47,6	50,9	NS0,256	NS (0,841)
R F+Omission +Ab	16,3	12,6	NS 0,106	12,7	9,2	NS0,100	NS (0,941)
Mondes Contraires (TEA-ch)							
NB	39,6	28,3	*0,001	34,1	28,3	*0,006	NS (0,119)
NS	6,5	9,4	*<0,0001	7	9,6	*0,039	NS (0,835)
Marche/Arrête (TEA-ch)							
NB	9,5	14,2	*0,007	12,2	12,3	NS0,625	*0,045
NS	4,3	7,4	*0,037	5,6	5,6	NS0,955	NS (0,078)
Inhibition (NEPSY2)							
NB denomination	57,2	48,5	*0,000	52,9	49,3	*0,027	*0,038
NS denomination	7,6	9,5	*0,002	8,6	9,4	NS0,177	NS (0,140)
NB inhibition	82,1	64,2	*0,001	78,9	72	NS0,083	*<0,0001
NS inhibition	7,8	10,2	*0,009	8,6	8,8	NS0,787	NS (0,068)
NB changement	123,5	110,1	*0,003	114,1	108,4	NS0,164	NS (0,167)
NS changement	7,9	13	NS0,166	9,6	9,7	NS0,921	NS (0,166)
NB erreur	23	13,3	*0,007	22,7	15,6	*0,020	NS (0,540)
NS erreur	5,9	8,4	*0,011	6,1	7,4	NS0,081	NS (0,282)
Nombre de scores évoluant de façon significative / Total scores		22/32			10/32		Diff*0,002

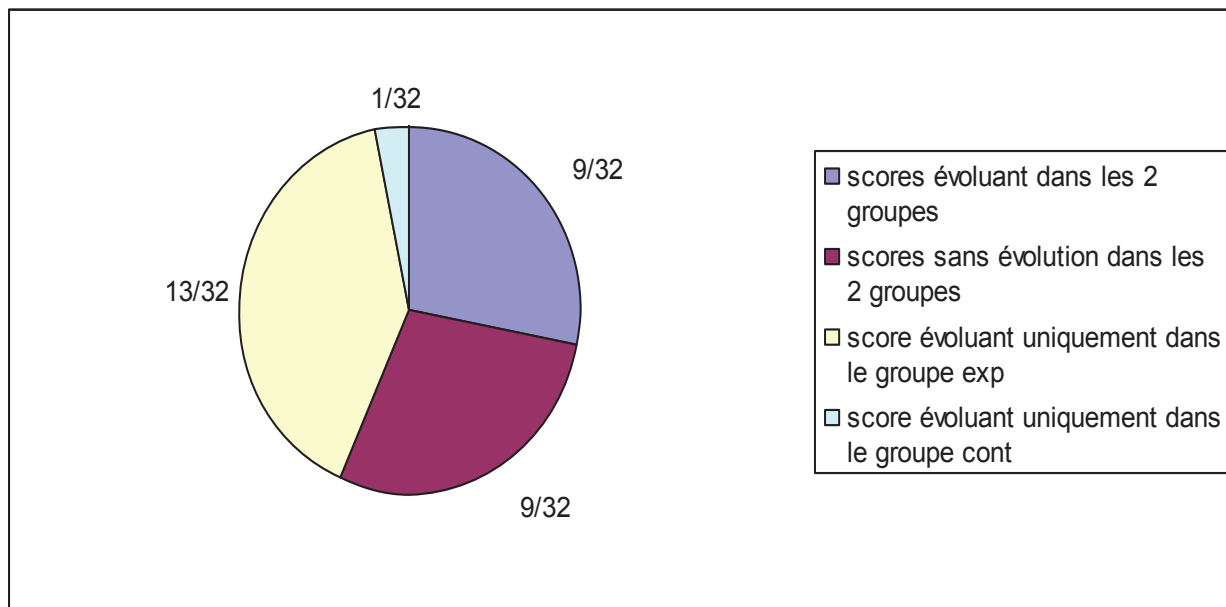
L'analyse de l'ensemble des résultats montre que :

✎ Conformément au score composite du critère principal de jugement, des améliorations significatives sont observées après l'intervention dans les deux groupes.

✎ Tous les tests n'évoluent pas de façon similaire : certains sont sensibles au changement (tels que les subtests d'attention auditive, Tour de la NEPSY, mondes contraires de la TEA-ch) alors que d'autres ne le sont pas (comme les subtests du Cogner-frapper de la NEPSY, Test de Stroop, Incompatibilité de la TAP). Sur le plan qualitatif, l'évolution est observée dans les épreuves sollicitant le contrôle inhibiteur lorsqu'un stimulus ou une consigne interférente sont rajoutés lors de l'épreuve (Statue de la NEPSY, Marche-Arrete TEA-ch, Inhibition de la NEPSY2), alors que les épreuves avec forte sollicitation de la flexibilité, changement de consigne ou interférences entre les stimuli se montreraient moins sensibles à l'évolution (Cogner-Frapper de la NEPSY, Incompatibilité TAP, test de Stroop). On retrouve ainsi 4 trajectoires possibles : des scores s'améliorant dans les deux groupes (9/32) des scores ne présentant aucune amélioration quel que soit le groupe (9/32), et des scores s'améliorant seulement dans l'un des groupes (expérimental (13/32)

ou contrôle (1/32)). L'analyse de ces évolutions indique donc que l'effet des interventions n'est pas observé dans l'ensemble des tests.

Diagramme n°6.6.: Evolution des scores selon les groupes



➤ Seules 4 différences significatives entre l'évolution du groupe expérimental et celle du groupe contrôle sont retrouvées sur les 32 calculées. On peut citer à titre d'exemple le subtest de la Statue (différence significative pour le groupe expérimental mais pas pour le groupe contrôle et différence significative entre les deux groupes). On relève que ces 4 différences sont relativement isolées parmi l'ensemble des comparaisons. En revanche, le nombre de scores évoluant de manière significative se révèle plus important dans le groupe expérimental (22/32) que dans le groupe contrôle (10/32) (diff*0,002). L'analyse des différences entre ces deux groupes n'est pas univoque et ne peut pas être réduite à un seul résultat. Elle nécessite donc de prendre en compte différents critères et différents niveaux d'analyse.

L'examen de l'ensemble des résultats a montré qu'une amélioration significative a été relevée dans le critère principal de jugement, et ce dans les deux groupes. L'analyse par score permet de relever que l'évolution n'a pas été observée dans l'ensemble des subtests, ce qui attire l'attention du chercheur et du clinicien sur l'importance du choix d'un test et du risque du test unique. Elle souligne également quelques arguments en faveur de l'évolution du groupe expérimental (plus de scores améliorés dans le groupe expérimental/groupe contrôle ou

nombre de scores évoluant uniquement dans le groupe expérimental par exemple). Néanmoins, on constate que ces arguments ne sont pas étendus à l'ensemble des résultats, relativisant ainsi ceux-ci. Afin de poursuivre cet examen de résultats, nous allons ensuite analyser le critère secondaire de jugement.

6.4. Critère secondaire de jugement

Sélectionné pour la précision informatisée des résultats et pour la fréquence de son utilisation dans les recherches sur l'inhibition, le subtest de Go No Go (TAP) permettant d'observer l'inhibition d'une réponse non pertinente a été défini comme critère secondaire de jugement. Trois critères sont disponibles dans ce test : la vitesse de traitement, le nombre de réponses correctes et le nombre d'erreurs. Pour rappel, les résultats détaillés sont présentés à nouveau ci-après :

Tableau n°6.5. : Résultats obtenus au subtest Go No Go (TAP) pour les deux groupes

Subtests	Groupe expérimental			Groupe contrôle			Diff après intervention expe/cont
	Moyenne avant	Moyenne après	comparaison <i>p</i>	Moyenne avant	Moyenne après	Comparaison <i>p</i>	Comparaison <i>p</i>
Go no Go (TAP)							
Total TT (ms)	1191	1247	NS	1236	1231	NS	NS
Total R réponses correctes	42	43,2	NS	42,3	42,8	NS	NS
Total RF+omission	8,2	4,9	*0,023	11,5	10,2	NS	NS

Aucune différence significative n'a pu être retrouvée concernant le temps de traitement et le nombre de réponses correctes, et ce dans les deux groupes. En revanche, le nombre de fausses alarmes et d'omissions a diminué de façon significative uniquement dans le groupe expérimental, alors qu'aucune différence n'est relevée dans le groupe contrôle. Bien qu'apportant des informations limitées sur le plan quantitatif, la diminution du nombre de fausses alarmes et d'omissions fournit des informations qualitatives sur l'évolution du profil d'inhibition : la vitesse de traitement n'est pas modifiée après l'intervention mais le contrôle inhibiteur, c'est-à-dire l'inhibition des réponses non pertinentes, s'améliore dans le groupe expérimental. Cette évolution de l'inhibition pourrait alimenter des perspectives théoriques et rééducatives dans le TDAH.

6.5. Analyse des critères qualitatifs

Pour rappel, afin de recueillir des données qualitatives et écologiques, deux questionnaires ont été proposés dans cette étude. Il s'agit du questionnaire de la BRIEF et de celui de satisfaction et de qualité de vie dont l'analyse est présentée ci-après :

6.5.1. Questionnaire de la BRIEF

Au sein de la BRIEF, nous allons examiner en premier lieu les scores obtenus à l'échelle d'inhibition pour le groupe expérimental, pour le groupe contrôle et en analyse comparative. L'analyse des autres échelles sera ensuite proposée.

6.5.1.1. Echelle d'inhibition

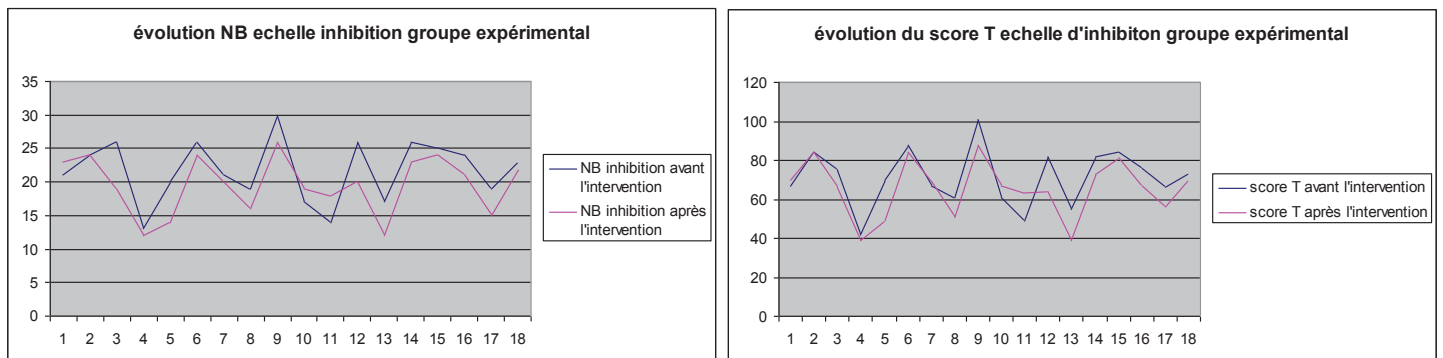
✓ Résultats obtenus par le groupe expérimental

Une différence significative est observée après l'intervention concernant la moyenne obtenue par le groupe expérimental en NB (nombre de points obtenus aux items concernant l'inhibition) et en score T (note brute transformée en score normé (moyenne : 50/ET :10)), ce qui est illustré ci-après dans le tableau de données et dans les diagrammes :

Tableau n°6.6. : Résultats obtenus par le groupe expérimental à l'échelle d'inhibition de la BRIEF

	Moyenne NB pré- intervention	Moyenne NB post- intervention 1	<i>p</i>	Moyenne T pré- intervention	Moyenne T post- intervention 1	<i>p</i>
Echelle inhibition	21,7 (σ 4,6)	19,5 (σ 4,3)	*0,007	71,2 (σ 14,6)	65,5 (σ 14,4)	*0,014

Diagrammes n°6.7 et 6.8. : Evolution des notes brutes et des notes T obtenues à l'échelle inhibition par le groupe expérimental



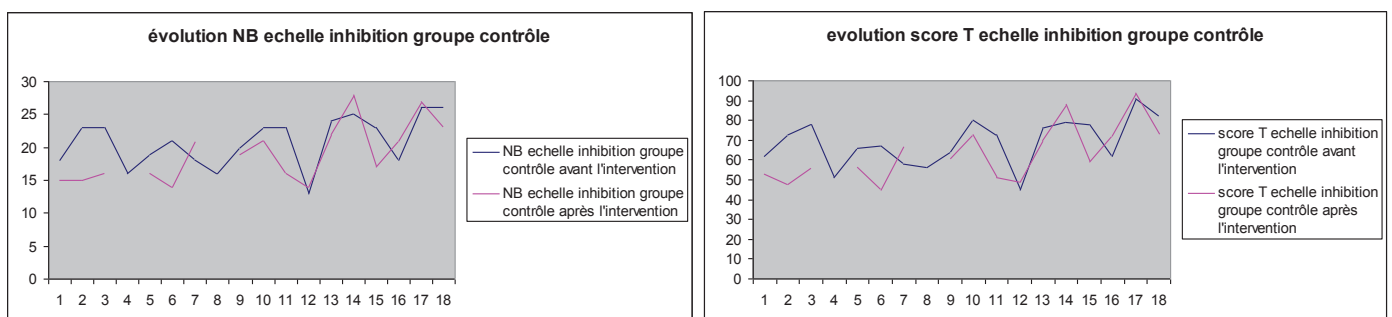
✓ Résultats obtenus par le groupe contrôle

Concernant ce groupe, aucune différence significative n'est observée après l'intervention concernant la note brute et le score T, ce qu'illustrent les tableaux suivants. A noter que 2 feuillets de passation n'ont pu être récupérés en post-intervention dans ce groupe.

Tableau n°6.7. : Résultats obtenus par le groupe contrôle à l'échelle d'inhibition de la BRIEF

	Moyenne NB pré-intervention	Moyenne NB post-intervention 1	<i>p</i>	Moyenne T pré-intervention	Moyenne T post-intervention 1	<i>p</i>
Echelle inhibition	20 (σ 3,7)	19 (σ 4,4)	0,217	68,9 (σ 11,9)	63,43 (σ 14)	0,230

Diagrammes n°6.9. et 6.10. : Evolution des notes brutes et des notes T obtenues à l'échelle inhibition par le groupe contrôle



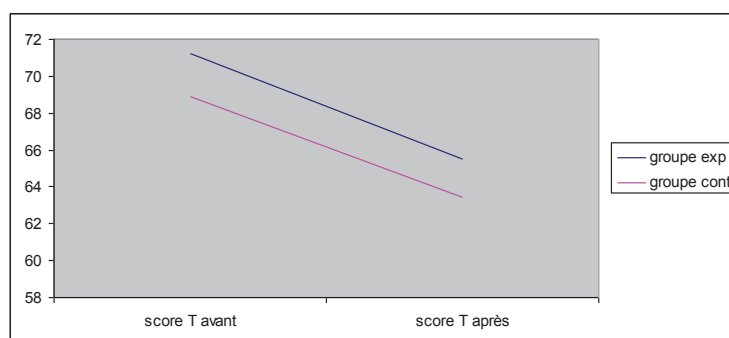
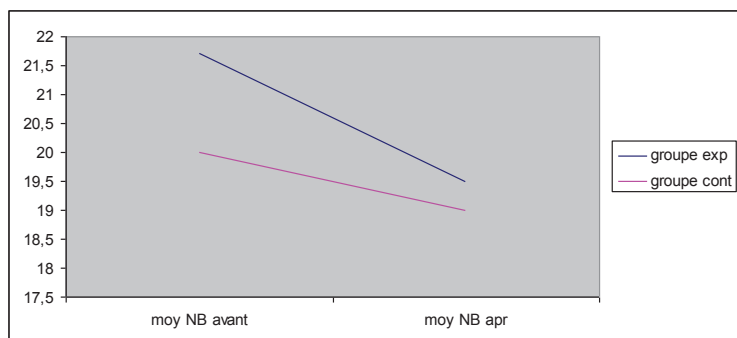
✓Analyse comparative intergroupes

L'évolution du groupe expérimental et celle du groupe contrôle sont comparées ci-après, et présentées dans le tableau et les diagrammes suivants :

Tableau n°6.8. : Comparaison des résultats obtenus par les deux groupes à l'échelle d'inhibition de la BRIEF

	Evolution moyenne du groupe expérimental des NB (différence avant/après)	Evolution moyenne du groupe contrôle des NB (différence avant/après)	<i>p</i>	Evolution moyenne du groupe expérimental du score T (différence avant/après)	Evolution moyenne du groupe contrôle du score T (différence avant/après)	<i>p</i>
Echelle inhibition	2,1 (σ 2,9)	2,3 (σ 3,8)	0,860	5,7 (σ 8,5)	7,4 (σ 12)	0,638

Diagrammes n°6.11 et 6.12. : Evolution des deux groupes des notes brutes et des notes T obtenues à l'échelle inhibition de la BRIEF



Une différence significative n'a pas pu être retrouvée dans la comparaison des évolutions des deux groupes. Les scores à l'échelle d'inhibition de la BRIEF s'améliorent après l'intervention, uniquement de façon significative pour le groupe expérimental, mais sans différence significative entre les deux groupes.

6.5.1.2. Spécificité de l'échelle d'inhibition et analyse des autres échelles

Pour examiner si l'effet observé dans le groupe expérimental est spécifique à l'échelle d'inhibition, nous allons examiner les autres scores obtenus aux échelles de la BRIEF (en

dehors de l'échelle de mémoire de travail qui sera traitée en section 6.6.). Ces scores pourraient être considérés comme une ligne de base aspécifique, c'est-à-dire correspondant à des processus non visés par la prise en charge, soit non spécifiques. Ils pourraient ainsi permettre d'établir une variable contrôle puisqu'aucune évolution des scores n'est attendue dans ces mesures.

Tableau n°6.9. : Scores obtenus à la BRIEF comme ligne de base aspécifique

Echelles BRIEF (hors inhibition et mémoire de travail)	Groupe expérimental			Groupe contrôle		
	Moyenne avant	Moyenne après	comparaison p	Moyenne avant	Moyenne après	Comparaison p
Echelle Inhibition NB Score T	21,7(ET 4,6) 71,2 (ET 14,6)	19,5(ET4,3) 65,5 (ET14,4)	*0,007 * 0,014	20 (ET3,7) 68,9 (ET11,9)	19 (ET4,4) 63,4 (ET14)	0,217 0,230
Echelle Flexibilité NB Score T	15 (ET3,1) 15 (ET3,1)	14,9 (ET2,5) 14,9 (ET2,5)	0,953 0,953	14,2 (ET3,7) 60,5 (ET13,9)	13,18 (ET2,7) 56,6 (ET10)	0,376 0,357
Echelle Contrôle Emotionnel NB Score T	19,7 (ET4,8) 63,1 (ET13)	18,8 (ET4,9) 62,4(ET15,2)	0,615 0,885	19,5(ET4,1) 61,7(15,4)	17,6(ET5) 57,9 (ET13,9)	0,246 0,461
Echelle Initiation NB Score T	16,7 (ET4,3) 64,7 (ET16,1)	15,4 (ET3,5) 60,2 (ET14,4)	0,359 0,388	17,7(ET2,6) 67 (ET8,8)	16(ET4,2) 61,7(ET15,1)	0,177 0,215
Echelle Mémoire de travail NB Score T	23,5 (ET3,5) 72,5 (ET9,2)	22,7 (ET3,8) 71,2 (ET10,2)	0,559 0,704	24,4 (ET3) 75,3 (ET7,5)	22,7 (ET2,8) 71 (ET7,3)	0,104 0,100
Echelle Planification/organisation NB Score T	26,5(ET4,8) 68,9 (ET10,6)	24,8(ET5,4) 63,1 (ET14,5)	0,325 0,188	29(ET2,7) 72 (ET10,4)	25,1 (ET3,7) 68,1 (ET8,4)	0,115 0,246
Echelle Organisation du matériel NB Score T	11,3 (ET3,8) 50,3(ET12,4)	10,5 (ET4,1) 48 (ET14,5)	0,555 0,622	14,6(ET1,8) 61,1(ET6,1)	12,9 (ET3) 55,1 (ET10,1)	0,06 0,063
Echelle Contrôle NB Score T	19,2 (ET2,67) 66,8 (ET8)	17,3 (ET2,8) 60,3 (ET9,3)	*0,046 *0,033	20,4 (ET2,4) 69,7 (ET7,9)	17,9 (ET2,7) 62,4 (ET9,4)	*0,008 *0,020

Comme montré dans ce tableau, seules les échelles d'inhibition et de contrôle présentent des résultats évoluant significativement après l'intervention. Les résultats obtenus dans les autres échelles (flexibilité, contrôle émotionnel, initiation, mémoire de travail, planification/organisation et organisation du matériel) ne montrent, quant à eux, aucune évolution. Les scores obtenus à ces huit échelles, non visées par la prise en charge, peuvent être considérés à posteriori comme aspécifiques. Il reste à formuler des hypothèses concernant

le changement observé à l'échelle de contrôle, et ce dans les deux groupes. Cette échelle s'attache à décrire les comportements suivants : « vérifie son travail ; évalue sa performance durant ou après avoir fini une tâche pour s'assurer de la réalisation de l'objectif ; garde une trace de l'effet de son propre comportement sur les autres » (page 16 du manuel de la BRIEF). Elle vise une forme de feed-back personnel, une forme d'auto-contrôle observé en cas de réponses impulsives et elle est composée des items suivants :

- item 14 : « ne vérifie pas son travail pour voir s'il y a des erreurs »
- item 21 : « fait des erreurs d'inattention »
- item 31 : « écrit mal »
- item 34 : « n'a pas conscience de la manière dont son comportement affecte ou dérange les autres »
- item 42 : « ne s'aperçoit pas quand son comportement provoque des réactions négatives »
- item 52 : « voit mal ce que sont ses points forts et ses points faibles »
- item 60 : « le travail est bâclé (négligé, peu soigné) »
- item 63 : « ne comprend pas que, parfois, il/elle peut déranger les autres »

Parmi les modélisations décrites dans l'axe 1, les items de cette échelle présentent principalement une cohérence avec le contrôle inhibiteur du modèle de Diamond (2013). En effet, l'auto-contrôle décrit dans ces items pourrait effectivement correspondre à ce concept sous-jacent de contrôle et de régulation de l'activité. En revanche, les autres modèles (Barkley, Sonuga-Barke...) ne décrivent pas précisément les fonctions de contrôle issues de cette échelle.

La stabilité des résultats obtenus aux échelles de flexibilité, de contrôle émotionnel, d'initiation, de mémoire de travail, de planification et d'organisation du matériel pourrait effectivement être considérée, à posteriori, comme ligne de base aspécifique mettant ainsi en avant l'évolution des échelles d'inhibition et de contrôle. Cette évolution pourrait alors être considérée comme spécifique à l'inhibition si on se réfère au modèle de Diamond.

Néanmoins, considérant que l'évolution est également relevée dans le groupe contrôle pour l'échelle contrôle, cette hypothèse devrait, à l'avenir, faire l'objet d'études complémentaires.

6.5.2. Analyse du questionnaire de satisfaction/qualité de vie

Pour rappel, ce questionnaire est destiné à recueillir des données subjectives concernant le vécu du patient et de sa famille, leur degré de satisfaction et leurs représentations concernant le TDAH, la conscience des difficultés de l'enfant, les aides techniques et les informations relatives au transfert et à l'environnement. Cet outil s'apparente à un questionnaire de satisfaction des usagers d'un soin en interrogeant des aspects spécifiques à l'inhibition et des situations inhérentes au transfert écologique dans une perspective partagée avec le patient. Les réponses données à ce questionnaire sont présentées dans le tableau ci-après, suivies d'une analyse descriptive et qualitative :

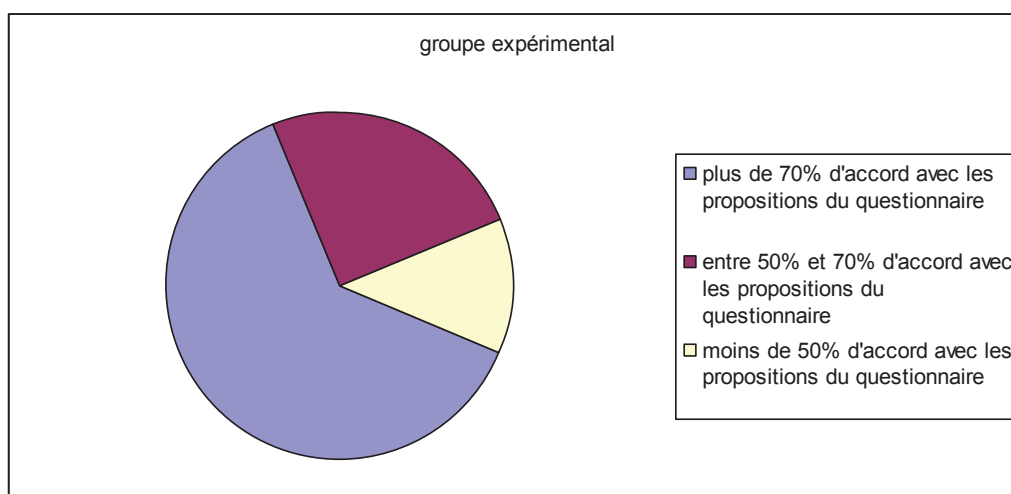
Tableau n°6.10. : Réponses données au questionnaire de satisfaction pour les deux groupes

	Groupe expérimental			Groupe contrôle		
	D'accord	Pas vraiment d'accord	Pas du tout d'accord	D'accord	Pas vraiment d'accord	Pas du tout d'accord
Question 1 : j'ai bien compris ce qu'est un TDAH	87,5%	12,5%	0%	100%	0%	0%
Question 2 : je trouve que mon enfant a pris conscience de ses difficultés	100%	0%	0%	69,2%	30,8%	0%
Question 3 : je trouve que nous avons bien identifié les situations à risque	88,2%	11,8%	0%	69,2%	30,8%	0%
Question 4 : nous avons trouvé des aides pour améliorer l'attention	94,11%	5,8%	0%	38,4%	53,8%	7,6%
Question 5 : nous arrivons à trouver ensemble des solutions pour faire face aux difficultés	88,2%	11,8%	0%	23,1%	76,9%	0%
Question 6 : je me sens moins gêné pour me concentrer	70%	30%	0%	50%	25%	25%
Question 7 : je vois le lien entre les exercices faits à l'hôpital et les problèmes d'attention à la maison et à l'école	87,5%	12,5%	0%	38,4%	53,8%	7,6%
Question 8 : j'ai observé des changements d'attention ou de comportement depuis le début du protocole	70%	30%	0%	69,2%	15,3%	15,3%

Question 9 : je trouve que les répercussions des difficultés d'attention à la maison ont diminuées	52%	48%	0%	46,1%	38,4%	15,3%
Question 10 : je trouve que les répercussions des difficultés d'attention en classe ont diminuées	64,7%	35,3%	0%	46,1%	46,1%	6,7%
Question 11 : je trouve que les résultats scolaires se sont améliorés	60%	26,6%	13,3%	16,7%	75%	8,3%
Question 12 : je trouve que les répercussions des difficultés d'attention sont mieux comprises à l'école	47,3%	41%	11,7%	38,4%	46,1%	15,4%
Question 13 : nous trouvons que le contact avec les autres enfants est plus facile qu'avant le protocole	31,25%	50%	18,75%	38,4%	30,7%	30,7%
Question 14 : nous trouvons qu'il est plus facile pour mon enfant de respecter les tours de parole	50%	43,75%	6,25%	58,3%	33,3%	8,3%
Question 15 : les séances du protocole ont été aidantes au quotidien	76,4%	23%	0%	38,4%	61,6%	0%
Question 16 : les outils proposés dans les séances sont utilisés à la maison pour gérer le trouble de l'attention	94,1%	5,9%	0%	8,3%	33,3%	58,3%
Commentaires libres	3 commentaires libres			8 commentaires libres		

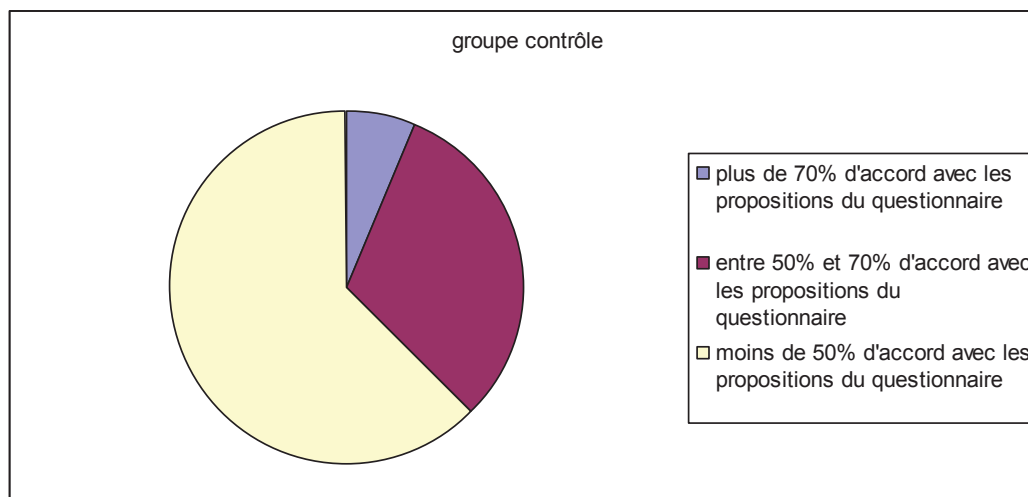
Globalement, on observe une répartition distincte des réponses dans les deux groupes. En effet, dans le groupe expérimental, plus de 70% des accords exprimés concernent les 2/3 des propositions du questionnaire (10 questions sur 16 avec un taux d'accord de plus de 70%, 4/16 avec un taux d'accord entre 50 et 70%, 2/16 en dessous de 50%).

Diagramme n°6.13: Pourcentage d'accord au questionnaire dans le groupe expérimental



Dans le groupe contrôle, on observe que 70% des accords exprimés concernent uniquement la première question (1 sur les 16 questions).

Diagramme n°6.14.: Pourcentage d'accord au questionnaire dans le groupe contrôle



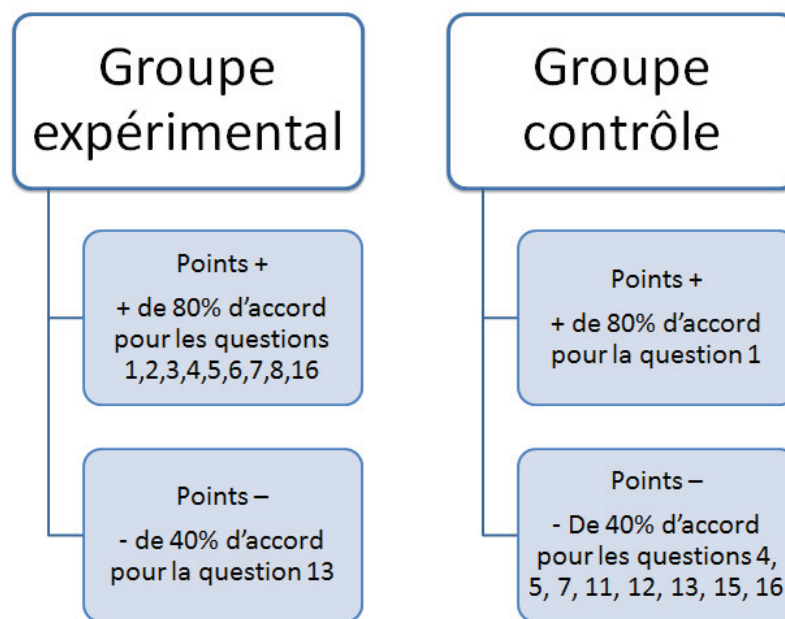
Dans le détail, on peut identifier les points positifs (c'est-à-dire paraissant les plus sensibles à la satisfaction des sujets) et les points négatifs (c'est-à-dire les moins sensibles à la satisfaction des sujets). Comme synthétisé dans le schéma ci-après, on relève que les meilleurs taux d'accord (plus de 80% des sujets d'accord avec les propositions) concernent les propositions suivantes :

- dans le groupe expérimental : *j'ai bien compris ce que c'est un TDAH, je trouve que mon enfant a pris conscience de ses difficultés, je trouve que nous avons identifié les situations à risque, nous avons trouvé des aides pour améliorer l'attention, nous arrivons à trouver ensemble des solutions pour faire face aux difficultés, je me sens moins gêné pour me concentrer, je vois le lien entre les exercices faits à l'hôpital et les problèmes d'attention à l'école, j'ai observé des changements d'attention ou de comportement depuis le début du protocole, les outils proposés dans les séances sont utilisés à la maison pour gérer le trouble de l'attention*
- dans le groupe contrôle : *j'ai bien compris ce qu'est un TDAH*

Concernant les points négatifs, c'est-à-dire les propositions les moins sensibles à la satisfaction des sujets (moins de 40% d'accord avec ces propositions ou encore 60% en désaccord avec ces propositions), on retrouve :

- dans le groupe expérimental : *nous trouvons que le contact avec les autres enfants est plus facile qu'avant le protocole*
- dans le groupe contrôle : *nous avons trouvé des aides pour améliorer l'attention, nous arrivons à trouver ensemble des solutions pour faire face aux difficultés, je me sens moins gêné pour me concentrer, je vois le lien entre les exercices faits à l'hôpital et les problèmes d'attention à la maison et à l'école, je trouve que les résultats scolaires se sont améliorés, je trouve que les répercussions des difficultés d'attention sont mieux comprises à l'école, nous trouvons que le contact avec les autres enfants est plus facile qu'avant le protocole, les séances du protocole ont été aidantes au quotidien, les outils proposés dans les séances sont utilisés à la maison pour gérer le trouble de l'attention*

Schéma n°6.1. : Points d'accord et de désaccord dans le questionnaire de satisfaction



Dans le détail, on retrouve des taux d'accord ou de désaccord cohérents avec les objectifs des deux groupes, des pistes d'amélioration et des points à discuter :

- dans le groupe expérimental, 94% d'accord pour dire que *nous avons trouvé des aides pour améliorer l'attention*, et dans le groupe contrôle, 91,7% sont en désaccord pour dire que *les outils proposés dans les séances sont utiles*.

- La compréhension des difficultés d'attention en classe (question 12) reste, selon ce questionnaire, une piste à améliorer
- Les répercussions des difficultés d'attention en classe et au domicile qui visent notamment la notion de transfert, restent également des points cibles à améliorer selon les parents

Parmi les commentaires libres, 3 familles ont fourni des informations dans le groupe expérimental et 8 dans le groupe contrôle.

Concernant les trois premiers du groupe expérimental, on cite que « les répercussions de la rééducation ont été plus visibles à l'école », qu'il existe « un manque de recul pour pouvoir remplir le questionnaire » et qu'il « faut bien dire aux enfants TDAH qu'ils sont égaux aux autres ». Concernant les 8 autres commentaires libres du groupe contrôle, les retours ont été relatifs aux aspects pratiques (rendez-vous ponctuel mais protocole trop long), l'identification qu'aucun outil n'a été proposé (3 familles mentionnent cet aspect), des difficultés comportementales sans amélioration sont notées à deux reprises et enfin deux familles demandent des retours individualisés.

Bien que présentant des limites que nous détaillerons dans la conclusion, ce questionnaire permet ainsi de questionner les aspects qualitatifs et subjectifs inhérents aux interventions cognitives, la satisfaction des familles et les objectifs de transfert des interventions cognitives.

6.6. Impact sur la mémoire de travail

Compte-tenu des modélisations théoriques sur la place de la mémoire de travail dans le TDAH et les fonctions exécutives (Barkley, 1997 ; Diamond, 2013), nous allons examiner si l'intervention cognitive de cette étude, qui vise les fonctions d'inhibition, peut se répercuter sur les fonctions de mémoire de travail. Effectivement, si on considère le modèle de Barkley et le déficit central de l'inhibition qui impacterait 4 sous-fonctions dont la mémoire de travail, on peut faire l'hypothèse qu'une amélioration des processus d'inhibition permettrait, secondairement, une évolution favorable des fonctions de mémoire de travail. Pour examiner cette hypothèse, deux critères ont été pris en compte.

- l'épreuve de *séquences lettres-chiffres* issue du WISC4

Détaillés dans le tableau ci-après, les résultats obtenus à l'épreuve de séquences lettres-chiffres avant et après l'intervention pour les deux groupes ne présentent pas de différences significatives.

Tableau n°6.11. : Résultats obtenus à l'épreuve de séquence lettres-chiffres du WISC4

Groupe expérimental			Groupe contrôle		
Moyenne des NS avant intervention	Moyenne des NS après intervention	<i>p</i>	Moyenne des NS avant intervention	Moyenne des NS après intervention	<i>p</i>
7,7 (ET2,6)	7 (ET2,4)	0,403	7,6 (ET2,7)	6,8 (ET2,4)	0,271

- l'échelle de mémoire de travail de la BRIEF

Les résultats obtenus à l'échelle mémoire de travail de la BRIEF sont présentés ci-après. Aucune différence significative n'est observée dans cette échelle après l'intervention quel que soit le critère pris en compte.

Tableaux 6.12. et 6.13. : Résultats obtenus à la BRIEF pour les deux groupes

	Groupe expérimental NB moyenne avant intervention	Groupe expérimental NB moyenne après intervention	<i>p</i>	Groupe expérimental Score T avant intervention	Groupe expérimental Score T après intervention	<i>p</i>
Echelle mémoire de travail	23,5 (σ 3,5)	22,7 (σ 3,8)	0,559	72,5 (σ 9,2)	71,2 (σ 10,2)	0,704

	Groupe contrôle NB moyenne avant intervention	Groupe contrôle NB moyenne après intervention	<i>p</i>	Groupe contrôle Score T avant intervention	Groupe contrôle Score T après intervention	<i>p</i>
Echelle mémoire de travail	24,4 (σ 3)	22,7 (σ 2,8)	0,104	75,3 (σ 7,5)	71 (σ 7,3)	0,100

Ces données montrent que l'intervention réalisée dans le cadre de cette étude n'a pas eu d'effet sur la mémoire de travail. Sur le plan des modélisations, ces résultats suggèrent que le travail thérapeutique visant l'inhibition n'a pas d'impact ou de répercussions secondaires sur la mémoire de travail et ne vont pas dans le sens d'une interaction descendante entre les processus d'inhibition et les fonctions de mémoire de travail comme présenté dans le modèle de Barkley.

6.7. Analyse de l'âge, du genre et de l'ICV

Afin de compléter l'analyse, l'étude de l'impact de l'âge et du genre a été réalisée. La comparaison des progressions du groupe tranche 1 (9-10 ans) et du groupe tranche 2 (11 à 13 ans) n'est pas significative ($p=0,246$). Les effets n'ont donc pas été dépendants de l'âge ; aucun caractère de précocité de l'intervention, de fenêtre temporelle ou d'âge cible ne peuvent donc être évoqués dans cette étude. Aucune différence n'a également été retrouvée concernant le genre. L'évolution entre les garçons et les filles n'est pas différente pour ces 36 sujets ($p=0,176$), ni au sein du groupe expérimental ($p=0,434$), ni dans le groupe contrôle ($p=0,429$). L'analyse ne montre donc pas d'effets différents selon le genre.

Par ailleurs, nous avons cherché à préciser si l'évolution du critère principal de jugement pouvait être liée aux ressources cognitives des participants mesurées par l'ICV. L'analyse de régression (linéaire et non linéaire) ne montre pas de lien entre ces deux variables (ni pour l'ensemble des sujets, ni par groupe) [$R^2<0,4$].

Bien que l'étude doive répondre aux critères expérimentaux, celle-ci s'intéresse également à l'évolution de chaque sujet dans une perspective clinique. Masquée initialement par l'étude de groupe, l'étude des trajectoires individuelles permet en outre d'identifier l'évolution clinique proposée ci-après.

6.8. Evolution de l'intensité du trouble

Différents niveaux d'intensité sont observés dans le TDAH. Le DSM5 en identifie trois : léger, modéré et sévère (DSM5). Il s'agit donc d'examiner dans cette étude, l'évolution de l'intensité du trouble d'inhibition suite à l'intervention. Pour rappel, 10 épreuves cognitives

évaluant l'inhibition sont proposées comme critère principal de jugement. Les profils de résultats avant l'intervention cognitive s'étendent pour les 36 sujets de 4 à 19 scores pathologiques (moyenne pour les 36 sujets = 8,8 ; ET =4). La médiane a été prise en compte pour établir un niveau d'intensité du trouble d'inhibition.

- nombre de subtests pathologiques inférieur ou égal à 8 : niveau modéré
- nombre de subtests pathologiques supérieur à 8 (scores pathologiques) : niveau sévère

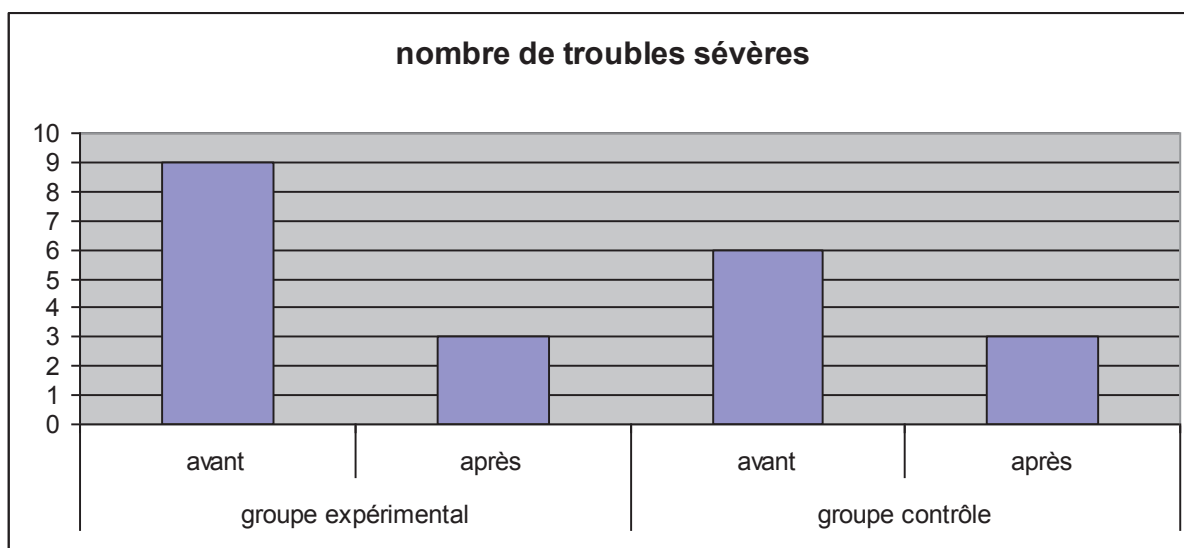
L'analyse descriptive indique que le groupe expérimental est composé de 9 patients présentant un trouble sévère et 9 patients un trouble modéré. Après l'intervention, le ratio a évolué de 9/9 à 3/15. Le groupe contrôle comprend 6 patients avec un trouble sévère et 12 avec un trouble modéré. Après l'intervention, le ratio évolue de 6/12 à 3/15 (tableau n°6.14.).

Tableau n°6.14. : Evolution de l'intensité des troubles d'inhibition au sein des deux groupes

	Groupe expérimental		Groupe contrôle	
	Avant intervention	Après intervention	Avant intervention	Après intervention
Nombre de troubles sévères	9	3	6	3
Nombre de troubles modérés	9	15	12	15

Pour l'ensemble des sujets (N=36), le nombre total de troubles sévères a diminué et l'analyse statistique montre que cette diminution est significative [Test de Student pour deux échantillons appariés: $p=0,019$]. Concernant le groupe expérimental, la différence entre les proportions (9/18 avant et 3/18 après) est significative [test z, $p=0,023$] alors que dans le groupe contrôle la différence entre les proportions (6/18 avant et 3/18 après) n'est pas significative [test z, $p=0,239$]. La représentation de l'évolution des troubles sévères est schématisée ci-après.

Diagramme n°6.15. : Evolution des troubles sévères dans les deux groupes



6.9. Résultats observés 6 mois après l'intervention

Afin de tester la stabilité des effets observés après les interventions, le design expérimental comprend un bilan réalisé 6 mois après l'intervention (T+6). Ce bilan est identique au bilan initial (T-1) et à celui réalisé en post-intervention (T+1). Toutes les épreuves ont donc été réitérées pour l'ensemble des sujets. Le tableau ci-après synthétise les données du critère principal de jugement, c'est-à-dire les moyennes du nombre de subtests pathologiques obtenus aux bilans et leur comparaison.

Tableau n°6.15. : Moyennes et comparaison du nombre de subtests pathologiques obtenus aux différents bilans pour les deux groupes [T de Student pour 2 échantillons appariés]

	Moyenne pré-intervention	Moyenne post-intervention	Moyenne post-intervention 6 mois après	Rappel comparaison pré/post	Comparaison post/post+6 mois	Comparaison pré/post+6 mois
	T-1	T+1	T+6	T-1/T+1	T+1/T+6	T-1/T+6
Groupe expérimental	9,5	5,7	5,5	<i>p</i> 0,001	<i>p</i> 0,871	<i>p</i> 0,006
Groupe contrôle	8,2	6	6	<i>p</i> 0,008	<i>p</i> 0,814	<i>p</i> 0,045

Une stabilité des effets est donc observée au sein des deux groupes puisque la comparaison entre les résultats obtenus aux deux bilans réalisés après l'intervention (T+1 et T+6) ne montre pas de différence significative. L'amélioration initialement observée concernant le critère principal de jugement a donc été maintenue 6 mois après l'intervention. Nous précisons que, dans le groupe contrôle, un sujet n'a pas souhaité revenir pour le bilan 6 mois après l'intervention ; les calculs ont donc été réalisés sur la base de 17 sujets dans le groupe contrôle.

Afin d'examiner le détail de l'évolution 6 mois après l'intervention (T+6), et de façon similaire à la présentation réalisée en début de chapitre, une description de l'ensemble des résultats est proposée ci-après pour une analyse plus précise.

Tableau n°6.16. : Description de l'ensemble des résultats +6 mois

	Groupe expérimental				Groupe contrôle			
	Rappel moyenne avant T-1	Moyenne Après T+1	Moyenne +6 mois T+6	Comparaison Après/+6mois (T+1/T+6) <i>p</i>	Moyenne avant T-1	Moyenne après T+1	Moyenne +6 mois T+6	Comparaison après/+6 mois (T+1/T+6) <i>p</i>
Tour (NEPSY1)								
NB	8,2	11,9	12,2	NS(0,61)	9,7	12,2	11,8	NS(0,26)
NS	6,8	9,4	9,6	NS(0,81)	7,7	9,7	9,4	NS(0,41)
Cogner-frapper (NEPSY1)								
NB	28,2	29,1	29,05	NS(0,734)	28,2	28,5	28,7	NS(0,42)
Statue (NEPSY1)								
NB	20,5	26	25,5	NS(0,644)	23,6	24,7	25,7	NS(0,62)
Attention auditive (NEPSY2)								
Condition 1 NB	27,6	39,2	36,16	NS(0,09)	28,2	35,3	32,1	NS(0,11)
Condition 1 NS	6,6	8,3	7,8	NS(0,3)	6,7	7,5	7,1	NS(0,16)
Condition 1 omission NB	5,2	1,6	0,6	NS(0,09)	2	1,05	1,9	*0,049
Condition 1 FA NB	3,2	0,1	0,33	NS(0,38)	2,8	0,44	0,59	NS(0,89)
Condition 2 NB	17,1	27,7	29,27	NS(0,17)	23,2	29	26	NS(0,14)
Condition 2 NS	5,2	6,3	6,5	NS(0,36)	6,05	6,66	5,12	*0,039
Condition 2 omission NB	5,6	3,3	3	NS(0,45)	4,3	2,4	3,8	NS(0,16)
Condition 2 FA NB	6,6	2,7	3,77	NS(0,56)	4,6	2,2	3,1	NS(0,25)
Stroop (condition 4)								
NB	22,2	24,2	27,3	NS(0,06)	23,3	25,5	25,5	NS(1)
NS	-1,2DS	-1,2DS	-0,9DS	NS(0,23)	-1,1DS	-1,0 DS	-1,1DS	NS(0,8)
Go no Go (TAP)								
Total TT	1191	1247	1213	NS(0,64)	1236	1231	1175	NS(0,32)
Total R réponses correctes	42	43,2	42,6	NS(0,46)	42,3	42,8	44	NS(0,22)
Total RF+omission	8,2	4,9	5,7	NS(0,12)	11,5	10,2	8,11	NS(0,38)
Incompatibility (TAP)								
TT	634,6	689,8	653,8	NS(0,35)	633,7	620,8	588,4	NS(0,74)
Réponses correctes	43,1	45,6	48,4	NS(0,23)	47,6	50,9	50,5	NS(0,86)
R F+Omission +Ab	16,3	12,6	10,11	NS(0,15)	12,7	9,2	11,6	NS(0,27)
Mondes Contraires (TEA- ch)								
NB	39,6	28,3	27,72	NS(0,53)	34,1	28,3	29,1	NS(0,41)
NS	6,5	9,4	8,6	NS(0,21)	7	9,6	8,5	NS(0,27)
Marche/Arrête (TEA-ch)								
NB	9,5	14,2	15	NS(0,41)	12,2	12,3	12,5	NS(0,67)

NS	4,3	7,4	7,8	NS(0,70)	5,6	5,6	5,5	NS(0,74)
Inhibition (NEPSY2)								
NB denomination	57,2	48,5	46,7	NS(0,24)	52,9	49,3	49	NS(0,93)
NS denomination	7,6	9,5	9,6	NS(0,82)	8,6	9,4	9,1	NS(0,38)
NB inhibition	82,1	64,2	62,5	NS(0,43)	78,9	72	72,11	NS(0,97)
NS inhibition	7,8	10,2	10,1	NS(0,91)	8,6	8,8	8,4	NS(0,5)
NB changement	123,5	110,1	106,7	NS(0,38)	114,1	108,4	102,35	NS(0,47)
NS changement	7,9	13	9,3	NS(0,33)	9,6	9,7	9,9	NS(0,9)
NB erreur	23	13,3	14	NS(0,69)	22,7	15,6	12,35	NS(0,05)
NS erreur	5,9	8,4	7,9	NS(0,48)	6,1	7,4	8	NS(0,48)

L'analyse de ces résultats permet d'observer les éléments suivants :

- la quasi-totalité des résultats obtenus après l'intervention ne présente pas de différence significative entre T+1 et T+6 (pas de différence pour les 62 sur les 64 calculés) ; une stabilité des bénéfices obtenus suite à l'intervention est donc conservée 6 mois après.
- isolément, dans le groupe contrôle, deux scores obtenus à T+6 lors de l'épreuve d'attention auditive de la NEPSY ne montrent pas de stabilité avec ceux obtenus en T+1 (résultats surlignés en gris dans le tableau n°6.16). Il s'agit :
 - du nombre d'omissions dans la première condition, celui-ci augmentant 6 mois après l'intervention
 - de la note standard de la deuxième condition, diminuant également 6 mois après l'intervention

En dehors de la question de la stabilité des effets après l'intervention, on relève que, sans présenter de différence significative entre T+1 et T+6, certains résultats mettent en évidence, quant à eux, des différences entre T-1 et T+6. Par exemple, certains bénéfices observés entre T-1 et T+1, ne sont plus relevés entre T-1 et T+6. Les résultats indiquant un changement (ou une suspicion de changement) entre T-1 et T+6 sont exposés ci-après.

Tableau n°6.17. : Evolution des résultats entre T-1 et T+6

	Groupe expérimental	Groupe contrôle
Différences entre T-1/T+6	✓ score en attention auditive (NEPSY) condition 1 NS : la différence entre T-1 (6,6) et T+6 (7,8) reste significative (*0,021) ✓ score incompatibilité réponses correcte (TAP) : la différence entre T-1 (43,1) et T+6 (48,4) reste non significative (0,52)	✓ score en attention auditive (NEPSY) condition 1 NB : la différence entre T-1 (28,2) et T+6 (32,1) n'est plus significative (0,11) ✓ score en attention auditive (NEPSY) condition 2 NB : la différence entre T-1 (23,2) et T+6 (26) n'est plus significative (0,14) ✓ score en attention auditive (NEPSY) condition

	✓ score incompatibilité réponses fausses (TAP) : la différence entre T-1(16,3) et T+6 (10,11) devient significative (0,022)	2 omissions NB : la différence entre T-1 (4,3) et T+6 (3,8) n'est plus significative (0,16) ✓ score en attention auditive (NEPSY) condition 2, FA NB : la différence entre T-1 (4,6) et T+6 (3,1) n'est plus significative (0,25) ✓ score incompatibilité TT (TAP) : la différence entre T-1 (633,7) et T+6 (588,4) n'est pas significative (0,34) ✓ Score mondes contraires NB (TEA-ch) : la différence entre T-1(34,1) et T+6 (29,1) reste significative (*0,008) ✓ Score mondes contraires NS (TEA-ch) : la différence entre T-1 (7) et T+6 (8,5) reste significative (*0,038) ✓ score inhibition (NEPSY) NB changement : la différence entre T-1 (113) et T+6 (102) devient significative (*0,003) ✓ Score inhibition (NEPSY) NS erreur : la différence entre T-1 (6,2) et T+6 (8) devient significative (*0,050)
--	---	---

Au total, alors que l'analyse T+1 avait montré que 22 scores sur 32 présentaient une amélioration dans le groupe expérimental et 10/32 dans le groupe contrôle, l'analyse à T+6 indique quant à elle que l'amélioration dans le groupe expérimental concerne cette fois-ci 23/32 scores et 7/32 dans le groupe contrôle.

Concernant le critère secondaire, les résultats obtenus à +T6, présentés dans le tableau 6.16 suivent la tendance observée à T+1, c'est-à-dire avec une évolution peu significative dans ce subtest. Quant au questionnaire de la BRIEF, les scores obtenus à l'échelle d'inhibition sont traités dans le tableau 6.18. Nous précisons que cette analyse manque de puissance en raison de la perte des données. Malgré les relances, il a été difficile de récupérer l'ensemble des questionnaires des sujets (groupe expérimental, N=15, groupe contrôle, N=10).

Tableau n°6.18. : Résultats obtenus au questionnaire de la BRIEF, échelle Inhibition, NB et Note T pour les deux groupes

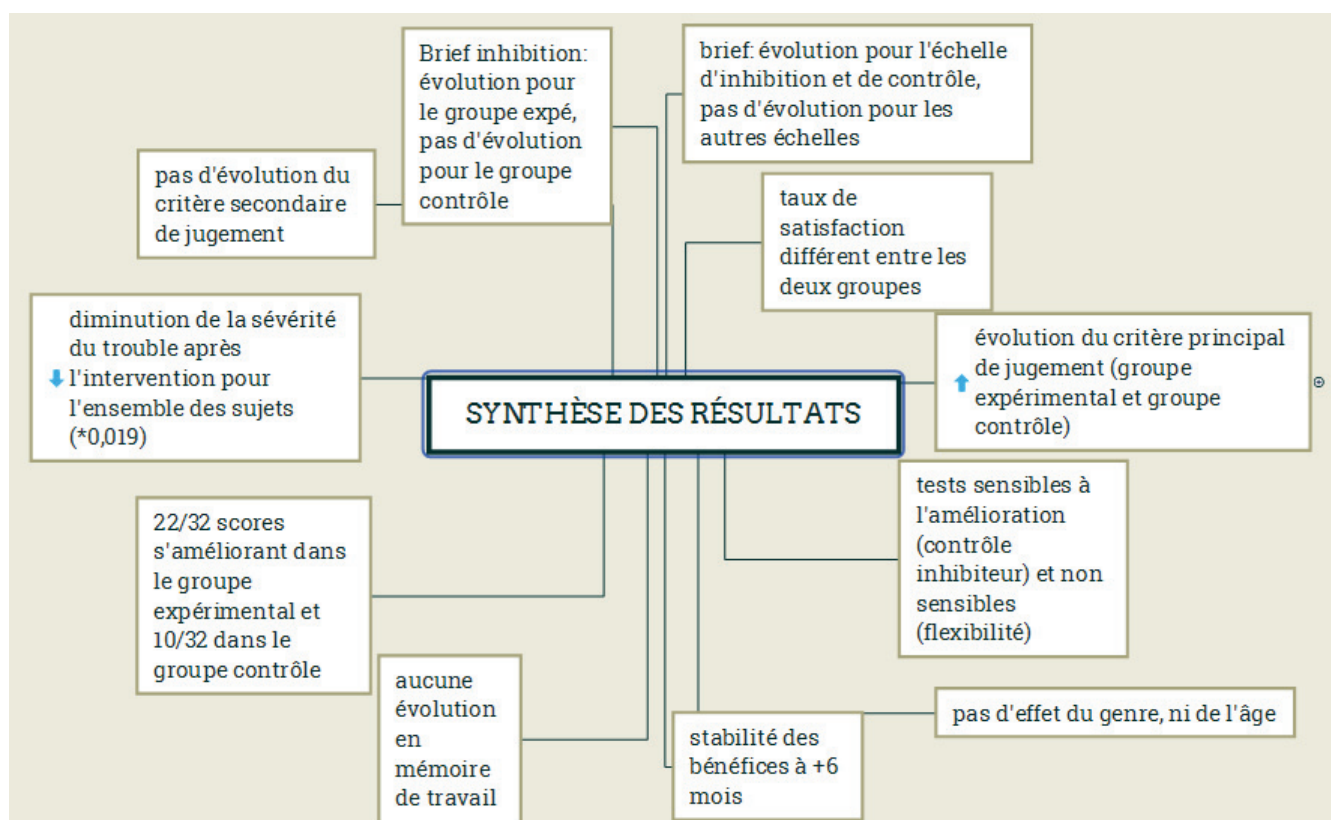
	Comparaison scores NB T+1/T+6	Comparaison scores NT T+1/T+6
Groupe expérimental N=15	<i>p</i> 0,220	<i>p</i> 0,520
Groupe contrôle N=10	<i>p</i> 0,708	<i>p</i> 0,653

Ces résultats indiquent également qu'il n'y a pas de différence significative entre les résultats obtenus à T+1 et T+6 pour les deux groupes, confirmant ainsi une stabilité des résultats à long terme.

6.10. Synthèse des résultats

Avant d'être discuté dans la dernière partie, une synthèse des résultats est proposée sous forme de schéma afin de faciliter une vue d'ensemble.

Schéma n° 6.2. : Proposition d'une synthèse de résultats



AXE 3

DISCUSSION ET CONCLUSION

CHAPITRE 7 : DISCUSSION

L'objectif de cet avant-dernier chapitre est d'analyser le travail réalisé et d'en extraire des perspectives. Nous aborderons cette discussion au travers des aspects méthodologiques, des modélisations cognitives et des implications cliniques.

7.1. Des résultats à la discussion

7.1.1. Retour sur les hypothèses

✓ Hypothèse principale

Pour rappel, l'hypothèse principale de ce travail était la suivante : les remédiations cognitives ascendante et descendante spécifiques aux troubles de l'inhibition permettraient une amélioration ciblée des processus d'inhibition chez l'enfant porteur d'un TDAH. Cette hypothèse, opérationnalisée par la différence significative attendue entre les résultats obtenus aux évaluations pré-intervention et post-intervention dans le groupe expérimental, est validée en raison de la différence significative observée ($p < 0,001$) entre les mesures du critère principal de jugement dans ce groupe (T-1/T+1). Les participants à cette étude ont donc présenté une diminution de leurs difficultés d'inhibition objectivées par des tests cognitifs après l'intervention expérimentale.

✓ Hypothèse connexe

Pour rappel, l'hypothèse connexe de cette étude postulait que les effets de l'intervention du groupe expérimental seraient spécifiques au contenu de celui-ci. Pour tester cet effet

spécifique, un groupe contrôle actif a été mis en place. Cette hypothèse indiquait qu'une différence significative serait observée entre les résultats obtenus après l'intervention entre le groupe expérimental et le groupe contrôle. L'analyse du critère principal de jugement ne permet pas de valider cette hypothèse ($p=0,206$). A ce niveau global d'analyse, il n'est pas possible de conclure à un effet spécifique du groupe expérimental comparativement au groupe contrôle. Il est donc nécessaire d'effectuer des analyses plus fines pour discuter d'un éventuel effet spécifique du groupe expérimental, ce qui fera l'objet de la discussion tout au long de ce chapitre.

Au travers des résultats, nous présentons successivement les apports et les limites de cette étude.

7.1.2. Apports de l'étude

✓ Intérêt des rééducations cognitives dans le TDAH

Les résultats montrent qu'à l'issue de 24 séances de rééducation cognitive, les troubles de l'inhibition dans le TDAH ont diminué, tant sur le plan quantitatif (mesures des évaluations cognitives) que qualitatif (BRIEF et questionnaire de satisfaction). La rééducation cognitive dans ce cadre se montre donc être une option thérapeutique bénéfique. Ce bénéfice obtenu dans un format rapide de prise en charge constitue donc une perspective à proposer aux patients porteurs d'un TDAH.

✓ Intérêts des apports théoriques dans la rééducation

L'objectif de l'étude était d'évaluer si une approche théorique dans la rééducation de l'inhibition permettait une amélioration spécifique, et était opérationnalisé par la comparaison entre le groupe expérimental et le groupe contrôle. Bien que n'apparaissant pas dans l'analyse du critère principal de jugement, des arguments en faveur du groupe expérimental par rapport au groupe contrôle existent et émergent d'une analyse plus détaillée des résultats. Parmi ceux-ci, citons :

- le nombre de scores évoluant significativement, plus important ($*0,002$) dans le groupe expérimental (22/32) que dans le groupe contrôle (10/32),
- 6 mois après l'intervention, le différentiel entre ce nombre de scores évoluant significativement qui se confirme entre le groupe expérimental (23/32) et le groupe expérimental (7/32),

- les scores à l'échelle de la BRIEF s'améliorant après l'intervention uniquement dans le groupe expérimental,
- la diminution de l'intensité du trouble de l'inhibition, uniquement significative dans le groupe expérimental après l'intervention.

L'analyse détaillée apporte des arguments en faveur d'un ancrage théorique de la rééducation cognitive dans ce champ. Néanmoins, considérant les résultats obtenus au critère principal de jugement, ces arguments doivent être, à l'avenir, confirmés et étayés par des études complémentaires.

✓ Intérêt des scores multiples et des différents niveaux d'analyse

La prise en compte d'un test unique ou du seul score composite n'aurait pas permis d'accéder à une analyse détaillée de l'évolution des profils des participants à l'étude. Tant sur le plan clinique que sur celui de la recherche, le choix de mesures multiples permet ainsi d'accéder à différents niveaux d'analyse. Il permet en outre d'interroger la validité de convergence entre les différentes évaluations. Certains tests peuvent in fine se révéler :

- peu discriminants sur le plan diagnostique : par exemple, le test de Stroop dans sa version française ne montre pas, dans notre échantillon, de score pathologique avant l'intervention dans les deux groupes (-1,2 DS pour le groupe expérimental et -1,1 DS dans le groupe contrôle), alors que les participants présentaient des critères positifs au DSM5 pour le TDAH et des difficultés d'inhibition objectivées par les autres tests. La valeur peu discriminante de ce test laisse entrevoir le risque de faux négatifs selon les tests utilisés.
- peu sensibles au changement et à l'amélioration : par exemple, le test de Cogner-Frappier (NEPSY) et les tests informatisés (TAP) ne montrent aucune évolution dans les deux groupes. Notons qu'à l'inverse, cette absence de changement pourrait être considérée comme marqueur de stabilité du trouble.

Nous observons que si l'étude s'était appuyée uniquement sur les tests précédemment cités, aucune évolution n'aurait pu être évoquée et, qu'en revanche, si le test d'inhibition (NEPSY2) avait été utilisé isolément, les résultats auraient été bien plus nets. Le choix de la mesure se révèle donc, tant en situation clinique qu'expérimentale, être un élément délicat amplifié par l'aspect protéiforme des fonctions d'attention et des processus d'inhibition, conduisant ainsi dans cette étude à multiplier les mesures, même si cela en complexifie l'analyse.

✓ Intérêt d'un groupe contrôle pour apprécier l'aspect spécifique

Bien que la mise en place d'un groupe contrôle actif se soit révélée difficile à élaborer, notamment au niveau du choix de l'activité, elle s'est avérée indispensable afin d'identifier une plus-value du groupe expérimental. Initialement, l'objectif du groupe contrôle actif était de prendre en compte les effets retests, l'effet prise en charge, de co-action, de nouveauté, l'effet interventionnel et plus généralement placebo. La réalisation de l'étude a confirmé l'intérêt de ce groupe contrôle puisque la comparaison des résultats obtenus au sein des deux groupes n'est ni simple ni univoque ; elle apporte des niveaux supplémentaires d'analyse et ouvre sur différentes problématiques. Bien que subtils, les écarts observés entre les deux groupes tendent à creuser les approches théoriquement argumentées, voire bien plus argumentées, dans la rééducation cognitive. En outre, l'intérêt du groupe contrôle doit s'intégrer dans l'analyse de la revue de la littérature, et ce, sur deux points notamment :

- il tend à modérer les effets des rééducations cognitives élaborées sans mesure ou sans groupe contrôle
- il conduit à l'avenir à comparer les effets d'un nouvel outil à des rééducations cognitives non spécifiques ou contrôles

Parallèlement, les effets observés dans le groupe contrôle sont in fine en cohérence avec les résultats relevés dans la revue de la littérature et avec des approches générales de rééducation cognitive dans le TDAH. En effet, cette étude tend à montrer que des effets bénéfiques peuvent être obtenus à la suite d'une rééducation cognitive générale. La problématique initiale, évoquée dans le premier chapitre, concernait la diversité des contenus des rééducations cognitives dans le TDAH. Les méta-analyses, notamment, montraient des effets bénéfiques dans le TDAH en mélangeant les programmes cognitifs, comportementaux et psychomoteurs au sens large. Effectivement, on relève une cohérence entre ces programmes cognitifs généraux et les résultats obtenus au critère principal de jugement. Une analyse globale permet de conclure à des effets globaux ; seule une analyse plus complexe nécessitant différentes mesures et niveaux d'analyse permet de dissocier les effets de différents programmes d'intervention.

La lecture des résultats confirme donc à posteriori l'intérêt de ce groupe et la complexité de l'analyse des effets en rééducation cognitive dans le TDAH.

✓ Apports des mesures à long terme

Bien que contraignantes à mettre en place, les mesures 6 mois après l'intervention, ont permis de montrer une stabilité des bénéfices. Elles ont ainsi permis de confirmer les résultats et les

effets de la rééducation. Dans un contexte de troubles du neurodéveloppement, donc résistants et durables, ces mesures à long terme sont ainsi particulièrement appréciables en vue d'une intégration dans un projet global d'accompagnement du patient et de sa famille.

7.1.3. Limites de l'étude

✓ Limite du critère principal de jugement

Comme nous l'avons observé dans les résultats, le critère principal de jugement, dont l'objectif initial était de regrouper l'ensemble des mesures à l'aide d'un score composite afin de prendre en compte l'ensemble des tests évaluant l'inhibition, ne permet pas une analyse détaillée. Ce score composite s'avère masquer les effets, la moyenne écrasant toutes les données. Envisagé en début d'étude pour faciliter la lecture des résultats, ce score composite, s'il permet effectivement d'observer globalement des effets, ne s'avère pas suffisant et nécessite d'être décomposé et associé à d'autres évaluations.

✓ Limite des différences observées entre les deux groupes

Bien que des différences apparaissent entre les deux groupes, celles-ci nécessiteraient d'être confirmées et de se montrer bien plus significatives. Le contenu des activités et les stratégies des deux groupes sont ainsi ré-examinés :

- le groupe expérimental :

Pour rappel, les stratégies rééducatives de ce groupe étaient constituées d'une combinaison de techniques top-down et bottom-up. L'objectif était d'utiliser les avantages de chacune tout en limitant les inconvénients. Une limite identifiée dans ce groupe concerne l'utilisation de la métacognition car elle repose en grande partie sur la motivation et les capacités du participant et de sa famille à s'investir dans cette procédure. Or, selon Dovis, Van der Oord, Wiers & Prins (2012), la rétroaction et le renforcement de la motivation (avec incitations financières pour augmenter les performances) ne suffisent pas à augmenter les performances attentionnelles des jeunes avec un TDAH. Ces auteurs soulignent ainsi qu'un facteur de confusion entre motivation et attention est à prendre en compte dans les interventions dans le TDAH. Par ailleurs, sollicitant largement les fonctions exécutives, le contrôle, l'auto-contrôle, la gestion et la « méta-attention » qui se trouvent être typiquement déficitaires dans le

cadre du TDAH, cette procédure métacognitive ne doit pas être envisagée comme unique facteur opérant.

- le groupe contrôle :

Ayant pour but initial de stimuler les fonctions cognitives dans leur globalité mais constatant des effets sur l'inhibition, les objectifs et le contenu des activités du groupe contrôle sont ainsi à reconsidérer. Pour rappel, des exercices cognitifs sans procédure opérante identifiée ont été utilisés en visant un large panel de fonctions cognitives : phonologie, lexique, syntaxe, traitement visuo-spatial, planification spatiale et mémoire de travail auditivo-verbale et visuo-spatiale. Il n'est pas exclu que ces exercices stimulent des processus d'inhibition puisque, dans la réalisation même d'une consigne, il convient d'inhiber des informations extérieures (bruits, affiches au mur, stylos sur le bureau..), mais cette inhibition n'est en rien spécifique aux tâches réalisées. Si l'on considère les exercices proposés, certaines tâches pourraient, à minima, solliciter l'inhibition, telles que le jeu *Laoupala* (Fourcade, 2004) dans lequel on demande au participant de trouver dans son environnement visuel immédiat un objet ou une personne correspondant à plusieurs critères. Il s'agit d'un jeu d'observation et de rapidité à l'aide de cartes indiquant une caractéristique précise (« comestible », ou « masculin ») qu'il faut retrouver dans un objet ou une personne présents dans le bureau. Ce jeu met en œuvre une recherche spatiale concordante avec un traitement déductif (« est-ce que tel objet est vert et comestible ? »). Bien évidemment, le participant doit inhiber les objets non pertinents avec la recherche demandée dans le jeu. En revanche, il n'existe aucune séquentialisation de l'action d'inhibition, aucune aide extérieure et aucun renforçateur dans celui-ci. Au même titre, les exercices de symétrie, de rotation mentale, de phonologie et de syntaxe peuvent solliciter à minima l'inhibition des informations non pertinentes. La question qui émerge du choix du contenu du groupe contrôle est donc la suivante : quelles activités ne solliciteraient pas les fonctions d'inhibition ? et de façon sous-jacente, comme évoqué par O. Houdé (2014), l'inhibition est-elle au centre de nos cognitions ? Sans prétendre répondre à cette question dans ce travail doctoral, la possibilité d'effets sur l'inhibition lors d'activités cognitives générales, non spécifiques et sans dispositifs doit néanmoins être soulevée.

Outre les hypothèses interprétatives de la stimulation de l'inhibition du groupe contrôle, nous pourrions également considérer les effets interventionnels et de co-action, et ouvrir le champ des études sur les placebos. Néanmoins, compte-tenu de l'aspect spécifique de l'évolution du groupe contrôle sur le plan de l'inhibition - comparativement à la mémoire de travail par exemple - ou au questionnaire de la BRIEF dans lequel une amélioration est relevée uniquement dans certaines échelles et en cohérence avec le groupe expérimental, il est peu envisageable que l'effet interventionnel soit explicatif de l'ensemble des améliorations observées dans le groupe contrôle. Sans faire abstraction de ces effets interventionnels ou thérapeutiques globaux, il semble plus pertinent de considérer une combinaison de facteurs comprenant également des effets cognitifs d'une rééducation générale. Différents facteurs peuvent ainsi être envisagés pour apprécier et comprendre l'évolution du groupe contrôle actif. Pour prendre en compte ces données, cette étude aurait pu être complétée par un troisième groupe inactif ou en liste d'attente pour examiner ces effets et tenter de discerner les facteurs explicatifs.

✓ Limite du nombre de sujets et contrainte de la durée d'intervention

Pour rappel, le nombre de sujets nécessaires a été estimé à 36 participants (18 par groupe) en s'appuyant sur une hypothèse de 40% d'évolution pour le groupe expérimental et de 20% pour le groupe contrôle. Les calculs effectués à posteriori prenant en compte l'évolution réelle des groupes indiquent que 56 sujets (28 dans chaque groupe) auraient été nécessaires dans cette étude, révélant que le nombre de sujets n'était donc pas suffisant pour montrer des effets différenciés entre les deux groupes. S'il s'agit d'une limite de l'étude, on peut considérer qu'elle concerne plus globalement les études en rééducation cognitive : en effet, considérant le temps de réalisation des séances (dans cette étude, 24 séances de 45 mn), le nombre de mesures (3 bilans de 2 heures), du recrutement des participants et de la mise en œuvre du projet, effectuer une étude sur 60 participants nécessite une équipe conséquente. Ce facteur limitatif peut également être retrouvé au niveau de la durée des protocoles dans les études en rééducation cognitive qui proposent fréquemment un format court et semi-intensif. Les contraintes expérimentales peuvent ainsi restreindre la durée et la portée des études en rééducation cognitive qui se limitent à un format court d'intervention alors qu'en pratique clinique, les rééducations se réalisent sur de nombreux mois. Par ailleurs, il est à souligner que des familles participantes ont exprimé un manque de recul pour pouvoir répondre aux

différents questionnaires après l'intervention. Le questionnaire de la BRIEF, se référant notamment aux comportements observés lors des 6 derniers mois, ne permet pas dans la mesure post-intervention d'évaluer pleinement les éventuelles modifications.

✓ Limite du questionnaire de satisfaction

L'objectif du questionnaire de satisfaction était de recueillir des données subjectives concernant le vécu du participant, sa qualité de vie et son degré de satisfaction. Au même titre qu'un retour clinique après une rééducation, le but était de collecter des données qualitatives sur le degré d'accord ou de désaccord avec différentes propositions. Bien que les domaines visés concernaient effectivement les objectifs de l'intervention, des critiques sont à noter quant à la forme du questionnaire : des propositions négatives, neutres, contrôles ou aléatoires auraient pu être intégrées permettant d'améliorer la qualité et la validité du questionnaire. Une amélioration de la qualité et de la validité de ce questionnaire aurait également permis d'optimiser le traitement des données issues du questionnaire.

Le schéma ci-après permet de synthétiser les apports et les limites de cette étude.

Schéma n°7.1. : Proposition de synthèse des apports et des limites de cette étude

Apports	Limites
Hypothèse principale	Hypothèse connexe
Intérêts des rééducations cognitives dans le TDAH	Limite du critère principal de jugement
Intérêts des apports théoriques dans la rééducation	Limite des différences entre les deux groupes
Intérêts des scores multiples	Limite de la métacognition comme outil de rééducation
Intérêts du groupe contrôle	Difficultés à constituer un groupe contrôle actif sur le plan cognitif
Apports des mesures à long terme	Limite du nombre de sujets

7.2. Résultats et modélisations cognitives, vers des implications théoriques

7.2.1. Résultats et TDAH

Bien que l'évolution du critère principal de jugement montre une amélioration des processus d'inhibition, aucune normalisation n'a été relevée. Comme observé dans les troubles de type dyslexie, dysphasie et dyspraxie caractérisés par une persistance des déficits cognitifs, l'analyse a montré ainsi une durabilité des dysfonctionnements cognitifs dans le TDAH, même si ceux-ci peuvent être atténués par une intervention relativement courte. Dans notre étude, on peut donc préciser que l'intervention permet :

- une optimisation du fonctionnement attentionnel et d'inhibition dans une perspective d'amélioration et non de normalisation du TDAH. En clinique, cette distinction permet de préciser des objectifs thérapeutiques clairs et réalistes pour les patients et leur famille,
- en cas de diagnostic différentiel, une confirmation d'un trouble attentionnel de type TDAH peut être montrée par la durabilité du dysfonctionnement cognitif. Sur le plan théorique, ces résultats contribuent à considérer le TDAH comme un trouble cognitif durable.

Par ailleurs, cette étude cible les troubles de l'inhibition dans le TDAH et non l'ensemble des troubles attentionnels et exécutifs. Ce choix, motivé par les modélisations cognitives de l'inhibition dans le TDAH, ne doit pas occulter les autres phénotypes cognitifs du TDAH. En effet, bien que tous les patients de cette étude aient présenté conjointement un trouble de l'inhibition et des critères positifs au DSM5, quelques patients présentant un phénotype différent (notamment une atteinte de l'attention soutenue sans trouble de l'inhibition) n'ont pas été inclus dans l'étude.

7.2.2. Inhibition, fonctions attentionnelles et exécutives

Comme évoqué dans le premier chapitre sur la définition du TDAH, des interrogations existent sur la définition cognitive du TDAH et sur les zones de recouvrement entre fonctions attentionnelles, inhibition et fonctions exécutives. Les modélisations des fonctions exécutives incluent les processus d'inhibition et celles du trouble du déficit de l'attention/hyperactivité impliquent ces mêmes processus ubiquitaires. Lors de la réalisation des tests et dans la définition de ceux-ci, ces recouvrements se sont révélés effectivement observables.

Ainsi, le subtest de la Tour (NEPSY) évalue les fonctions exécutives au travers de la planification, mais la réalisation de cette épreuve peut être impactée par une incapacité à

inhiber des réponses impulsives. Le test d'Attention Auditive (NEPSY) sollicite l'attention sélective car le sujet doit sélectionner des items parmi un ensemble en inhibant les items non pertinents. Le test Mondes Contraires (TEA-ch) est conçu pour observer les capacités du sujet à changer de modalité de réponse avec flexibilité et à inhiber une réponse automatique. Quant au test de Go No Go, l'inhibition des réponses interférentes se réalise conjointement en sélectionnant les items cibles. Comme modélisé par Diamond (2013), le contrôle inhibiteur de l'attention vise une action double : sélectionner des informations en supprimant conjointement certaines informations, ce qui suggère une forte intrication entre inhibition et attention sélective. L'intrication entre inhibition et attention sélective, inhibition et planification, et inhibition et flexibilité, observée dans ces tests, est certainement à envisager dans la dénomination de ces troubles attentionnels et dans les différents phénotypes cognitifs à déterminer à l'avenir dans ce trouble. Cette intrication est probablement au cœur de la dénomination « dysfonctionnement exécutif » ou « syndrome dysexécutif » ou « dysattentionnel » privilégiée par certains auteurs ((Berquin, 2005 ; Moret & Mazeau, 2013 ; Roy, Le Gall, Roulin, & Fournet, 2012). Au sein de ce syndrome ou dysfonctionnement, des travaux seront à l'avenir nécessaires afin de déterminer plus précisément les différents types d'atteintes cognitives dans ce pattern de troubles attentionnels et exécutifs tant au niveau de la présentation initiale que dans une perspective développementale. L'intérêt de l'identification des différentes atteintes attentionnelles dans ce pattern pourra également permettre, au même titre que les différents types (ou évolutions) de dysphasie, de mettre en place des stratégies rééducatives distinctes.

7.2.3. Mémoire de travail dans le TDAH

En revanche, les fonctions de mémoire de travail, bien que souvent intégrées dans les modélisations des fonctions exécutives (Diamond, 2013) et du TDAH (Barkley, 1997) semblent occuper une place particulière dans le TDAH. Elles ne sont visées ni par les critères du DSM5, ni dans la dénomination de ce trouble, ni prioritairement dans les modélisations (Barkley, 1997 ; Sonuga-Barke, 2002) mais font l'objet de mesures rééducatives (*Cogmed*, Klingberg, 2012). Si on considère le modèle de Barkley (1997), le déficit central de l'inhibition impacterait 4 sous-fonctions, dont la mémoire de travail. En cas d'amélioration de l'inhibition, on peut donc envisager l'hypothèse d'une répercussion secondaire en mémoire de travail. Dans notre étude, les résultats ne vont pas dans ce sens puisqu'aucun effet n'est relevé en mémoire de travail : aucune différence n'est relevée après l'intervention dans les deux

groupes, ni pour les résultats obtenus à l'épreuve de séquence lettres-chiffres du WISC4, ni pour ceux relevés à l'échelle de mémoire de travail de la BRIEF. Ces résultats tendent à montrer que ces deux composantes présenteraient des trajectoires distinctes et devraient par conséquent nécessiter des actions rééducatives différentes.

7.2.4. Composantes des processus d'inhibition

L'approche théorique a permis de relever que différents modèles du TDAH (Barkley, Sonuga-Barke) et des fonctions exécutives (Diamond) gravitent autour de la notion d'inhibition, avec pour chacun un angle de lecture spécifique :

- un défaut central d'inhibition dans le TDAH pour Barkley, inhibition définie par trois schémas (inhibition des réponses non pertinentes, interruption de la réponse, contrôle de l'interférence),
- au sein du modèle à deux voies de Sonuga-Barke relatif au TDAH, une inhibition représentée par la voie exécutive, mais hypothétiquement présente également dans la deuxième voie motivationnelle définie par une intolérance et une aversion au délai (nécessitant d'inhiber ou de différer une réponse),
- l'inhibition intégrée dans un modèle tridimensionnel des fonctions exécutives de Diamond (2013) comprenant contrôle inhibiteur, mémoire de travail et flexibilité cognitive, et définie par une double action : sélectivité des informations et suppression des informations.

Ces différentes composantes de l'inhibition sont également présentées par Miyake, Friedman, Emerson, Witzki, Howerter et Wager (2000).:

- l'inhibition des réponses prédominantes,
- l'inhibition des réponses non pertinentes,
- l'inhibition des réponses devenues non pertinentes.

L'analyse des résultats permet d'observer que l'évolution concerne principalement les épreuves avec contrôle inhibiteur lorsqu'un stimulus ou une consigne interférente sont rajoutés. En revanche, les épreuves avec forte sollicitation de la flexibilité ou avec changement de consignes ou interférences entre les stimuli, s'avèrent moins sensibles au changement. Cette dissociation va dans le sens d'une modélisation de l'inhibition en deux axes : inhibition contrôlée et inhibition automatique (Andres, 2004) ou contrôle inhibiteur exogène ou endogène (Diamond, 2013).

Plus précisément, les épreuves dont les résultats évoluent le plus (Statue de la NEPSY, Marche-Arrête de la TEA-ch et Inhibition de la NEPSY2) font appel au concept d'inhibition retenue évoqué par Schachar et al. (2007) comparativement à celles qui n'évoluent pas ou moins qui sollicitent préférentiellement l'inhibition d'annulation (comme annuler la procédure de lecture automatique dans le test de Stroop ou annuler le schéma d'action précédant dans l'épreuve de Cogner-frapper (NEPSY)). Les résultats de cette étude soutiennent ainsi un modèle d'inhibition à deux voies et sont cohérents avec les résultats de Schachar et collaborateurs (2007) qui montraient que les patients avec TDAH présentaient des difficultés d'inhibition avec identification de deux composantes : inhibition retenue et inhibition d'annulation.

L'analyse de l'épreuve de Go No Go génère également quelques éléments relatifs à la modélisation de l'inhibition. Bien qu'apportant des informations limitées sur le plan statistique, la diminution du nombre de fausses alarmes et d'omissions fournit des informations qualitatives sur l'évolution du profil d'inhibition : la vitesse de traitement n'est pas modifiée après l'intervention mais le contrôle inhibiteur, c'est-à-dire l'inhibition des réponses non pertinentes, s'améliore dans le groupe expérimental. Il s'agit ici d'une amélioration de l'inhibition retenue (Schachar et al., 2007).

Les mesures et les résultats de cette étude soutiennent donc les hypothèses de composantes multiples de l'inhibition et sont, comme évoqué dans la partie précédente, en faveur de la présence de trajectoires dissociées entre les fonctions de mémoire de travail et les processus d'inhibition. Cette évolution de l'inhibition pourrait ainsi alimenter des perspectives théoriques et rééducatives dans le TDAH en identifiant à minima deux voies dissociant la vitesse du contrôle inhibiteur.

7.2.5. Implications dans le choix des procédures rééducatives

Cette étude s'attache à combiner des procédures rééducatives visant directement les fonctions déficitaires et la mise en œuvre d'outils externes. Il s'agit de l'axe 1 et de l'axe 3 de la rééducation cognitive (chapitre 3.2.). Ce protocole ne cible pas l'axe 2, c'est-à-dire l'utilisation ou l'optimisation des fonctions préservées. Au même titre qu'une rééducation en langage oral utilise des supports verbaux ou qu'une rééducation du langage écrit utilise, selon le bilan, une voie de lecture moins déficitaire, cette option rééducative n'a pas été explorée dans cette étude. Conjointement, cette procédure rééducative n'est pas retrouvée dans la revue de la littérature relative aux rééducations cognitives dans le TDAH. Elle pourrait pourtant

s'avérer être une perspective prometteuse et novatrice pour autant que l'on puisse identifier des fonctions préservées qui pourraient supporter des fonctions attentionnelles et d'inhibition. Il s'agit d'une perspective thérapeutique à envisager afin de contourner le déficit attentionnel dans le TDAH plutôt que de viser directement les fonctions déficitaires.

7.3. Critères de validité de cette étude

La question initiale à l'origine de cette étude concernait la validité des programmes de rééducation cognitive dans le TDAH. Cette étude s'est ainsi attachée à fournir des éléments de validité de contenu, c'est-à-dire un contenu en cohérence avec des domaines cognitifs préalablement définis, comparativement à des programmes éloignés des modélisations attentionnelles. Elle a ainsi visé explicitement les fonctions d'inhibition et examiné un contenu rééducatif avec des outils de mesure ciblant ces fonctions, utilisés par les professionnels et répliquables. Elle s'est également attachée à élaborer une validité didactique, en élaborant un programme dont les référentiels ont bien été enseignés aux professionnels. Pour exemple, le protocole métacognitif n'est pas réalisable sans connaissance initiale et continue des modèles de l'attention, du TDAH, du vécu de ces patients, et des répercussions de ces troubles dans l'environnement. Ainsi, la mise en place des aménagements pédagogiques nécessite une connaissance et une expérience de cette démarche, des textes en vigueur et de la réalité du terrain. La validité de convergence est la plus difficile à examiner, puisqu'il n'existe pas d'outil commercialisé, disponible et accessible pour déterminer si une corrélation existe entre ce protocole et des outils visant les mêmes fonctions. C'est dans cette perspective que la recherche et la publication des protocoles en rééducation cognitive sont indispensables afin d'en comparer les effets. La validité de conséquence doit être également mentionnée : de fait, les effets de transfert sont essentiels lors de la rééducation cognitive car ils permettent de ne pas se restreindre à une amélioration des résultats obtenus aux tests, mais à une amélioration dans le quotidien du patient. C'est notamment pour cette raison que des questionnaires ont été utilisés. Pour rappel, ils montrent que l'échelle d'inhibition (exemple item 41 : *coupe la parole aux autres*, item 55 : *ne sais pas s'arrêter*, item 59 : *ne réfléchit pas avant d'agir*) présente, dans le groupe expérimental, de meilleurs résultats après l'intervention alors qu'aucune différence n'est relevée dans le groupe contrôle. Mais si la validité de conséquence peut donc être évoquée pour cette intervention spécifique, ces mesures auraient néanmoins pu être améliorées avec des mesures d'occurrence de comportements observables

ou mesurables de type avant/après. Par exemple, une mesure du nombre d'oublis d'objets scolaires aurait pu améliorer la qualité des résultats et de la validité de conséquence.

Il faut souligner que les validités de contenu et de construit sont questionnées par les effets - certes moins importants- mais significatifs de la rééducation proposée au groupe contrôle. C'est pour cette raison que cette grille de lecture a été utilisée car elle permet ainsi d'interroger les critères et de décrypter la validité de ce type de rééducation cognitive.

7.4. Implications cliniques

Dans cette étude, on relève une forte variabilité interindividuelle observée dans le diagramme n°6.2. : certains sujets améliorant nettement leurs résultats après l'intervention (notamment les sujets n°5, 8 et 18 du groupe expérimental), d'autres montrant une stabilité de leurs difficultés (notamment les sujets n°3, 13 et 16 du groupe expérimental) et certains une augmentation de leurs difficultés objectivées par les tests (notamment les sujets n°4 et 9 du groupe expérimental). Cette variabilité indique que les effets ne sont pas identiques pour tous les sujets et que ce protocole n'est pas efficace pour l'ensemble des sujets. Seule l'étude du groupe permet d'indiquer des effets généraux, ce qui implique des limites de résultats des éventuelles études de cas. Conjointement, ces effets doivent interroger sur les caractéristiques des sujets non répondants comparativement aux sujets répondants. Parmi les caractéristiques étudiées, ni l'âge, ni le genre, ni les ressources cognitives définies par l'ICV ne permettent d'envisager des hypothèses sur des facteurs distinctifs des sujets répondants et non répondants. Dans cette étude, aucune fenêtre temporelle ou facteur explicatif n'ont pu être identifiés, conduisant à envisager à l'avenir des recherches complémentaires afin de mieux comprendre quels sont les patients répondants et cibler ce type d'intervention. Cette variabilité interindividuelle doit également être prise en compte sur le plan clinique afin d'éviter les protocoles systématiques et de les ajuster en fonction de critères à définir.

7.5. Perspectives et propositions

Pour conclure ce chapitre et afin d'extraire les perspectives de cette étude, différentes propositions sont évoquées pour poursuivre le développement de ce travail. Ces propositions s'inscrivent tant dans un cadre clinique qu'expérimental, dans un souci d'associer ces deux axes.

✓ La réalisation d'une rééducation neuropsychologique renvoie au profil cognitif du patient, à la définition de son trouble et au contexte étiologique. Dans le cadre du TDAH, la définition même des troubles cognitifs sous-jacents doit être développée car elle est essentielle pour ajuster et élaborer des protocoles de rééducation et de remédiation pertinents et valides. L'amélioration des modélisations du TDAH et de la compréhension des différents types de troubles est ainsi indispensable pour cibler les phases interventionnelles. La recherche concernant la rééducation cognitive pourrait également à l'avenir proposer en retour des propositions de modélisation.

✓ Cette perspective d'amélioration des modélisations s'accompagne de la nécessité d'harmoniser les critères de diagnostic du TDAH, avec recours aux tests cognitifs, afin de permettre l'objectivation d'un réel déficit cognitif et d'éviter les diagnostics faux positifs (Guay, Lageix & Parent, 2006). Les tests eux-mêmes, leur sensibilité, leur typicité et leurs cibles cognitives sont également à améliorer afin de mieux définir les projets cognitifs et d'harmoniser les pratiques des professionnels. Eviter les mesures uniques apparaît également comme une perspective à prendre en compte dans les protocoles neuropsychologiques, étant donné qu'il faut effectivement garder à l'esprit que l'observation est rarement impartiale et que « la manière d'énoncer une vérité n'est pas neutre, elle contribue à élaborer un rapport au réel » (Barrau, 2016).

✓ Considérant l'évolution observée dans cette étude après une période relativement courte d'intervention (12 semaines d'intervention), on peut envisager l'hypothèse d'une augmentation des effets et/ou d'une diversification des bénéfices vers d'autres fonctions cognitives au travers de protocoles de rééducation à géométrie variable en proposant différents modules rééducatifs ciblés selon les profils cognitifs objectivés lors du bilan neuropsychologique initial. Ces effets faisant suite à une intervention relativement courte, ils ouvrent ainsi la voie à des perspectives rééducatives dans le développement et la proposition de programmes plus complets.

✓ Favoriser le développement des stratégies cognitives alternatives et optimiser les stratégies efficaces et efficients (axe 2 de la rééducation neuropsychologique) constituent également un axe à développer tout particulièrement. Actuellement, la dynamique privilégiée est de viser les fonctions déficitaires et non de valoriser les fonctions efficaces. Un changement paradigmatique et épistémologique de la rééducation cognitive dans les troubles

neurodéveloppementaux serait un axe particulièrement novateur et intéressant à mettre en œuvre.

✓ Dans un objectif de dynamique partagée et interactive entre la pratique clinique et les protocoles de recherche, la publication de ce protocole est envisagée comme perspective à la suite de cette étude. Elle permettra en outre de vérifier la répliquabilité de l'étude et, par la comparaison avec d'autres outils, de prendre en compte la validité de convergence.

✓ La poursuite de l'évaluation des procédures rééducatives est également nécessaire. Cette étude peut être considérée comme preuve de principe mais doit être développée, notamment afin d'étendre les âges cibles de cette rééducation, les contextes pathologiques (troubles de l'inhibition dans l'épilepsie de l'enfant par exemple), afin de compléter le protocole avec d'autres cibles cognitives (comme l'attention soutenue et la flexibilité) et d'ouvrir ces procédures aux nouvelles technologies (intérêts de la réalité virtuelle dans ce cadre par exemple) mais également aux outils plus simples mais cognitivement pertinents.

✓ Plus largement, les perspectives de cette étude tendent à œuvrer pour un élargissement des niveaux de preuve en rééducation cognitive dans les troubles du neurodéveloppement, notamment en se référant à une démarche d'Evidence Based Clinical Neuropsychological Practice. Les niveaux de preuve permettraient en outre de diriger les patients et leur famille vers des protocoles ajustés, efficaces, d'éviter les soins avec un faible niveau de preuve et de participer à l'évaluation des pratiques.

✓ En pratique clinique, l'amélioration des protocoles d'intervention cognitive à l'aide d'une méthodologie reproductible (SCED, ligne de base spécifique et aspécifique par exemple) constitue également des perspectives à favoriser, notamment au travers de formations pour les professionnels et en facilitant la publication d'études de cas en rééducation cognitive chez l'enfant afin de diffuser et de participer à une démarche commune et partagée d'amélioration des pratiques. La publication d'études de cas en rééducation cognitive chez l'enfant pourrait plus largement concerner des pratiques transversales et une diversité de professionnels, pour un partage des pratiques (orthophonistes, psychologues-neuropsychologues, psychomotriciens...).

✓ La démarche d'Evidence Based Clinical Neuropsychological Practice, les objectifs généraux de rééducation comprenant l'environnement et le transfert, et les réponses qualitatives obtenues aux questionnaires de satisfaction, tendent vers des perspectives

d'amélioration de la communication avec l'environnement, et notamment vers l'école. La mise en place des aménagements pédagogiques pour les élèves à besoins spécifiques en cas de troubles cognitifs doit être une étape à améliorer, centrale et spécifique.

CHAPITRE 8 : CONCLUSION GENERALE

L'objectif de ce travail doctoral était de décrypter les stratégies de rééducation cognitive chez l'enfant porteur d'un TDAH en élaborant et évaluant un protocole de remédiation neuropsychologique spécifique au profil de ces patients. Pour atteindre cet objectif, ce travail s'est appuyé sur une approche tridimensionnelle associant les modèles du traitement de l'information, les modèles du TDAH et la place centrale de l'inhibition dans ce trouble, et enfin les procédures de rééducation. Les résultats ont montré une amélioration de l'inhibition objectivée par les tests neuropsychologiques. Néanmoins, des différences significatives, mais manquant de puissance, ont été relevées entre le groupe bénéficiant de l'approche théorique tridimensionnelle et le groupe contrôle, nécessitant ainsi de poursuivre ce type de travaux. Ces résultats, en faveur des modèles d'inhibition à plusieurs voies et de trajectoires distinctes entre le contrôle inhibiteur et la mémoire de travail, interrogent la dénomination même du TDAH, conduisant notamment à considérer les différents phénotypes cognitifs du TDAH, à élaborer une validité dans la rééducation et à ouvrir des voies innovantes en rééducation-remédiation dans les troubles du neurodéveloppement.

Ainsi, l'analyse des résultats de cette étude nécessite une démarche « radicalement nuancée » en établissant, parmi le corpus de ces résultats et des données en rééducation, des gradients ou des niveaux de preuve (Barrau, 2016). Ces résultats attirent l'attention du clinicien et du chercheur sur les risques des mesures uniques, de la monosémie de la généralisation et d'uniformité des preuves, comme évoqué par A. Dumas sous les termes « Toutes les généralisations sont dangereuses, y compris celle-ci » (Alexandre Dumas fils, cité par N. Baillargeon, dans Petit cours, 2006). Prendre en compte des gradients de preuve permet ainsi d'apprécier la complexité des divers résultats, des effets de transferts, des multiples protocoles

expérimentaux, des besoins des patients et de leur famille en intégrant l'expertise clinique. En conclusion, ce travail souhaite inscrire la rééducation-remédiation cognitive dans les troubles du neurodéveloppement au travers d'une pratique exigeante, éthiquement prudente et cognitivement pertinente. Traversée par les enjeux de cette pratique, confrontée aux nécessités cliniques, à l'importante prévalence des troubles cognitifs chez l'enfant, et aux enjeux commerciaux des futures méthodes de rééducation, l'intervention cognitive chez l'enfant doit se prémunir des méthodes proposant de faire l'économie de la réflexion cognitive. Ce travail de recherche souhaite enfin ouvrir les pratiques sur des paradigmes de référence et des procédures prototypiques valides en rééducation-remédiation cognitive dans les troubles du neurodéveloppement.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Albaret J.M. & Migliore L. (1999). *Stroop, test d'attention sélective de Stroop*, Montreuil : Editions ECPA.

Ameisein, J.C. (2014). Préface dans S. Pääbo, *Néandertal, à la recherche des génomes perdus*, Paris : Edition LLL les liens qui libèrent.

American Psychiatric Association. (2013). *DSM-V: Manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux* (5ème éd. ; traduit par M-A. Crocq et J-D. Guelfi). Paris : Masson

American Psychological Association, Presidential Task Force on Evidence-Based Practice. (2006). Evidence-based practice in psychology. *American Psychologist*, 61(4), 271-285.

Andres, P. (2004). L'inhibition: une approche neuropsychologique et cognitive. Dans T. Meulemans, F. Collette, M. Van der Linden (dir), *Neuropsychologie des fonctions exécutives*. Marseille : Solal, p.53-77

Aubron, V., Michel, G., Purper-Ouakil, D., Cortese, S., & Mouren M-C. (2007). Les enjeux de l'évaluation du trouble déficitaire attentionnel avec hyperactivité (TDAH) : à propos de deux cas d'enfants. *Neuropsychiatrie de l'enfance et de l'adolescence*, 55 (3) , 168-173.

Bange, F., & Vieyra, M. (2014). Le syndrome dans le DSM-IV, le DSM-5 et la CIM 10. Dans Bange, F. (dir), *TDA/H, Trouble Déficit de l'Attention/hyperactivité*. Edition Dunod.

Barkley, R. A. (1997). Behavioral inhibition, sustained attention, and executive functions: constructing a unifying theory of ADHD. *Psychological bulletin*, 121(1), 65.

Barrau, A. (2016). *De la vérité dans les sciences*. Paris : Dunod.

- Beaumont, E., Selley, L. (1990). *L'imagerie des animaux*. Edition Fleurus Enfants.
- Bernard, C. (1865). *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale*. Paris : Flammarion, « Champ Classique ».
- Berquin, P. (2005). Le trouble déficitaire d'attention avec hyperactivité (TDAH). Dans C. Hommet, I. Jambaqué, C. Billard & P. Gillet (dir), *Neuropsychologie de l'enfant et troubles du développement* (131-148). Edition Solal.
- Biederman, J., Faraone, S., Milberger, S., Curtis, S., Chen Ba, L., Marrs Ba, A., Ouellette, C., ... & Spencer, T. (1996). Predictors of persistence and remission of ADHD into adolescence: results from a four-year prospective follow-up study. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 35(3), 343-351.
- Blanrue, M.F., Higelé, F., Higelé, P., Maire, P., Perry, E. (1997). *Ateliers de Structuration Logique et Spatiale*, Saint Martin de Seignanx : Jonas Formation.
- Büchel, F. P., & Paour, J. L. (2005). Déficience intellectuelle: déficits et remédiation cognitive. *Enfance*, 57(3), 227-240.
- Bueno, V.F., Da Silva, M.A., Alves, T.M., Louza, M.R., & Pompéia, S. (2017). Fractionating Executive Functions of Adults with ADHD. *Journal of Attention Disorder*, 21(11), 944-955.
- Bush, G., Luu, P., & Posner, M. I. (2000). Cognitive and emotional influences in anterior cingulate cortex. *Trends in cognitive sciences*, 4(6), 215-222.
- Camus, J.F. (1997). *La psychologie cognitive de l'attention*. Paris : Armand Colin.
- Castellanos, F.X., Margulies, D.S., Kelly, C., Uddi, L.Q., Ghaffari, M., Kirsch, A., Shaw, D., ...& Milham, M.P. (2008). Cingulate-precuneus interactions: a new locus of dysfunction in adulte attention-deficit/hyperactivity disorder. *Biological Psychiatry*, 63 (3), 332-337.
- Catale, C., & Meulemans, T. (2013). Diagnostic, évaluation et prise en charge du trouble déficitaire de l'attention avec/sans hyperactivité : le point de vue du neuropsychologue. *Neuropsychiatrie de l'Enfance et de l'Adolescence*, 61(3), 140–147.
- Chacko, A., Feirsén, N., Bedard, A. C., Marks, D., Uderman, J. Z., & Chimiklis, A. (2013). Cogmed working memory training for youth with ADHD: a closer examination of efficacy utilizing evidence-based criteria. *Journal of Clinical Child & Adolescent Psychology*, 42(6), 769-783.
- Chelune, G.J. (2010). Evidence-based research and practice in clinical neuropsychology. *The Clinical Neuropsychologist*, 24(3), 454-467.

Cherkasova, M., Sulla, E.M., Dalena K.L., Pondé, M.P., & Hechtman, L. (2013). Developmental course of attention deficit hyperactivity disorder and its predictors. *Journal of the Canadian Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 22(1), 47-54.

Cicerone, K. D., Dahlberg, C., Malec, J. F., Langenbahn, D. M., Felicetti, T., Kneipp, S., Ellmo,...& Catanese, J. (2005). Evidence-based cognitive rehabilitation: updated review of the literature from 1998 through 2002. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 86(8), 1681–1692.

Cicerone, K. D., Langenbahn, D. M., Braden, C., Malec, J. F., Kalmar, K., Fraas, M., Felicetti, T., ...& Ashman, T. (2011). Evidence-based cognitive rehabilitation: updated review of the literature from 2003 through 2008. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 92(4), 519–530.

CIF : Classification Internationale du fonctionnement et du handicap et de la santé (2001). Genève : Organisation Mondiale de la Santé.

CIM-10 : Classification statistique internationale des maladies et des problèmes de santé connexes. Dixième révision (2009). Genève : Organisation Mondiale de la Santé.

Cornu-Leyrit A. et Ruiz-Reix C. (2008). *Tâches attentionnelles*. Isbergues : Ortho Edition.

Cortese, S., Kelly, C., Chabernaud, E., Proal, E., Di M.A., Milham M.P., & Castellanos, F.X. (2012). Toward Systems Neuroscience of ADHD : A Meta-Analysis of 55fMRI studies. *American Journal of Psychiatry*, 169 (10), 1038-1055.

Cortese, S., & Rosello-Miranda, R. (2017). Tratamientos para niños y adolescentes con trastorno por déficit de atención/hiperactividad: ¿cuál es la base de la evidencia hasta ahora?, *Revista de Neurologia*, 64(S01), S3-S7.

Cortese, S., Ferrin, M., Brandeis, D., Buitelaar, J., Daley, D., Dittmann, R.W., Hottmann, M., ... & Sonuga-Barke, E.J. (2015). Cognitive training for attention-deficit/hyperactivity disorder : meta-analysis of clinical and neuropsychological outcome from randomized controlled trials. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 54(3), 164-174.

Deforge, H. (2011/2). Prise en charge des troubles attentionnels et exécutifs chez l'enfant. La remédiation cognitive: pratiques et perspectives. *Développements*, (8), 5–20.

De Zeeuw, P., Aarnoudse-Moens, C., Bijlhout, J., König, C., Uiterweer, A. P., Papanikolau, A., Hoogenraad, C.,...& Oosterlaan, J. (2008). Inhibitory performance,

response speed, intraindividual variability, and response accuracy in ADHD. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 47(7), 808–816.

Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual review of psychology*, 64, 135.

Dongen-Boomsma, M., Vollebregt, M. A., Buitelaar, J. K., & Slaats-Willemse, D. (2014). Working memory training in young children with ADHD: A randomized placebo-controlled trial. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 55(8), 886-896.

Doudin, P.A., Tardif, E., & Meylan, N. (2016). De l'utilité ambiguë des styles d'apprentissage et des neuromythes. Dans : E. Tardif et P.A. Doudin, (dir). *Neurosciences et Cognition*. Paris : De Boeck.

Dovis, S., Van der Oord, S., Wiers, R. W., & Prins, P. J. (2012). Can motivation normalize working memory and task persistence in children with attention-deficit/hyperactivity disorder? The effects of money and computer-gaming. *Journal of abnormal child psychology*, 40(5), 669-681.

Duboc, C. & Peyroux, E. (2012). Le bilan neuropsychologique. Dans : N. Franck (dir), *Remédiation cognitive*. Issy-les-Moulineaux : Elsevier Masson, p. 35-50

Ellis, A.J., Kinzel, C., Salgari, G.C., & Loo, S.K. (2017). Frontal alpha asymmetry predicts inhibitory processing in youth with attention deficit/hyperactivity disorder. *Neuropsychologia*, 28(102), 45-51.

Emond, V., Joyal, C., & Poissant, H. (2009). Neuroanatomie structurelle et fonctionnelle du trouble hyperactivité déficitaire de l'attention (TDAH). *L'Encéphale*, 35(2), 107–114.

Flavell, J. H. (1987). Speculation about the nature and development of metacognition. Dans : F. E. Weinert and R. H. Kluwe (Dir.), *Metacognition, Motivation and Understanding*. Mahwah (New Jersey, United States) : Lawrence Erlbaum Associates.

Forgeot, B., Bonnet, D., & Jacquin, T. (2011/1). L'apport du bilan neuropsychologique au diagnostic et à la prise en charge du trouble déficitaire de l'attention-hyperactivité. *Perspective psy*, 50, 55-61.

Fortin, C., & Rousseau, R. (2015). *Psychologie cognitive: une approche de traitement de l'information*. Presses de l'Université du Québec.

Fourcade, V. (2004). *Laoupala*, Edition Cocktail Games.

Fourneret, P. & Seguin, C. (2012). Intérêts de la remediation cognitive dans le trouble déficit d'attention avec ou sans hyperactivité (TDAH). Dans N. Franck (dir), *Remédiation cognitive* (p. 219-240). Edition : Elsevier Masson.

Franck, N. (2012). Introduction. Dans N. Franck (dir), *Remédiation cognitive* (p.1-11). Edition : Elsevier Masson.

Franck, W., Oldehinkel, M., Oosterlaan, J., Heslenfeld, D., Hartman, C., Hoekstra, P., Franke, B., ...& Mennes, M. (2015). The executive control network and symptomatic improvement in attention-deficit/hyperactivity disorder. *Cortex*, 73, 62-72.

Frazier, T. W., Youngstrom, E. A., & Hamilton, J. D. (2006). Evidence-based assessment of attention-deficit/hyperactivity disorder: using multiple sources of information. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 45(5), 614–620.

Freudenreich, O. (2007). *Lobo*, Edition Gigamic.

Frodl, T., & Skokauskas, N. (2012). Meta-analysis of structural MRI studies in children and adults with attention deficit hyperactivity disorder indicates treatment effects. *Acta Psychiatrica Scandinavica*, 125 (2), 114-126.

Froehlich, T., Lanphear, B.P., Epstein, J.N., Barbaresi, W.J., Katusic, S.K., & Kahn, R.S. (2007). Prevalence, recognition, and treatment of attention-deficit/hyperactivity disorder in a national sample of US children. *Archives of Pediatrics & Adolescent Medicine*, 161(9), 857-864.

Gagné, P. P. (2016). Les remédiations cognitives comme soutien aux élèves TDA. *Approche neuropsychologique des apprentissages chez l'enfant*, 28 (140), 93-100.

Garcia-Betances, R.I., Cabrera-Umpierrez, M.F., & Arredondo, M.T. (2017). Computerized neurocognitive interventions in the context of the brain training controversy. *Reviews in the neurosciences*. Prépublication. doi.org/10.1515/revneuro-2017-0031

Gascon, L. (2016). L'évolution du TDA/H après l'enfance : l'évaluation neuropsychologique de l'adolescent. *Approche neuropsychologique des apprentissages chez l'enfant*, 28 (140), 57-66

Gaucher, M., & Forget, J. (2014/4). Le trouble déficit de l'attention/hyperactivité: nosographie et perspective développementale. *La nouvelle revue de l'adaptation et de la scolarisation*, (68), 17–26.

Gioia, G.A., Isquith, P.K., Guy, S., Kenworthy, L. (1996). *BRIEF, Inventaire d'Evaluation Comportementale des Fonctions Exécutives*, Adaptation française, 2013, Roy, A., Fournet, N., Le Gall, D., Roulin, J-L. Edition Hogrefe.

Glozman, J. M., & Shevchenko, I. A. (2014). Executive function in children with ADHD. *Psychology & Neuroscience*, 7(4), 453-460

Gohier, C. (2004). De la démarcation entre critères d'ordre scientifique et d'ordre éthique en recherche interprétative. *Recherches qualitatives*, 24, 3-17.

Goodman, R., & Stevenson, J. (1989). A twin study of hyperactivity. The aetiological role of genes, family relationships and perinatal adversity. *Journal of child psychology and psychiatry*, 30(5), 691-709.

Gorwood, P., Wohl, M., & Purper, D. (2004). Génétique des pathologies psychiatriques de l'enfant et de l'adolescent. *EMC-Psychiatrie*, 1(1) : 4-14.

Guay, M.C., Lageix, P., & Parent, V. (2006). Proposition d'une démarche évaluative du TDAH. Dans : N. Chevalier, M.C. Guay, A. Achim, P. Lageix et H. Poissant (dir.), *Trouble Déficitaire de l'attention avec hyperactivité*. Québec (Québec, Canada) : Presses de l'Université du Québec, p. 3-16

Habib, M. (2014). *La constellation des dys, : bases neurologiques de l'apprentissage et de ses troubles*. Paris : De Boeck.

Harvey, E.A., Lugo-Candelas, C., & Breaux, R.P. (2015). Longitudinal changes in individual symptoms across the preschool years in children with ADHD. *Journal of Clinical Child and Adolescent Psychology*, 44(4), 580-594.

Haute Autorité de Santé (HAS). (2012). *Conduite à tenir devant un enfant ou un adolescent ayant un déficit de l'attention et/ou un problème d'agitation : note de cadrage* Repéré à https://www.tdah-france.fr/IMG/pdf/trouble-de-lattention-de-lenfant_note_de_cadrage.pdf?683/c366599cf657c4f2d0d3c3f1d1af7854716093ee

Haute Autorité de Santé (HAS). (2014). *Conduite à tenir en médecine de premier recours devant un enfant ou un adolescent susceptible d'avoir un trouble déficit de l'attention avec ou sans hyperactivité : recommandation de bonne pratique*. Repéré à : https://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/2015-02/tdah_recommandations.pdf

Hodgson, K., Hutchinson, A.D., & Denson, L. (2014). Nonpharmacological treatments for ADHD : A Meta-Analytic Review. *Journal of Attention disorders*, 18 (4), 275-282.

Hogan, T.P. (2017). *Introduction à la psychométrie*. Montréal (Québec, Canada) : Chenelière Education.

Houdé, O. (2014). *Apprendre à résister*. Paris : Editions Le Pommier.

Houdé, O., Zago, L., Mellet, E., Moutier, S., Pineau, A., Mazoyer, B., & Tzourio-Mazoyer, N. (2000). Shifting of perceptual brain to the logical brain: the neural impact of cognitive inhibition training. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 12(5), 721-728.

Huck, C. (1996). *Ultimo*, Edition Point à Point.

Institut national de la santé et de la recherche médicale (INSERM) (2016). Déficiences intellectuelles : rapport. Paris : INSERM, Expertise collective.

Institut national de la santé et de la recherche médicale (INSERM) (2007). Dyslexie, dysorthographe, dyscalculie : bilan des données scientifiques : rapport. Paris : INSERM , Expertise collective.

Institut national de la santé et de la recherche médicale (INSERM) (2009). La santé de l'enfant, proposition pour un meilleur suivi : rapport. Paris : INSERM, Expertise opérationnelle

Institut national de la santé et de la recherche médicale (INSERM) (2004). Psychothérapie : Trois approches évaluées : rapport. Paris : INSERM , Expertise collective.

Johnstone, S.J., Roodenrys, S., Blackmal, R., Johnston, E., Loveday, K., Mantz, S., & Barratt, M. (2012). Neurocognitive training for children with and without AD/HD. *Attention Deficit and Hyperactivity Disorders*, 4 (1), 11-23.

Kenemans, J. L. (2015). Specific proactive and generic reactive inhibition. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 56, 115–126.

Kim, N.Y., Wittenberg, E., & Nam, C.S. (2017). Behavioral and Neural Correlates of Executive Function: Interplay between Inhibition and Updating Processes. *Frontiers in Neurosciences*, 11, 378. doi: 10.3389/fnins.2017.00378

Klingberg, T. (2012). *Cogmed, Programme de remédiation de la mémoire de travail*. Montreuil : Editions ECPA.

Klingberg, T., Forssberg, H., & Westerberg, H. (2002). Training of working memory in children with ADHD. *Journal of clinical and experimental neuropsychology*, 24 (6), 781-791.

Kofler M.J., Sarver D.E., Spiegel, J.A., Day T.N., Harmon S.L. & Wells E.L. (2016). Heterogeneity in ADHD: Neurocognitive predictors of peer, family and academic functioning. *Child neuropsychology, A journal on Normal and Abnormal Development in Childhood and Adolescence*, 23(6), 733-759.

Korkman M., Kirk U. & Kemp S. (1997). *NEPSY, bilan neuropsychologique de l'enfant*, [adaptation française 2003]. Montreuil : Editions ECPA.

Korkman M., Kirk U. & Kemp S. (2012). *NEPSYII, bilan neuropsychologique de l'enfant* [adaptation française], Montreuil : Editions ECPA.

Krain, A.L., & Castellanos, F.X. (2006). Brain development and ADHD. *Clinical Psychology Review*, 26, 433-444.

Krasny-Pacini, A., & Chevignard, M. (2017). Considérations pratiques sur les difficultés méthodologiques inhérentes aux protocoles de rééducation chez l'enfant. *Approche neuropsychologique des apprentissages chez l'enfant*, 146, 41-48.

Krasny-Pacini, A., Hiebela, J., Paulyb, F., Godonb, S., & Chevignard, M. (2013). Goal Attainment Scaling in rehabilitation: A literature-based update. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 56(3), 212-230.

Krasny-Pacini, A., Limond J., & Chevignard M. (2016). Rééducation des fonctions exécutives chez l'enfant cérébro-lésé. *Approche neuropsychologique des apprentissages chez l'enfant*, 28 (141), 185-197.

Lahey, B.B., & Willcutt, E.G. (2010). Predictive validity of a continuous alternative to nominal subtypes of Attention-Deficit Hyperactivity Disorder in DSM-IV. *Journal of Clinical Child and Adolescent Psychology*, 39(6), 761-775.

Larsson, H., Dilshad, R., Lichtenstein, P., & Barker, E.D. (2011). Developmental trajectories of DSM-IV symptoms of attention-deficit/hyperactivity disorder : genetic effects, family risk and associated psychopathology. *The Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 52(9), 954-963.

Lecendreux, M., Konofal, E., & Faraone, S.V. (2011). Prevalence of attention deficit hyperactivity disorder and associated features among children in France. *Journal of Attention disorders*, 15(6), 516-524.

Limond, L., Adlam, A.L., & Cormack M. (2014). A Model for Pediatric Neurocognitive Interventions : Considering the Role of Development and Maturation in Rehabilitation Planning. *The clinical neuropsychologist*, 28(2), 181-198.

Lobier, M. & Valdois, S. (2015). Visual attention deficits in developmental dyslexia cannot be ascribed solely to poor reading experience. *Nature Reviews Neuroscience*, 16(225), 43-54.

LOI n°2005-102 du 11 février 2005 pour l'égalité des droits et des chances, la participation et la citoyenneté des personnes handicapées. Repéré à : https://www.legifrance.gouv.fr/jo_pdf.do?id=JORFTEXT0000000809647

Lussier, F. (2009). Programme d'intervention pour favoriser le développement des fonctions attentionnelles et exécutives. Dans : S. Adam, P. Allain, G. Aubin et F. Coyette (dir). *Actualités en rééducation neuropsychologique: études de cas*. Marseille, Solal, p. 103-118.

Lussier, F. (2013). PIFAM : Programme d'Intervention sur les fonctions attentionnelles et métacognitives. Paris : Editions Hogrefe France.

Lussier, F. (2016). Qu'en est-il du TDAH en 2016 ? *Approche neuropsychologique des apprentissages chez l'enfant*, 140, 13-17.

Maillart, C., Desmottes, L., Prigent, G., Leroy, S. (2014). Réflexions autour des principes de rééducation proposés aux enfants dysphasiques. *Approche neuropsychologique des apprentissages chez l'enfant*, 131, 402-409.

Majerus, S. (2016). Optimisation et rééducation de la mémoire de travail : une synthèse critique. *Approche neuropsychologique des apprentissages chez l'enfant*, 28 (141), 167-174.

Manly, T., Hawkins, K., Evans, J., Woldt, K., Robertson, I.H. (2002). Rehabilitation of executive function: facilitation of effective goal management on complex tasks using periodic auditory alerts. *Neuropsychologia*, 40, 271-281.

Manly T., Robertson I.H., Anderson V. & Mimmo-smith I. (2004). *TEA-ch, test d'évaluation de l'attention chez l'enfant*. Montreuil : Editions ECPA.

Mazeau, M. (2008). *Conduite du bilan neuropsychologique chez l'enfant*. Issy-les-Moulineaux : Masson.

Mazeau, M. (2010). Les dyspraxies: points de repères. *Archives de pédiatrie*, 17(3), 314-318.

Miller, J.B., & Gates, N.J. (2016). Editorial Introduction to the Special Issue on Neuropsychological Interventions. *Neuropsychology Review*, 26(3), 223-224.

Milner, B., Corkin S., & Teuber, H.L. (1968). Further analysis of the hippocampal amnesic syndrome: 14 year follow-up study of H.M.. *Neuropsychologia*, 6 (3), 215-234.

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. *Cognitive Psychology*, 41(1), 49-100.

Moret, A., Mazeau, M. (2013). *Le syndrome dys-exécutif chez l'enfant et l'adolescent*. Edition Elsevier Masson.

Mostert, J.C., Onnink A.M.H., Klein, M., Dammers J., Harneit, A., Schulten T., Hulzen K.J.E., ...& Hoogman, M. (2015). Cognitive heterogeneity in adult attention deficit/hyperactivity disorder: A systematic analysis of neuropsychological measurements. *European Neuropsychopharmacology*, 25(11), 2062-2075.

McNab, F., Leroux, G., Strand, F., Thorell, L., Bergman, S., & Klingberg T. (2008). Common and unique components of inhibition and working memory: an fMRI, within-subjects investigation. *Neuropsychologia*, 46(11), 2668-2682.

Neudecker, C., Mewes, N., Reimers, A. K., & Woll, A. (2015). Exercise Interventions in Children and Adolescents With ADHD : a Systematic Review. *Journal of attention disorders*. Prépublication. doi : 10.1177/1087054715584053.

Neugnot-Cerlioli, M., Gagner, C., & Beauchamp, M. (2015). The use of Games in paediatric cognitive intervention : a systematic review. *International Journal of Physical Medecine and Rehabilitation*, 3(4).

Noël, M.P. (2007). *Bilan neuropsychologique de l'enfant*. Bruxelles (Belgique) : Mardaga.

Noël, M.P., Bastin, L., Schneider, J., & Pottelle, D. (2007). Rééducation neuropsychologique des troubles de l'attention et de l'inhibition chez l'enfant. *Approche neuropsychologique des apprentissages chez l'enfant*, 19 (3), 156–162.

Noël, M.P. & Docquier, J. (2011). L'inhibition cognitivo-verbale et l'inhibition motrice : une distinction nécessaire ? Approche par une intervention neuropsychologique. *Approche neuropsychologique des apprentissages chez l'enfant*, 23 (114), 345-352.

Norman, D. A., & Shallice, T. (1986). Attention to action. In *Consciousness and self-regulation* (pp. 1-18). Springer US.

O'Connell, R.G., Bellgrove, M.A., Dockree, P.M., & Robertson, I.H. (2006). Cognitive remediation in ADHD: Effects of periodic non-contingent alerts on sustained attention to response. *Neuropsychological Rehabilitation*, 16(6), 653-665.

Paour, J-L., Bailleux, C., Perret, P. (2009). Pour une pratique constructiviste de la remédiation cognitive. *Revue Développements*, 3, 5-14.

Pasquinelli, E. (2016). La rencontre entre sciences cognitives et éducation : opportunités et pentes glissantes. Le cas exemplaire des neuromythes. Dans : E. Tardif et P.A. Doudin (dir). *Neurosciences et Cognition*. Paris : De Boeck, p. 47-79

Pauli-Pott, U., & Becker K. (2011). Neuropsychological basic deficits in preschoolers at risk for ADHD : a meta-analysis. *Clinical Psychology Review*, 31(4), 626-637.

Pauli-Pott, U., Dalir, S., Mingebach, T., Roller, A., & Becker, K. (2014). Attention deficit/hyperactivity and comorbid symptoms in preschoolers: Differences between subgroups in neuropsychological basic deficits. *Child Neuropsychology*, 20(2), 230-244.

Peng, P. & Miller, A. C. (2016). Does attention training work ? A selective meta-analysis to explore the effects of attention training and moderators. *Learning and Individual Differences*, 45, 77-87.

Philip, C. (2014/4). Analyse des recommandations de la HAS pour le TDA/H, dont les stratégies en milieu scolaire. *La nouvelle revue de l'adaptation et de la scolarisation*, (68), 33-43.

Pintrich, P. R. (2002). The role of metacognitive knowledge in learning, teaching, and assessing. *Theory into practice*, 41(4), 219-225.

Polanczyk, G., de Lima, M. S., Horta, B. L., Biederman, J., & Rohde, L. A. (2007). The worldwide prevalence of ADHD: a systematic review and metaregression analysis. *American journal of psychiatry*, 164(6), 942-948.

Purper-Ouakil, D., Wohl, M., Cortese, S., Michel, G., & Mouren, M. C. (2006). Le trouble déficitaire de l'attention-hyperactivité (TDAH) de l'enfant et de l'adolescent. *Annales Médico-psychologiques*, 164 (1), 63-72.

Purper-Ouakil, D., Ramoz, N., Lepagnol-Bestel, A. M., Gorwood, P., & Simonneau, M. (2011). Neurobiology of attention deficit/hyperactivity disorder. *Pediatric research*, 69 (7), 69-76.

Purves, D., Augustine, G.J., Fitzpatrick, D., Hall, W.C., Lamantia, A.-S., & White, L.E. (2015). *Neurosciences*. Paris : De Boeck Supérieur.

Qian, Y., Shuai, L., Chan, R. C., Qian, Q. J., & Wang, Y. (2013). The developmental trajectories of executive function of children and adolescents with attention deficit hyperactivity disorder. *Research in developmental disabilities*, 34(5), 1434-1445.

Raichle, M. E., & Snyder, A. Z. (2007). A default mode of brain function : a brief history of an evolving idea. *Neuroimage*, 37(4), 1083-1090.

Rapport, M. D., Orban, S. A., Kofler, M. J., & Friedman, L. M. (2013). Do programs designed to train working memory, other executive functions, and attention benefit children with ADHD ? A meta-analytic review of cognitive, academic, and behavioral outcomes. *Clinical psychology review*, 33(8), 1237-1252.

Raven. (1998). PM Progressives Matrices de Raven, Montreuil : Editions ECPA.

Re, A. M., Capodici, A., & Cornoldi, C. (2015). Effect of training focused on executive functions (attention, inhibition, and working memory) in preschoolers exhibiting ADHD symptoms. *Frontiers in psychology*, 6, 1161. doi: 10.3389/fpsyg.2015.01161

Reddy, L., Newman, E., & Verdesco, A. (2015). Attention deficit hyperactivity disorder: Use of evidence-based assessments and interventions. *Cognitive and Behavioral Interventions in the Schools*. New York, Springer, p.137-159.

Réseau D'épidémiologie Clinique International Francophone (RECIF) (dir.). (2010). *Recherche clinique, Penser, Réaliser, Publier*. Saint Etienne : Editions Abatos.

Rouby, V. (2016). L'évaluation neuropsychologique des tout-petits et des enfants susceptibles de présenter un TDAH/H. *Approche neuropsychologique des apprentissages chez l'enfant*, 28 (140), 48-56.

Roy, A., Le Gall, D., Roulin, J. L., & Fournet, N. (2012). Les fonctions exécutives chez l'enfant: approche épistémologique et sémiologie clinique. *Revue de neuropsychologie*, 4(4), 287-297.

Roy, A., Kefi, M. Z., Bellaj, T., Fournet, N., Le Gall, D., & Roulin, J. L. (2016). The Stroop test: a developmental study in a french children sample aged 7 to 12 years. *Psychologie Française*. Prépublication. doi.org/10.1016/j.psfr.2016.08.001

Roy, A., Lodenos, V., Fournet, N., Le Gall, D., Roulin, J.-L. (2017). Le syndrome dysexécutif chez l'enfant: entre avancées scientifiques et questionnements, *Approche neuropsychologique des apprentissages chez l'enfant*, 146, 27-38.

Sackett, D. L. (1997). Evidence-based medicine. *Seminars in perinatology*, 21 (1), 3-5.

Sanefuji, M., Craig, M., Parlatini, V., Mehta, M. A., Murphy, D. G., Catani, M., Cerliani, L., & de Schotten, M. T. (2017). Double-dissociation between the mechanism leading to impulsivity and inattention in Attention Deficit Hyperactivity Disorder: A resting-state functional connectivity study. *Cortex*, 86, 290-302.

Schachar, R., Logan, G. D., Robaey, P., Chen, S., Ickowicz, A., & Barr, C. (2007). Restraint and cancellation: multiple inhibition deficits in attention deficit hyperactivity disorder. *Journal of abnormal child psychology*, 35(2), 229-238.

Sergeant, J. (2000). The cognitive-energetic model: an empirical approach to attention-deficit hyperactivity disorder. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 24(1), 7-12.

Seguin, C., Bussy, G., & Des Portes, V. (2015). Le TDAH à l'école: De la rééducation aux aménagements pédagogiques. *Revue Développements*, (18-19).[non pag]

Seguin, C., Des Portes, V., & Bussy, G. (2015). Évaluation neuropsychologique du trouble de l'inhibition dans le TDAH: de la théorie à la clinique. *Revue de neuropsychologie*, 7(4), 291-298.

Seguin C., Roy A., Bussy G., & Des Portes V. (2016). Rééducation des fonctions exécutives chez l'enfant : l'inhibition dans le trouble déficit de l'attention avec/sans hyperactivité. *Approche neuropsychologique des apprentissages chez l'enfant*, 28 (141), 185-197.

Seron, X., Rossetti, Y., Vallat-Azouvi, C., Pradat-Diehl, P., & Azouvi, P. (2008). La rééducation cognitive. *Revue neurologique*, 164 (S3), 154-163.

Seron X. & Van Der Linden, M. (2016). Objectifs et stratégies de la revalidation neuropsychologique. Dans : X. Seron et M. Van Der Linden (dir), *Traité de neuropsychologie clinique de l'adulte : t. 2 revalidation* (2^{ème} édition). Paris : De Boeck supérieur, p. 3-12

Setyawan, J., Fridman, M., Grebla, R., Harpin, V., Korst, L. M., & Quintero, J. (2015). Variation in presentation, diagnosis, and management of children and adolescents with ADHD across European countries. *Journal of attention disorders*, Prépublication. doi.org/10.1177/1087054715597410

Snow, P. J. (2016). The Structural and Functional Organization of Cognition. *Frontiers in Human Neuroscience*, 10, 501. doi: 10.3389/fnhum.2016.00501

Sonuga-Barke, E. J. (2002). Psychological heterogeneity in AD/HD-a dual pathway model of behaviour and cognition. *Behavioural brain research*, 130(1), 29-36.

Sonuga-Barke, E. J., & Coghill, D. (2014). The foundations of next generation attention-deficit/hyperactivity disorder neuropsychology: building on progress during the last 30 years. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 55(12), 1-5.

Spring, B. (2007). Evidence-based practice in clinical psychology: what it is, why it matters; what you need to know. *Journal of clinical psychology*, 63(7), 611-631.

Sturm, W. & Leclercq, M. (2000). La revalidation des troubles de l'attention. Dans : X. Seron et M. Van der Linden (dir), *Traité de neuropsychologie Clinique : t. II*. Marseille : Editions Solal, p.63-80

Tombu, M., & Jolicoeur, P. (2003). A central capacity sharing model of dual-task performance. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 29(1), 3-18.

Toplak, M. E., Connors, L., Shuster, J., Knezevic, B., & Parks, S. (2008). Review of cognitive, cognitive-behavioral, and neural-based interventions for Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder (ADHD). *Clinical psychology review*, 28 (5), 801-823.

Vallat-Azouvi, C., Le Bornec, G. (2013). Rééducation-réadaptation des troubles de la mémoire après lésions cérébrales acquises non dégénératives chez l'adulte : état de la question. *Revue de Neuropsychologie, Neurosciences cognitives et cliniques*, 5(4), 281-292.

Van Heugten, C. M., Ponds, R. W., & Kessels, R. P. (2016). Brain training: hype or hope?. *Neuropsychological Rehabilitation*, 26(5-6), 639-644.

Van Hulst, B. M., de Zeeuw, P., & Durston, S. (2015). Distinct neuropsychological profiles within ADHD: a latent class analysis of cognitive control, reward sensitivity and timing. *Psychological medicine*, 45(4), 735-745.

Vantalou, V. (2014). Expression phénotypique du TDAH en fonction de l'âge. In *Annales Médico-psychologiques*, 172 (4), 287-292

Van Zomerén, A. H., & Brouwer, W. (1994). Theories and concepts of attention. *Clinical neuropsychology of attention* (2), 7-38.

Verbruggen, F., & Logan, G. D. (2008a). Response inhibition in the stop-signal paradigm. *Trends in cognitive sciences*, 12(11), 418-424.

Verbruggen, F., & Logan, G. D. (2008b). Automatic and controlled response inhibition: associative learning in the go/no-go and stop-signal paradigms. *Journal of Experimental Psychology: General*, 137(4), 649.

Vincent, A. (2010). *Mon cerveau a besoin de lunettes*. Outremont (Québec, Canada) Editions Quebecor.

Volckaert, A. M. S., & Noël, M. P. (2015). Training executive function in preschoolers reduce externalizing behaviors. *Trends in Neuroscience and Education*, 4(1), 37-47.

Wechsler, D. (2005). *WISC-IV, Echelle d'intelligence de Wechsler pour enfants et adolescents*. (4^{ème} édition). Montreuil, Editions ECPA.

Willcutt, E. G. (2012). The prevalence of DSM-IV attention-deficit/hyperactivity disorder: a meta-analytic review. *Neurotherapeutics*, 9(3), 490-499.

Wodka, E. L., Mark Mahone, E., Blankner, J. G., Gidley Larson, J. C., Fotedar, S., Denckla, M. B., & Mostofsky, S. H. (2007). Evidence that response inhibition is a primary deficit in ADHD. *Journal of clinical and experimental neuropsychology*, 29(4), 345-356.

Zelazo, P. D., & Müller, U. (2002). Executive function in typical and atypical development. Dans Goswami, U. (dir), *Handbook of Childhood Cognitive Development*. Oxford, Blackwell, 445-489.

Zesiger, P. (2009). Les troubles de l'attention et des fonctions exécutives. Dans : M. Poncelet, S. Majerus et M. Van der Linden (dir), *Traité de neuropsychologie de l'enfant*. Marseille : Editions Solal, p. 331-358

Zimmerman P. & Fimm B. (2012). *TAP, Tests d'évaluation de l'attention*, version 2.3 [adaptation française Leclercq M.], Herzogenrath (Allemagne) : Psytest Psychologische Testsysteme

ANNEXES

Liste des annexes

numéro	Type de document
1	Page d'ouverture du diaporama de la communication orale acceptée pour le séminaire R4P, Lyon 2015
2	Page d'ouverture du diaporama de la communication orale pour le colloque GAP, 2015
3	Page d'ouverture du diaporama de la communication orale acceptée pour le CNNC2, Nîmes, 2016
4	Poster accepté pour le Congrès de Neuropédiatrie, Lille, 2016
5	Poster accepté pour le Congrès de la SOFTAL, Lyon, 2015
6	Posters acceptés pour le colloque internationale de langue française sur le TDAH, Bordeaux, 2014
7	Article soumis au Journal of Cognitive Psychology
8	Article soumis à BMC Psychiatry
9	Article publié dans la revue ANAE
10	Article publié dans la revue Développement
11	Article publié dans la Revue de Neuropsychologie, Neurosciences cognitives et cliniques
12	Affiche de recrutement des participants
13	Courrier d'informations
14	Formulaire de recueil de consentement, notice d'informations et document du CPP
15	Cahier d'observations
16	Autorisation du CPP
17	Déclaration CNIL
18	Déclaration clinicalgouv
19	Critères SPIRIT
20	Questionnaire de satisfaction

21	Activités groupe B (groupe contrôle)
22	Exemple d'activités groupe contrôle
23	Exemple d'activités groupe contrôle
24	Exemple d'activités avec jeux commercialisés
25	Exemple d'activités de l'atelier de raisonnement logique
26	Consignes activités rééducatives groupe expérimental
27	Exemple matériel panneaux
28	Sonnerie
29	Consignes protocoles rééducatif séances 1 & 2
30	Exemple d'items de l'activité le correcteur
31	1ères pages diaporama séances familiales
32	Capture d'écran vidéo gestion du TDAH, Hôpital Rivière des Prairies
33	Exemple de mission pour un participant
34	Aménagements pédagogiques et courrier d'accompagnement à destination de l'enseignant du sujet
35	Agenda efficacité des missions
36	Capture d'écran diaporama séance n°8 protocole métacognitif
37	Capture d'écran diaporama séance n°12 protocole métacognitif
38	Capture d'écran diaporama séance n°11 protocole métacognitif
39	Capture d'écran de la vidéo de la séance métacognitive séance n°2 (<i>Brainpop</i>)
40	Capture d'écran de la vidéo de la séance métacognitive séance n°2 (<i>Les Minuscules</i>)
41	Dessins créés pour la séance métacognitive n°2
42	Echelle utilisée pour le niveau d'attention
43	Echelle d'attention utilisée en séance

**Annexe n°1 : Page d'ouverture du diaporama de la communication orale acceptée
pour le séminaire R4P, Lyon 2015**

**R4P • Réseau Régional de Rééducation
et de Réadaptation Pédiatrique en Rhône-Alpes**

**La recherche en clinique
Évaluation d'une pratique novatrice en pédiatrie:
la rééducation neurocognitive dans le TDAH**

C. Seguin

Neuropsychologue-Doctorante
Hopital NordOuest de Villefranche sur saone
ISC, CNRS, Bron: charlotte.seguin@isc.cnrs.fr

Pr V. Des Portes

Neuropédiatre,
HFME, CHU de Lyon
Université Lyon1

Dr G. Bussy

Neuropsychologue, Docteur en Neuropsychologie,
Service de Génétique, CHU Nord Saint Etienne
Fondation OVE - IME Rousseau (Vénissieux)

Séminaire R4P - 20 et 21 mars 2015



**Annexe n°2 : Page d'ouverture du diaporama de la communication orale
pour le colloque GAP, 2015**

**Rééducation neuropsychologique
du TDA/H chez l'enfant :
Spécificité du trouble de l'inhibition**

**Colloque TDAH chez l'enfant
GAP Juin 2015**

Ch. Seguin

Neuropsychologue-Doctorante

Unité de recherche clinique et pôle de pédiatrie

Hôpital NordOuest de Villefranche sur Saône

ISC, L2C2, CNRS, Bron: charlotte.seguin@isc.cnrs.fr



Interventions neuropsychologiques dans le TDAH : Quels choix pour le neuropsychologue ?



Ch. Seguin

Neuropsychologue-Doctorante
Unité de recherche clinique et pôle de pédiatrie
Hôpital NordOuest de Villefranche sur Saône
Institut des Sciences Cognitives, L2C2, CNRS, Bron:
charlotte.seguin@isc.cnrs.fr





Remédiation des troubles attentionnels en pédiatrie

C. Seguin¹, Pr V. des Portes², G. Bussy³

¹ Neuropsychologue, Doctorante, Unité de recherche clinique, Hôpital Nord Ouest de Villefranche-sur-Saône, L2C2 ISC CNRS Bron, ² Neuropédiatre, HFME, CHU de Lyon, ³ Neuropsychologue, Docteur en Neuropsychologie, Service de Génétique, CHU Nord Saint Etienne et Fondation OVE - IME Rousseau (Vénissieux)

Troubles Attentionnels en pédiatrie

- Le TDAH concerne 3 à 5% de la population en âge scolaire
- Les troubles attentionnels sont retrouvés dans des contextes pathologiques variés en pédiatrie (prématurité, épilepsie, TED, troubles du neurodéveloppement, syndromes...) REF
- Les modèles cognitifs théoriques montrent la prédominance du trouble de l'inhibition dans le TDAH REF
- La revue de la littérature ne montre pas de procédure rééducative prototypique à privilégier dans le TDAH mais la remédiation métacognitive et la rééducation sont fréquemment présentées REF

Deux procédures de prise en charge cognitive dans le TDAH ³:

- **Rééducation de type Bottom up**: entraînement de bas niveau visant une rééducation spécifique d'une fonction cognitive
- **Remédiation de type Top-Down** ou approche métacognitive : amélioration de la connaissance par le patient de son propre fonctionnement et développement de stratégies d'autocontrôle



Objectif principal de l'étude:

évaluer l'intérêt des procédures rééducatives spécifiques dans le TDAH

Présentation d'un essai clinique contrôlé et randomisé

↳ Etude portant sur l'évaluation des procédures rééducatives spécifiques au TDAH associant une rééducation Bottom Up et une remédiation cognitive Top-Down. Elle vise les troubles de l'inhibition, considérés comme central dans le TDAH

↳ Population: **enfants âgés de 9 à 13 ans avec potentiel intellectuel normal, sans traitement, sans atteinte sensorielle ou motrice, porteurs d'un TDAH avec trouble de l'inhibition évalué par un bilan neuropsychologique** (10 subtests neuropsychologiques constituant la ligne de base). Le bilan est réitéré en fin de protocole et 6 mois après. Les sujets inclus bénéficient d'un protocole de 24 séances individuelles de 45 mn bi-hebdomadaires.

↳ Cette étude prospective, contrôlée et randomisée dispose de deux groupes:

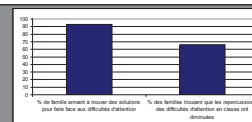
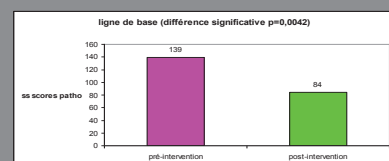
- le groupe expérimental bénéficiant d'un protocole spécifique associant des techniques métacognitives (top-down) et des techniques rééducatives (bottom up) et visant les processus d'inhibition
- le groupe contrôle bénéficiant d'un entraînement cognitif général

Résultats préliminaires

Premiers résultats du groupe expérimental : amélioration significative du critère principal de jugement (diminution du nombre de subtests neuropsychologiques pathologiques avant/après le protocole). Nécessité de confirmer l'aspect spécifique de ces résultats par l'analyse des résultats du groupe contrôle et de la durabilité des effets lors Des évaluations à + 6 mois

Suite au protocole, 93% des familles « arrivent à trouver des solutions pour faire face aux difficultés d'attention », et 66% des familles « trouvent que les répercussions des difficultés d'attention en classe ont diminuées »

Ces résultats quantitatifs et qualitatifs montrent l'intérêt d'évaluer les procédures de prise en charge des troubles cognitifs afin d'améliorer les pratiques et de conduire à une amélioration de la prise en charge des troubles cognitifs en pédiatrie.



1- Vantalon, 2014, Expression phénotypique du TDAH en fonction de l'âge

3- Fourmeret et Seguin, 2012, Intérêts de la remédiation cognitive dans le trouble déficit d'attention avec ou sans hyperactivité, in Remédiation cognitive

4- Seguin, Des Portes, Bussy, 2014, Modélisation des interventions neurocognitives des troubles de l'inhibition dans le TDAH chez l'enfant: entre théorie et pratique, Communication affichée, Colloque TDAH bordeaux



Le TDAH à l'école : De la rééducation aux aménagements pédagogiques

C. Seguin¹, Pr V. des Portes², G. Bussy³

¹ Neuropsychologue, Doctorante, Unité de recherche clinique, Hôpital Nord Ovest de Villefranche sur Saône, L2C2 ISC CNRS Bron, ² Neuropédiatre, HFME, CHU de Lyon, ³ Neuropsychologue, Docteur en Neuropsychologie, Service de Génétique, CHU Nord Saint Etienne et Fondation OVE - IME Rousseau (Vénissieux)

Trouble Déficitaire de l'Attention

- Le TDAH concerne 3 à 5% de la population en âge scolaire ¹
- Le TDAH est caractérisé par un trouble attentionnel avec ou sans hyperactivité, et retentissements scolaires ¹
- La présence d'un TDAH occasionne des difficultés lors des apprentissages: oublis, difficultés d'organisation et de focalisation sur la tâche, saturation cognitive rapide...
- La loi 2005 vise à assurer l'accès de tous à une scolarité ordinaire en s'adaptant aux besoins spécifiques consécutifs aux altérations d'une ou plusieurs fonctions, dont les fonctions cognitives. ²
- La mise en place d'aménagements pédagogiques est donc nécessaire en cas de TDAH

Rééducation neuropsychologique dans le TDAH

Objectifs de la rééducation neuropsychologique en 3 axes:

- Stimulation des fonctions déficitaires
- Optimisation des fonctions préservées
- Utilisation d'aides externes

Deux procédures rééducatives principales ³:

- **Rééducation de type Bottom up**: entraînement de bas niveau visant une rééducation spécifique d'une fonction cognitive
- **Remédiation de type Top-Down** ou approche métacognitive: amélioration de la connaissance par le patient de son propre fonctionnement et développement de stratégies d'autocontrôle

Approche métacognitive comme support à la mise en place des aménagements pédagogiques

Dans une étude en cours de réalisation portant sur l'évaluation d'un protocole de rééducation neuropsychologique combinant les procédures Bottom Up et Top Down ⁴, un travail est spécifiquement réalisé pour accompagner les apprentissages dans la procédure métacognitive.

Des séances destinées à l'enfant et ses parents sont élaborées pour :

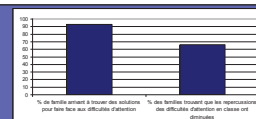
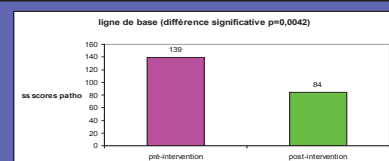
- apporter des informations sur le TDAH, les fonctions attentionnelles, les répercussions de ce trouble lors des apprentissages, des devoirs et au quotidien
- permettre d'identifier et de gérer les situations attentionnelles à risque (ex: les oublis)
- déterminer des aides séquentielles de traitement des consignes, à réaliser au quotidien
- accompagner la mise en place des aménagements pédagogiques
- utiliser des pictogrammes de gestion attentionnelle en classe et à la maison

Résultats

Les premiers résultats du groupe expérimental montrent une amélioration significative du critère principal de jugement (diminution du nombre de subtests neuropsychologiques pathologiques avant/après le protocole)

Suite au protocole, 93% des familles « arrivent à trouver des solutions pour faire face aux difficultés d'attention », et 66% des familles « trouvent que les répercussions des difficultés d'attention en classe ont diminuées »

Ces résultats quantitatifs et qualitatifs montrent l'intérêt d'un accompagnement spécifique au niveau des apprentissages et de la mise en place des aménagements pédagogiques pour les enfants porteurs d'un TDAH.



1- Vantalon, 2014, *Expression phénotypique du TDAH en fonction de l'âge*

2- Loi n°2005-102 du 11 février 2005 pour l'égalité des droits et des chances, la participation et la citoyenneté des personnes handicapées

3- Fourmeret et Seguin, 2012, *Intérêts de la remédiation cognitive dans le trouble déficit d'attention avec ou sans hyperactivité*, in Remédiation cognitive

4- Seguin, Des Portes, Bussy, 2014, *Modélisation des interventions neurocognitives des troubles de l'inhibition dans le TDAH chez l'enfant: entre théorie et pratique*, Communication affichée, Colloque TDAH bordeaux

Pour tout contact: charlotte.seguin@isc.cnrs.fr

Annexes n°6 : Posters acceptés pour le colloque internationale de langue française sur le TDAH, Bordeaux, 2014

Le trouble de l'inhibition considéré comme central dans le TDAH, mais comment l'évaluer?

Outils, limites et clinique en neuropsychologie pédiatrique



C. Seguin¹, Pr V. des Portes², G. Bussy³

¹ Neuropsychologue, Doctorante, Unité de recherche clinique, Hôpital Nord Ouest de Villefranche sur Saône, L2C2 ISC CNRS Bron, ² Neuropédiatre, HFME, CHU de Lyon, ³ Neuropsychologue, Docteur en Neuropsychologie, Service de Génétique, CHU Nord Saint Etienne et Fondation OVE - IME Rousseau (Vénissieux)



Le trouble de l'inhibition dans le TDAH

Le trouble de l'inhibition est considéré comme central dans les différents modèles cognitifs du TDAH. En référence au modèle du TDAH de Barkley^[1], l'inhibition est définie comme la capacité à inhiber des réponses non pertinentes, à interrompre une réponse déjà initiée et à contrôler l'interférence.

[1] Barkley R.A. (1997). Behavioral inhibition, sustained attention and executive functions : constructing a unifying theory of ADHD. *Psychological Bulletin*, 121, 65-94.



Examen neuropsychologique du TDAH

L'augmentation de demande d'évaluation neuropsychologique du TDAH en pédiatrie, la complexité des fonctions attentionnelles et exécutives et le nombre de tests utilisables en cliniques conduisent le neuropsychologue à se positionner sur des choix évaluatifs fiables, sensibles et raisonnables en termes de durée d'examen. Dans une recherche en cours sur l'Hôpital NordOuest de Villefranche, nous avons recours à un ensemble d'outils francophones permettant une évaluation de l'inhibition. L'utilisation de ces outils en systématique permet d'identifier les tests les plus sensibles. Cette analyse conduit à un arbre décisionnel de conduite du bilan neuropsychologique et à identifier différents types d'inhibition.

Outils francophones disponibles et significativité de ces tests chez les enfants de 9 à 13 ans porteurs d'un TDAH

Subtest/questionnaire	Classe d'âge	Inhibition évaluée	Significativité de ce test
Brief (Hogrefe)	5-18 ans	plainte exécutive au quotidien	90% échelle d'inhibition
Tour (NEPSY1)	3-12 ans	inhibition de la réponse motrice et l'impulsivité	37%
Attention auditive (NEPSY1)	3-12 ans	inhibition de l'information auditive interférente	87% FA cond.2
Statue (NEPSY1)	3-12 ans	inhibition motrice	62%
Cogner-Frapper (NEPSY1)	3-12 ans	inhibition de la réponse motrice automatisée	28%
Inhibition (NEPSY2)	5-16 ans	inhibition cognitive proactive	37% score d'erreurs
Mondes contraires (TEA-ch)	6-13 ans	inhibition et du contrôle de l'interférence	37%
Marche-arrete (TEA-ch)	6-13 ans	inhibition de la réponse automatique	50%
Stroop	8 à 15 ans	Inhibition et contrôle de l'interférence	37% score d'interférence
Go no Go (TAP)	9-15 ans	contrôle comportemental et de l'inhibition	87% oublis
Incompatibilité (TAP)	6-19 ans	traitement de l'interférence	75% temps de traitement

% de résultats significatifs : résultats inférieurs au niveau attendu obtenus à ce test, pour un enfant avec diagnostic de TDAH retenu au bilan neuropsychologique



Tous les outils d'évaluation de l'inhibition n'apportent pas tous des résultats significatifs dans le diagnostic du TDAH

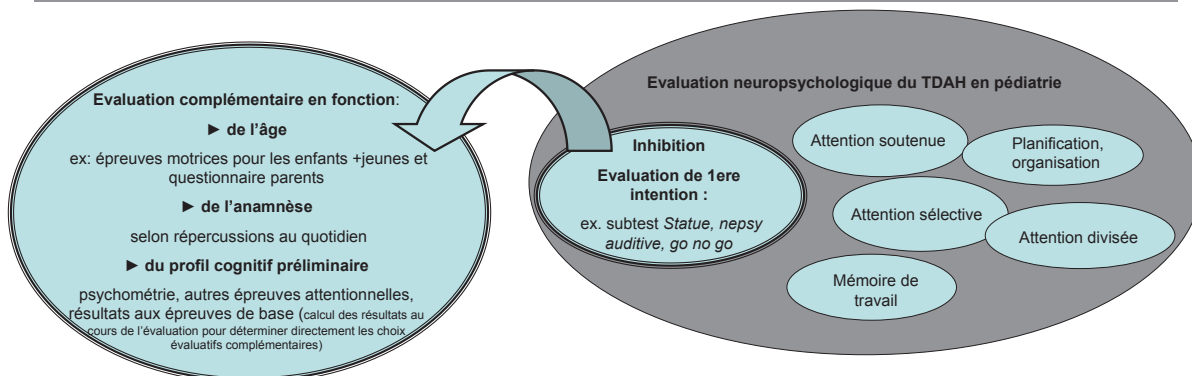
Lors de l'évaluation, il convient donc :

- de ne pas se restreindre à l'inhibition et d'évaluer les autres fonctions attentionnelles et exécutives
- d'utiliser différents types d'outils (papier-crayon, informatisés...systématiques et de 2d intention)
- de considérer le décalage développemental entre fonctions cognitives à la recherche de dissociations spécifiques



Hétérogénéité des résultats obtenus conduit à envisager:

- Hétérogénéité de la présentation du trouble d'inhibition
- Différents types d'inhibition
- Différents sous-types de TDAH



Pour tout contact: charlotte.seguin@isc.cnrs.fr

Modélisation des interventions neurocognitives des troubles de l'inhibition dans le TDAH chez l'enfant : entre théorie et pratique

C. Seguin¹, Pr V. des Portes², G. Bussy³

¹ Neuropsychologue, Doctorante, Unité de recherche clinique, Hôpital Nord Ouest de Villefranche sur Saône, L2C2 ISC CNRS Bron, ² Neuropédiatre, HFME, CHU de Lyon, Université Lyon1, ³ Neuropsychologue, Docteur en Neuropsychologie, Service de Génétique, CHU Nord Saint Etienne et Fondation OVE - IME Rousseau (Vénissieux)



entre théorie

Interventions neurocognitives

• Développement significatif de ces interventions depuis une trentaine d'années

• auparavant réservées au langage, élargissement aux différentes fonctions cognitives et à des contextes divers (enfants, personnes âgées, troubles acquis, troubles du neurodéveloppement...)

• Trois axes d'interventions:

- Rééducation des fonctions déficitaires
- Optimisation des fonctions préservées
- Aides externes



Interventions neurocognitives dans le TDAH

• Description de deux modèles principaux:

- Procédure bottom up (rééducatif ou ascendant)
- Procédure top-down (métacognitif ou descendant)

• Description de différents programmes dans le TDAH : principalement métacognitifs, mais également rééducatifs

• Selon différents auteurs, l'avenir est une combinaison des deux approches, permettant de pallier les limites de ces deux approches

• Objectifs actuels: s'affranchir de la méthode de cas unique avec des études cliniques, développer des programmes neurocognitifs validés, améliorer la compréhension neuropsychologique avec des résultats d'imagerie cérébrale

Fournier P., Seguin C., 2012, Intérêts de la remédiation cognitive dans le trouble déficitaire d'attention avec ou sans hyperactivité, in Franck N., Remédiation cognitive, Ed. Masson

et pratique

Constats

• En dehors du diagnostic, perte des informations issues du bilan neuropsychologique (fonctions préservées, déficitaires, stratégies à utiliser)

• Programmes de prises en charge peu développés en France (Delorge H., 2011, Prise en charge des troubles attentionnels et exécutifs chez l'enfant..., Developpements, 8, 5-20)

• Parmi les possibilités de prise en charge, le neuropsychologue doit choisir entre:

- Logiciels coûteux
- Matériel construit individuellement
- Travail sur métaphores
- Jeux orthophoniques
-

Enjeux

- utiliser du matériel construit sur une base théorique rigoureuse
- utiliser du matériel validé par une étude clinique
- utiliser du matériel adapté à l'âge, avec un fort effet de transfert écologique
- développer des programmes neurocognitifs spécifiques au TDAH pour être utilisés dans les différents lieux de soins des enfants

Pour répondre à ces enjeux : mise en œuvre d'une étude clinique

Objectifs

- Etude de grand groupe: inclusion 60 sujets
- Etude contrôlée pour éviter l'effet placebo: groupe contrôle
- Utilisation d'un ligne de base (paradigme ABA) avec outils quantitatifs et qualitatifs (tests neuropsychologiques, questionnaires...)
- Combinaison des approches top-down et bottom up
- Utilisation des procédures neuropsychologiques: dissociations intra-attentionnelles et exécutives, travail sur fonction spécifique, utilisation de renforceurs attentionnels, d'aides externes pré-attentionnelles
- Élaboration d'un matériel adapté à l'âge, format de prise en charge court et semi-intensif (2 séances hebdomadaires de 45 mn individuelles sur 12 semaines)

Premiers résultats

- Construction d'un matériel adapté à l'âge avec outils métacognitifs, d'aides externes pré-attentionnelles, papier-crayon, vidéos, diaporamas
- Premiers résultats significatifs avec effet sur la ligne de base: différences significatives obtenues entre évaluation pré-intervention et post-intervention (subtests de la Nepsy, diff: p 0,04)
- Objectifs : confirmer ces premiers résultats avec inclusion d'un grand nombre de sujets et éditer le matériel

Pour tout contact: charlotte.seguin@isc.cnrs.fr

Annexe n°7 : Article soumis au Journal of Cognitive Psychology

Journal of Cognitive Psychology



Cognitive intervention: Inhibition, information processing and rehabilitative procedures as targets in ADHD

Journal:	<i>Journal of Cognitive Psychology</i>
Manuscript ID:	Draft
Manuscript Type:	Full Article
Date Submitted by the Author:	n/a
Complete List of Authors:	seguin, charlotte; Hopital Nord-Ouest, ; Centre de neuroscience cognitive, bussy, gerald; Hopital Nord, genetics department berthonnaud, eric; Hopital Nord-Ouest, clinical research unit des portes, vincent; Hopital Femme Mere Enfant, neuropsychiatrie
Keywords:	cognitive rehabilitation procedures, ADHD, cognitive phenotypes, inhibition, cognitive validity, neurodevelopmental disorders

SCHOLARONE™
Manuscripts

URL: <http://mc.manuscriptcentral.com/pjcp>

Cognitive intervention:**Inhibition, information processing and rehabilitative procedures as targets
in ADHD**

C. Seguin^a, G. Bussy^b, E. Berthonnaud^c, and V. Des Portes^d

^a Charlotte Seguin, paediatric Unit and Clinical Research Unit, plateau d'Outilly, North West Hospital, France, +33 4 74 09 27 95
Laboratory L2C2, Institute of Cognitive Sciences, CNRS, Bron, UMR5304, France
Lyon 1 University, France, charlotte.seguin@isc.cnrs.fr

^b Gerald Bussy, Genetics Department, Hôpital Nord, 42 055 Saint Etienne, France,
gerald.bussy@fondation-ove.fr

^c Eric Berthonnaud, Clinical Research Unit, L'Hôpital Nord Ouest, Villefranche S/Saone,
Franc, eberthonnaud@hopitalnordouest.fr, +33 4 74 09 24 32

^d Vincent Des Portes, Child Neurology department, HFME, University Hospital of Lyon, F-
69677, Bron, France; University of Lyon, F-69008 Lyon, France; Institut des Sciences
Cognitives, CNRS UMR 5304, F- 69675 Bron, France

corresponding author: charlotte.seguin@isc.cnrs.fr

Cognitive intervention:

Inhibition, information processing and rehabilitative procedures as targets in ADHD

Abstract

The high prevalence of attention deficit disorder with or without hyperactivity (ADHD) in children leads us to consider therapeutic perspectives in this disorder as a public health objective and a scientific challenge. While cognitive assessment of attentional functions in children is increasingly used to diagnose ADHD, cognitive intervention lacks references in the theoretical and prototypical corpus. In this article, we will examine cognitive interventions in ADHD using a three-dimensional analysis (information processing, cognitive phenotypes, cognitive rehabilitation procedures) to develop and evaluate a remediation-reeducation protocol for impaired inhibition in ADHD in controlled study. This study, which included 36 children between the ages of 9 and 13, showed the benefits of the pilot intervention and, to a lesser extent, the benefits of the control group. The results are presented in this paper and discussed from a cognitive point of view to analyse the rehabilitation procedures to be used in this neurodevelopmental disorder.

Keywords: ADHD, cognitive rehabilitation procedures, cognitive phenotypes, inhibition, cognitive validity, neurodevelopmental disorders

1- Introduction

Neurodevelopmental disorders (intellectual disability, autism spectrum disorders, specific learning disabilities) affect many children in various pathological contexts (epilepsy, preterm birth, head trauma, genetic syndromes). Their presence cutting through different segments of the paediatric population makes them a major target for public health and improving quality of life (Collective Expertise, INSERM, 2007). These high-prevalence disorders (from 1% to 7% depending on the disorder) affect the general development of the child, its learning skills and its integration into society (Seguin, Bussy and Des Portes, 2015b; Johnson, 2017). Among these, attentional and executive disorders are frequently described in preterm children (Leclercq et al., 2006) and represent a prevalent cognitive disorder in head trauma, vascular disease and epilepsy. Estimates of the prevalence of these attentional function impairments in the paediatric population range from 3 to 7% (Emon et al., 2009).

URL: <http://mc.manuscriptcentral.com/pjcp>

In clinical practice, cognitive assessments of attentional functions are useful for the diagnosis of these disorders (Catale and Meulemans, 2013). Cognitive assessment also looks at the various attentional functions, such as sustained attention (allowing focal attention), selective attention (allowing attention orientation and selectivity), divided attention (involving simultaneous attention on two actions or more), attentional or executive control (planning, organization, flexibility) and inhibition processes (enabling the inhibition of irrelevant information) (Sturm and Leclerc, 2016; Diamond, 2013; Glozman and Schevchenko, 2014). In addition to supporting diagnosis, this assessment can provide a starting point for the therapeutic project by identifying cognitive strengths and weaknesses, the functional impact of ADHD, risk situations and possible alternative strategies for circumventing difficulties for the child's day-to-day life and schooling (Johnson, 2017).

Consultations for attention disorders in paediatric and child psychiatry services are steadily increasing (Catale and Meulemans, 2013). While cognitive assessment of this disorder is increasingly routine in clinical practice and the number of publications on intervention in ADHD is exponentially increasing (Seguin et al., 2016), the specific cognitive intervention in this disorder is still far from cognitive modelling: for example, although inhibition disorder is described as central to ADHD, cognitive rehabilitation often targets working memory instead of inhibition (Jonkman et al., 2015; Van Dongen-Boomsma et al., 2014). Moreover, contrary to the well-established structuring of rehabilitations of memory disorders in adult patients (stimulation, compensation, external tools [Seron et al., 2016]), no prototypical cognitive procedure has been evaluated, validated and recommended in children with ADHD. A literature review of these interventions shows a large disparity, ranging from paper-and-pencil to stimulation software, or from mind-body objectives to those targeting certain cognitive functions (Neudecker, 2015). This disparity is immediately apparent from the key words used, as shown in the table below (PubMed search from March 2017):

Table 1: Key words used for intervention in ADHD (PubMed)

As seen in Table 1, cognitive interventions in ADHD are characterized by significant terminological disparity. How about their content and cognitive validity? In order to examine this question, we will use theoretical modelling as a framework to study cognitive coherence and therapeutic procedural mechanisms (stimulation? compensation? alternative strategies?),

which will help us to develop and evaluate a rehabilitation-cognitive remediation protocol specific to ADHD.

A three-dimensional analysis is presented here to analyse these cognitive interventions:

- analysis of cognitive phenotypes in ADHD;
- cognitive analysis of information processing; and
- analysis of reeducation procedures.

This three-fold analysis will then form the basis for the development of a pilot study presented in the second part. The results will be detailed and discussed in the last part of the article.

2 - Three-dimensional analysis of cognitive interventions in ADHD

In order to analyse and formalize cognitive interventions in ADHD, we will take into account three dimensions of the field of cognitive psychology.

2.1 Cognitive phenotypes in ADHD

Three clinical presentations of attentional deficit disorders are recognized in DSM-5 (American Psychiatric Association): combined presentation (inattention and hyperactivity-impulsivity), predominantly inattentive presentation and predominantly hyperactive/impulsive presentation. Although it does not specify exactly which cognitive functions are affected in ADHD (selective attention, sustained attention, inhibition, etc.), this international classification at least recognizes different phenotypes.

In order to better understand cognitive dysfunction in ADHD, models have been developed to highlight the involvement of different cognitive functions in this neurodevelopmental disorder. Barkley's theory (1997) introduces the concept of response inhibition as the core impairment in this attentional disorder, with a secondary impact on executive functions (non-verbal working memory, internalized language, self-regulation of affect and synthesis). In this model, inhibition is defined as the ability to inhibit irrelevant responses, interrupt an ongoing response and interference control. This process is considered a system of attentional control. Sonuga-Barke (2002) also devised a two-dimensional model in ADHD which associates executive dysfunction (insufficient frontal inhibition) with motivational impairment due to delayed response control failure and a preference for immediate responses, which is called delay aversion (limbic type). Miyake and Friedman (2004) identified three inhibition processes: inhibition of prepotent responses, resistance to interference and inhibition of

responses that became irrelevant (resistance to proactive interference). These models, which are consistent with the clinical symptoms of impulsivity and lack of control observed in these young patients, place inhibition deficit at the centre of ADHD by also taking into account the protean aspect of this deficit and the various phenotypes of ADHD (Vantalon, 2014; Kofler et al., 2016). Although it has been established that there are different cognitive presentations of ADHD, cognitive modelling and the behavioural pattern in ADHD converge towards a central deficit of inhibition processes in ADHD. This is why inhibition processes have been selected as a priority target in this research project.

2.2. Cognitive processing of information

We also looked at the contribution of information processing theories as a support for structuring cognitive rehabilitation procedures. Information processing refers to the process by which information is integrated. In cognitive psychology, theories based on this approach look at the mechanisms by which individuals acquire, process, preserve and use knowledge. Two main information processing schemes, initially presented by Atkinson and Shiffrin (1968), illustrate these theories and can be articulated as underlying mechanisms for cognitive interventions (Deforge, 2011):

- bottom-up processing, based on the use of perceptual or low-level information to analyse the environment. From a rehabilitation perspective, application of this treatment makes it possible, through repetition, to manipulate perceptual information to generate elaborate cognitive representations. The aim is to restore impaired functions through functional and structural reorganization via targeted training.
- top-down processing is based on high-level knowledge by influencing perception, thus aiming at the impact of cognitive representations (top) on sensorimotor (down) processes. From a therapeutic point of view, this treatment allows the development of metacognitive strategies, involving the patient's knowledge of his own functioning, cognitive impairment and strategies to be implemented directly within the patient's environment. Metacognition refers to knowledge relating to cognitive activity (Flavell, 1988). Three types of metacognition (Pintrich, 2002) exist:
 - knowledge individuals have of their own cognitive functioning;
 - knowledge of the characteristics of a task to be performed; and
 - knowledge of operational strategies.

While these two information processing schemes can be considered in the cognitive functioning of an individual, they can also be the connecting thread of an interventional

approach. We can thus analyse the cognitive burden of ADHD according to each type of treatment. Noel et al. (2007) showed the efficacy of rehabilitative management of inhibition disorders in children with a weekly bottom-up programme lasting 20 weeks. Meanwhile, the intervention programmes developed by the Neuropsychological Approach Rehabilitation Centre (CRAN, Montreal, Canada, Lussier, 2009) support the metacognitive management of attention disorders in young patients with the aim to understand ADHD objectives, identify attention deficits and use mental management (top-down) strategies. These two treatment approaches therefore pursue distinct therapeutic objectives, each with its own advantages and disadvantages (such as the lack of top-down automation and the difficulties of bottom-up transfer). According to Seron et al. (2008), the future of cognitive disorder management lies in combining these two information processing approaches (bottom-up and top-down), precisely to compensate for the limitations of each of these two techniques.

Taking these data into account, the aim of this work is to develop a protocol combining bottom-up and top-down (metacognitive and reeducational) approaches to target inhibition deficits in young patients with ADHD.

2.3. *Reeducation procedures*

As we have seen, a literature review yields a multiplicity of works relative to interventions in ADHD. An initial analysis of reeducational procedures resulting from these works will be carried based on three observations:

- First observation (terminology)

The name of the rehabilitation procedure is characterized by diversity in the terminology used for interventions in ADHD. It includes: *reeducation* (Noel et al., 2007), *rehabilitation* (Manly, Hawkins, Evans, Woldt, & Robertson, 2002), *remediation and cognitive care* (Deforge, 2011), *interventions or serious game* (Neugnot-Ceroli, Gagner, & Beauchamp, 2015; Smith, Vitulano et al., 2016), *programme* (Rapport, Orban, Kofler, & Friedman, 2013), *treatment* (Hodgson, Hutchinson, & Denson, 2012), and *training* (Johnstone et al., 2012; Kerns et al., 2016). Leaving aside the nuances of translation, these terminologies do not imply the same objectives at all, as we will see later in this part.

- Second observation (cognitive functions)

Interventions in ADHD can target behavioural aspects, cognitive objectives, mind-body dimensions and educational strategies (Neudecker, Mewes, Reimers, & Woll, 2015). Even when the examination of this literature review explicitly targets cognitive functions, significant variation is again observed regarding the therapeutic target. We note that working

memory is often the target of these interventions (Klingberg, 2002), whereas work on the various attentional functions, such as sustained or selective attention, or executive control (inhibitor control, for example) is less frequent. Which cognitive functions should be targeted in these interventions and what is the hierarchy of the cognitive objectives? Should priority be given to working memory to facilitate stimulation of sustained attention, or the other way round?

- Third observation (cognitive procedures)

The literature and available or marketed materials include general attention training, as a kind of "attentional repetition", with more explicit objectives (such as training phonological repetition in working memory for example [Majerus, 2016]). These procedures vary within a particularly broad continuum ranging from repetition exercises to theoretically argued procedures. Along with the aforementioned diversity of cognitive objectives, the reeducational procedure can also vary, targeting repetition or the stimulation of an "attentional" action, feedback procedures, training of preserved functions, compensation by putting in place external tools (e.g. apps), metacognitive actions, etc. Different procedures exist in the context of ADHD support, which makes these programmes very heterogeneous (Miller & Gates, 2016).

Based on these three observations, we will examine the type of rehabilitation procedures. They are usually divided into three categories (Sturm and Leclercq, 2000):

- 1) restoration, recovery or improvement of deficit, involving work directly centred on the impaired cognitive function(s);
- 2) compensation of deficits by implementing alternative or bypass strategies, thus involving the use of previously identified preserved skills; and
- 3) substitution using external aids and/or tools.

These three categories involve very disparate objectives and actions. For example, in attentional disorders, Category 1 works specifically on training an attentional process (such as the inhibition of prepotent responses), whereas Category 3 would aim to establish external support in order to direct the previously identified attention deficit to a notebook or call-back application, for example.

Although they are very explicit and decisive, these categories are rarely described in the literature review, whereas they should be the basis of reeducational work and constitute the objectives of the intervention, connecting thread and operative factors.

We have found that the analysis of the literature highlights the lack of theoretical convergence and prototypical procedures in the conceptions of cognitive intervention in ADHD (Van Heugen, Kessels, Ponds, 2016). We suggest that the diversity, or even the heterogeneity, of ADHD programmes falls within this lack of references in the theoretical corpus. This diversity makes it difficult to assess specific (not general) effects and benefits and to compare different intervention programmes, as well as hindering the development of procedures.

✎ This three-dimensional analysis converges towards a necessary structuring of the cognitive field in which it is used. The objective of this work is to refer to the various models in order to develop and evaluate a protocol for treating attention disorders in children to ameliorate the scientific and clinical focus on helping these children. As a result, the connecting thread of this article is a theoretically argued new cognitive psychology approach in ADHD.

3- Methods

3.1. Objectives and hypotheses

Examining the relevance and cognitive validity of interventions in ADHD is therefore the starting point of this study. The three-dimensional cognitive analysis led us to develop an interventional protocol. The cognitive objective is to develop a protocol targeting inhibition (cognitive models) combining bottom-up and top-down treatments in a direct (targeting the impaired function) and compensatory (external tools) reeducational procedure. As a result, the main hypothesis states that neurocognitive remediations of the bottom-up (reeducational) and top-down (metacognitive) types would allow a targeted improvement of inhibition in ADHD. The methods presented below were developed to test this hypothesis.

3.2. Methodological design

✓ General framework

This study was carried out jointly in the Paediatric Unit of Hôpital Nord Ouest in Villefranche and at the L2C2 Laboratory of the Marc Jeannerod Institute of Cognitive Sciences (Bron, CNRS, UMR5304). The study, presented to the ethics committee of Hôpital Nord Ouest in Villefranche, obtained authorization from the CPP Lyon Sud Est in 2013. It was registered with CNIL and under clinicaltrials.gov. An ABA-type paradigm is used: evaluation, intervention, evaluation. A prospective, interventional, controlled and randomized study was designed to test this hypothesis.

✓ *Population*

The population included in this study consisted of children aged 9 to 13 years with normal intellectual potential (measured by index of verbal comprehension in WISC4) and no motor or sensory deficit. The subjects included are boys and girls, with a male predominance corresponding to the typical gender ratio (Purper-Ouakil et al., 2006). They had ADHD, the diagnosis of which was based on the initial neuropsychological assessment, including standardized cognitive tests and the DSM-5 criteria. A prior paediatric or child psychiatry hospital consultation was used to exclude associated disorders. Participants were recruited from the consultation services (hospitals and office consultations). They were not receiving psychotropic or psychostimulant treatments.

The sample size was defined as 36 (18 subjects in each group) based on an estimate of the size of the effect. An estimate of 40% of outcome was set for the experimental group and 20% for the control group. Randomization was carried out by blocks (inclusion of 5 subjects per session). The subjects were matched:

- by gender: the experimental group consisted of 12 boys and 6 girls, the control group of 15 boys and 3 girls (an analysis will be carried out to check for the impact of gender); and
- by age: two age groups were formed (segment 1: 9-10 years, segment 2: 11-13 years). In the experimental group, there were 12 segments 1 and 6 in segments 2. The distribution was identical in the control group.

✓ *Outcome measures*

Young participants underwent neuropsychological assessment at inclusion, which included tests for the evaluation of inhibition (Seguin et al., 2015a). The primary outcome measure is a composite score comprising all the scores obtained on the neuropsychological tests evaluating inhibition processes; it is therefore necessary to compare the number of pathological scores before and after the intervention. The tests used are derived from clinical practice to confirm the reproducibility of this study. These tests are standardized and sensitive: Tower subtest, Auditory attention, Statue, Knock-knock, Inhibition (NEPSY, Korkman and Kirk, 1997, 2012), Opposite World and Walk/don't Walk and Walk/don't Walk (TEA-ch, Manly et al. 2004), Stroop Test (Albaret et al., 1999), Go / No Go and Incompatibility (TAP, Zimmerman and Fimm, 2012). A total of 10 subtests were selected, representing 32 scores per subject. A stability measurement is also planned 6 months after the intervention.

✓ *Severity of the disorder*

Different levels of severity are observed in ADHD. DSM-5 identifies three: light, moderate and severe (American Psychiatric Association). It is therefore necessary to examine in this study the evolution of the severity of the inhibition disorder following the intervention. As a reminder, 10 cognitive tests evaluating inhibition are used to evaluate the outcome. Pre-cognitive intervention profiles are available for 36 subjects with 4 to 19 pathological scores (mean for 36 subjects = 8.8, SD = 4). The median was taken into account to establish a level of severity:

- fewer than or equal to 8 pathological scores: moderate level
- more than 8 pathological scores: severe level

The analysis of the results will make it possible to observe the evolution of the intensity of the disorder.

✓ *Statistical analysis*

We will use the XLSTAT software (XLSTAT version 19.03.43255). The analysis of the differences will be carried out using Student's *t*-test with the significance threshold set at less than 5% (< 0.05). In this study, we expect significant differences:

- between the pre- and post-intervention evaluation in the experimental group; and
- between the experimental group benefiting from the specific intervention on the cognitive level and the control group with non-specific intervention. The content of the interventions is described below.

✓ *Interventions*

To evaluate the benefits of a rehabilitation-remediation program based on the three-dimensional cognitive analysis described earlier, two types of intervention were developed to compare the effects of a specific intervention with those of a non-specific or control intervention. An active control intervention was selected to take into account the placebo or interventional effect. The two protocols of the same format consisted of 24 twice-weekly individual sessions. Each session consisted of 2 activities of 20 minutes with a 5-minute break in between.

- Control intervention:

The cognitive work carried out in this control group was not specific to the attentional disorder and targeted a multitude of cognitive functions: verbal, visuo-spatial, organizational and mental rotation functions. The protocol did not follow any prototypic reeducational

procedure or any determined operative effect: it consisted of stimulation exercises without an identified operative process. Supports included card games, computer programs and pencil-and-paper exercises created for this study.

- Experimental intervention:

The content of this intervention combined the metacognitive and reeducational approaches, and it is based on information processing theories (top-down and bottom-up). This specific intervention consisted of:

- twelve reeducational sessions articulated around the stimulation of impaired cognitive functions, developing alternative cognitive procedures and automating procedures using external reinforcers; and
- then twelve metacognitive sessions to explain, identify and provide guidance for ADHD, promote voluntary control and management of attentional treatment and develop self-control functions.

More precisely, reeducational work aimed to stimulate inhibition functions by referring to theoretical modelling. A sequential programme was developed to activate a basic level of inhibition, and then pre-attentional reinforcements were introduced to reinforce this inhibition. The qualitative and quantitative aspects of the inhibition were studied: cognitive reinforcements introducing cognitive, cumulative, negative and proactive interferences of the visual-semantic type (Kenemans et al., 2015; De Zeeuw et al., 2008; Verbruggen & Logan, 2008a, 2008b) were used. The material was specifically developed for this study. Meanwhile, the metacognitive sessions consisted of explaining attentional functioning, identifying ADHD and its impact, detecting risky situations and recognizing inhibition difficulties on a daily basis together with the child. They aimed to reorganize the environment and to set up cognitive strategies to facilitate the avoidance of difficulties (e.g. splitting up information, work or instructions). The material for this study included videos, a cartoon creation, pictograms, drawings, and the co-creation of material with the child and its family.

Diagram 1: summary of the experimental design

4- Results

The results of this study are presented in four parts: characteristics of the two groups, analysis of the outcome, results obtained from the various subtests, and clinical analysis of the results.

URL: <http://mc.manuscriptcentral.com/pjcp>

4.1. Characteristics of the two groups

The subjects included in this study are aged 9 to 13 years and equally divided between 9 and 13 years in both groups. Moreover, more boys than girls are included in this research, reflecting the usual ratio. A gender impact analysis will be carried out after the study to establish whether the difference between the M/F ratios of the two groups impacts the results. Prior to intervention, subjects had a mean of 9.5 pathological subtests in the experimental group and 8.2 in the control group. They all have normal intellectual potential, as measured by the index of verbal comprehension (WISC4).

Table 2: Characteristics of the subjects of the two groups

4.2. Effect on the primary outcome measure

As a reminder, this measure is a composite score consisting of the number of pathological scores in the various cognitive tests to evaluate inhibition. Results are given for the experimental group, the control group and the intergroup comparison.

- Experimental group

The mean number of pathological scores decreased significantly after the intervention in the experimental group. Subjects in this group had an average of 9.5 pathological subtests before the intervention (median: 9, SD: 3.1) and 5.7 afterwards (median: 5.5, SD: 3.1) as shown in the diagram below.

Diagram 2: Number of pathological scores obtained by each subject in the experimental group before/after intervention

The difference is significant in the experimental group [Student's *t*-test for two matched samples: $p < 0.001$, H_0 not rejected]. Patients in the experimental group therefore exhibited fewer inhibition difficulties in the post-intervention cognitive tests.

- Control group

As shown in Diagram 3, the mean number of pathological scores also decreased significantly after intervention in the control group. Subjects in this group had an average of 8.2

pathological subtests prior to intervention (median: 6, SD: 4.8) and 6 afterwards (median: 6, SD: 2.7). However, unlike in the experimental group, the median did not change.

Diagram 3: Number of pathological scores obtained by each subject of the control group before/after intervention

The difference is significant in the control group [Student's *t*-test for two matched samples: $p = 0.008$, H_0 not rejected]. Patients in the control group exhibited fewer inhibition difficulties in the post-intervention cognitive tests. Although the average of the control group shows a significant difference, the median did not change. This means that in the control group there is an identical distribution of scores higher and lower than 6 before and after the intervention, which is not the case for the experimental group. The greater dispersion of scores in the control group compared to the experimental group (4.8 before intervention for the control group, 3.1 SD for the experimental group) may be related to the stability of this median.

- Inter-group comparison

The previous analyses show that both groups evolve after the experimental intervention and control intervention. The evolution of the experimental group (171 pathological scores before / 104 pathological scores afterwards) and that of the control group (149/108) is shown in the following diagram.

Diagram 4: Inter-group comparison of the total number of pathological subtests

No significant difference was found between the two groups [Student's *t*-test for two samples: $p = 0.206$]. The analysis of outcome therefore does not allow us to discern different evolutions in the two groups. In order to examine these results more precisely, an analysis of the results obtained for all the tests is provided below.

4.3. Analysis of the overall results

We present here the details of the test scores obtained for the two groups:

Table 3: Detailed results

Analysis of the overall results shows that:

- based on the composite score of the outcome, there were significant improvements after the intervention in both groups;
- the number of scores having decreased significantly after the intervention (with $p < 0.05$) was greater in the experimental group (22/32) than in the control group (10/32) (diff * 0.002);
- there was no systematic evolution of all scores. There were four possible trajectories: scores improving in both groups (9/32), scores failing to improve in both groups (9/32), and scores improving in only one of the groups (experimental [13/32] or control [1/32] group). Analysis of these evolutions indicates that the effect of the interventions is not observed in all tests.

Diagram 5: Evolution of scores

- qualitatively, the evolution was observed in tests requiring inhibitory control when a stimulus or interfering setpoint was added during the test (NEPSY Statue, TEA-ch Walk/don't walk, NEPSY2 Inhibition), whereas tests with increased requirements for flexibility, change of instruction or interference between stimuli seem less likely to change (NEPSY Knock Knock, TAP Incompatibility, Stroop Test).

Diagram 6: Cognitive evolution in test

Analysis of the overall results showed that a significant improvement was noted in the outcome in both groups. It also shows arguments in favour of the evolution of the experimental group (e.g. more improved scores in the exp. group than in the cont. group or number of scores evolving only in the experimental group).

4.4. Clinical analysis of results

In order to complete the analysis, the impact of age and gender was studied. The difference between increases in the 1-year group (9-10 years) and the 2-year group (11-13 years) is not significant for the 36 subjects ($p = 0.246$). The effects were therefore not age-dependent. No

early characteristic of the intervention or target age can therefore be put forward. No gender differences were found. There were no differences between boys and girls in these 36 subjects ($p = 0.176$), nor in the experimental group ($p = 0.434$) or in the control group ($p = 0.429$). Therefore, analysis does not yield different effects depending on gender.

The subjects all have a normal intellectual potential measured by the WISC4 verbal comprehension index. There was no significant difference between the ICV in two groups ($p = 0.128$).

Although the study must meet the experimental criteria, it is also concerned with the evolution of each subject from a clinical perspective. The study of individual trajectories, initially masked by the group study, allows us to identify two clinical categories:

➤ Evolution of the severity of the disorder

As a reminder, two levels of intensity (moderate or severe) have been established. Descriptive analysis showed that the experimental group consisted of 9 patients with severe disorder and 9 patients with moderate disorder. After the intervention, the ratio changed from 9/9 to 3/15. The control group included 6 patients with severe disorder and 12 with moderate impairment. After the intervention, the ratio changed from 6/12 to 3/15. The analysis shows a significant difference between the number of moderate and severe disorders before and after the procedure [Student's t -test for two matched samples; $p = 0.019$], as shown in the graph below.

Diagram 7: Descriptive analysis of the evolution of the disorder

5- Discussion

The objective of this study was to examine cognitive criteria in cognitive rehabilitation in ADHD and to evaluate interventional procedures through a pilot study. The results of this study will be presented in three points: examination of hypotheses, analysis of experimental criteria and, finally, cognitive contribution and perspective.

1- In conclusion, the results support the primary hypothesis: neurocognitive rehabilitation of the bottom-up (reeducational) and top-down (metacognitive) types led to an improvement in inhibition in ADHD in our sample. Although a trend was observed between the experimental group ($p < 0.001$) and the control group ($p = 0.008$), a significant difference between the two groups could not be found in improving the primary outcome; the secondary hypothesis could not be proven. Nevertheless, some results (such as the greater number of improvement scores

in the experimental group [$p < 0.002$]) require differentiating and taking into account the structural properties and validity of the cognitive content of each group. The strong point of this study was to introduce a control group with non-specific but active cognitive activities in order to compare different types of cognitive exercises. Although the specific effect of the experimental group is not clearly demonstrated in our study, it seems important to include the evaluation of cognitive rehabilitation in a controlled study approach comparing a target intervention with an active control group to (Cortese & Rosello-Miranda, 2017):

- take into account interventional, relational, co-action and placebo effects in studies in cognitive rehabilitation;
- increase the number of studies with comparisons of the benefits
- limit publication bias; and
- place validity of content, structure and cognitive procedures in rehabilitation programmes at the centre of studies.

2- Experimentally, we noted the limitations of our study regarding sample size and the content of control group activities.

The calculation of the number of subjects needed was initially based on an estimate of the evolution of the outcome (40% and 20%, respectively, for the experimental and control groups). The calculation of the required number of subjects based on the actual evolution (40% in the experimental group and 27% in the control group) indicates that 56 subjects would have been needed for this study, i.e. 28 subjects per group (p -value of 5% and 80% power with a one-sided test). As a result, the number of subjects was not sufficient to demonstrate a superior effect between the two groups.

Moreover, the evolution observed in the control group raises several questions for future studies about cognitive rehabilitation: is the control group really a control group? Since the activities from the control group are general cognitive activities, how can we make sure that they do not stimulate inhibition to a low degree? Can an improvement in inhibition following a non-specific cognitive intervention explain the heterogeneity of the cognitive reactions observed in the literature review? Specifically in ADHD, would the effects observed in highly diverse cognitive and non-control interventional programmes turn out to be non-programme specific? What would the mechanisms of improved inhibition in a general cognitive intervention be? And, more broadly, what is a control group in cognitive rehabilitation? In the future, it would be interesting to take these issues into account by systematically introducing control groups into cognitive rehabilitation studies in order to compare works and improve the constitutive criteria of rehabilitation programmes.

3- Looking at the outlook, it will be necessary to analyse the evolution of the results in the longer term. A post-intervention assessment is therefore planned for all subjects at +6 months and will be available at the end of 2017 in order to examine whether the effects are stable and, if so, to what extent and in which group.

As we just saw, the study revealed significant benefits of cognitive rehabilitation in ADHD, but it also confirmed the persistence of these disorders. Even within these neurodevelopmental disorders, ADHD must therefore be considered as a cognitive disorder that is persistent but enhanced by cognitive intervention. In our study, we can therefore state that the intervention allows:

- optimization of attentional and inhibitory functioning with a view to improving, not normalizing, ADHD. In clinical practice, this distinction allows us to set clear and realistic therapeutic objectives for patients and their families; and
- in the case of differential diagnosis, confirmation of an ADHD attentional disorder can be demonstrated by the persistence of cognitive dysfunction. From a theoretical point of view, these results support the view of ADHD as a long-term cognitive disorder.

In this research, benefits were observed in a relatively short intervention format (24 bi-weekly sessions, less than 4 months), and the possibility of consolidating and/or increasing this improvement in longer-term interventions, as seen in cognitive rehabilitation in language disorders, is another hypothesis.

This study highlights the need to reinforce the cognitive criteria operating in rehabilitation and to optimize cognitive modelling for structuring therapeutic interventions. The small difference between the experimental group and the control group is not satisfactory from a cognitive point of view and stresses the importance of developing innovative and cognitively argued approaches in the future in order to devise more effective rehabilitation protocols. In addition, and as suggested by theoretical research, the protean character of inhibition processes and ADHD highlights the importance of developing more precise coherent theoretical models and a characterization of cognitive phenotypes in ADHD in future research.

Finally, on the cognitive level, the detailed analysis of these results can only be properly understood by taking into account the difficulty of selecting a relevant criterion that is valid from a cognitive point of view. Analysis of the overall results showed that a significant improvement was noted in the outcomes of both groups. Analysis by score shows that changes did not occur in all subtests, which stresses the importance of researchers and clinicians choosing the right test, as well as the risk of running a single test. According to

cognitive modelling using different inhibition processes, taking into account a single test or score would not allow access to all modalities of inhibition (Seguin et al., 2015a).

In conclusion, the aim of this article was to describe the development and validity of a pilot cognitive remediation program in ADHD. Indeed, this study aims to structure the field of cognitive rehabilitation from (Cicerone et al., 2005, 2011):

- an assessment point of view: study subjected to an experimental protocol
- a critical point of view: taking into account the clinical and theoretical criticisms of cognitive interventions in ADHD; and
- an ecological and participatory point of view: taking into account, in the meta-cognitive approach, environmental factors (such as schooling) and the cooperation of patients and their families (with cognitive facilitating strategies)

The objective of this work was to contribute to the formalization of key processes in the emergence of validated, structured and effective cognitive management for young patients. It helps identify many perspectives and criteria to improve the development of innovative and thought-out tools in cognitive rehabilitation. To achieve this, cognitive modelling should focus on experimental designs, rehabilitation procedures and phenotypes in ADHD to provide a substrate for intervention processes with a view to achieving cognitive improvement and optimization of environmental conditions.

Abbreviations

ADHD: attention deficit hyperactivity disorder

CNIL: French National Commission for Information Technology and Civil Liberties

CPP: institutional review board (comité de protection des personnes)

DSM: *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders*

ICV: index of verbal comprehension

URL: <http://mc.manuscriptcentral.com/pjcp>

NS: not significant

SD: standard deviation

TAP: Test of Attentional Performance, Zimmerman et al.

TEA-Ch: Test of Everyday Attention for Children, Manly et al.

WISC4: Weschler Intelligent Scale Children, edition four

Declarations

Acknowledgments

The authors would like to thank the Hôpital Nord-Ouest in Villefranche-sur-Saône, France, Dr. P. Rebaud for their involvement in the study.

Funding

The study is part of a doctoral thesis. Working time, data management, balance sheets, interventions and data analysis are also part of the doctoral thesis. The sponsor (Hôpital Nord-Ouest in Villefranche-sur-Saône) provided physical facilities, office automation and communication tools and pays for insurance from HDI-Gerling Industrie Versicherungs AG. Part of this work was financed with the Michele Maugain 2016 Award.

Availability of data

Data collection is still ongoing. The authors recognize the value of sharing data for the replication of studies. All data are recorded and anonymized in a file registered with CNIL (number: 1685438 v 0). This paper deals exclusively with the study protocol. Results will be published at a later date.

Conflicts of interest

Not applicable

URL: <http://mc.manuscriptcentral.com/pjcp>

Trial registration

Current Controlled Trials Clinical: Trials.gov identifier: NCT02405299, registered 31 mars 2015

Ethical approval and consent to participate

The project was presented to the ethics committee of the Hôpital Nord-Ouest in Villefranche-sur-Saône in June 2013. The protocol and consent forms were approved by the Lyon institutional review board (CPP) in October 2013 (2013-033 B). Consent is collected following an interview that provides the information from the study. This information is also written in a mandatory document whose content is defined by the public health code (article L1122-1). This document, given to the parents and the child, contains the presentation of the study, the objectives, the procedure, the modalities of participation, the possibilities of stopping the study, the expected benefits, foreseeable risks and regulatory provisions, confidentiality and consent. Two consent forms are issued (child and parent) in two copies each.

Consent for publication

Not applicable

Competing interests

The authors declare that they have no competing interests

References

- Albaret, J.M. & Migliore, L. (1999). Test d'attention sélective de Stroop [Stroop attention selective test]. Paris: ECPA.
- American Psychiatric Association. Diagnostic and statistical manual of mental disorders (DSM-5®). *American Psychiatric Pub.* 2013.
- Atkinson, R. C., & Shiffrin, R. M.. (1968). Human memory: A proposed system and its control processes. *Psychology of learning and motivation*, 2, 89–195.

URL: <http://mc.manuscriptcentral.com/pjcp>

- Barkley, R. A. (1997). Behavioral inhibition, sustained attention, and executive functions: constructing a unifying theory of ADHD. *Psychological bulletin*, 121(1), 65-94.
- Catale, C., & Meulemans, T. (2013). Diagnostic, évaluation et prise en charge du trouble déficitaire de l'attention avec/sans hyperactivité: le point de vue du neuropsychologue [Diagnosis, assessment and management of Attention Deficit Disorder with / without hyperactivity: the neuropsychologist's point of view]. *Neuropsychiatrie de l'Enfance et de l'Adolescence*, 61(3), 140-147.
- Cicerone, K. D., Dahlberg, C., Malec, J. F., Langenbahn, D. M., Felicetti, T., Kneipp, S. (2005). Evidence-based cognitive rehabilitation: updated review of the literature from 1998 through 2002. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 86(8), 1681-1692.
- Cicerone, K. D., Langenbahn, D. M., Braden, C., Malec, J. F., Kalmar, K., Fraas, M. (2011). Evidence-based cognitive rehabilitation: updated review of the literature from 2003 through 2008. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 92(4), 519-530.
- Collective expertise, troubles des apprentissages [neurodevelopmental disorder]. *INSERM*, 2007 (<http://www.ipubli.inserm.fr/handle/10608/73>)
- Cortese S., & Rosello-Miranda R. (2017). Treatments for children and adolescents with attention deficit hyperactivity disorder; what is the evidence base to date? *Revue neurology*, 24 (64).
- De Zeeuw, P., Aarnoudse-Moens, C., Bijlhout, J., König, C., Uiterweer, A. P., Papanikolaou, A. (2008). Inhibitory performance, response speed, intraindividual variability, and response accuracy in ADHD. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 47(7), 808-816.
- Deforge, H. (2011). Prise en charge des troubles attentionnels et exécutifs chez l'enfant, la remédiation cognitive: pratiques et perspectives [Management of attentional and executive disorders in children, cognitive remediation: practices and perspectives]. *Développements*, 2, 5-20.
- Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual review of psychology*, 64, 135.
- Emond, V., Joyal, C., & Poissant, H. (2009). Structural and functional neuroanatomy of attention-deficit hyperactivity disorder (ADHD). *L'Encéphale*, 35(2), 107-114.
- Glozman, J. M., & Shevchenko, I. A. (2014). Executive function in children with ADHD. *Psychology & Neuroscience*, 7(4), 453.
- Johnson, B. (2017). Learning Disabilities in Children: Epidemiology, Risk Factors and importance of early intervention. *BMJ Medical Journal*, 4 (1), 31-37

- Jonkman, L.M., Hurks, P.P., Schleepen, T.M. (2015). Effects of memory strategy training on performance and event-related brain potentials of children with ADHD in an episodic memory task. *Neuropsychological Rehabilitation*, 26 (5-6), 910-41.
- Kenemans, J. L.. (2015). Specific proactive and generic reactive inhibition. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 56, 115-126.
- Kerns, K.A., Macoun, S., MacSween, J., Pei, J., Hutchison, M. (2017). Attention and working memory training: a feasibility study in children with neurodéveloppemental disorders. *Applied Neuropsychology Child*, 6 (2), 120-137.
- Klingberg, T., Forssberg, H., Westerberg, H., (2002). Training of Working Memory in Children with ADHD. *Journal of clinical and experimental neuropsychology*, 24 (6), 781-791.
- Kofler, M.J., Sarver, D.E., Spiegel, J.A., Day, T.N., Harmon, S.L., Wells, E.L. (2016). Heterogeneity in ADHD: Neurocognitive predictors of peer, family, and academic functioning. *Child neuropsychology*, 29, 1-27.
- Korkman, M., Kirk U. & Kemp S. (1997). NEPSY, bilan neuropsychologique de l'enfant [Neuropsychological assessment of the child]. adaptation française 2003. Paris : ECPA.
- Korkman, M., Kirk U. & Kemp S. (2012). NEPSYII, bilan neuropsychologique de l'enfant [Neuropsychological assessment of the child] adaptation française. Paris : ECPA.
- Leclercq, V., Jambaque, I., Picard, A., Bricout, L., & Siéroff, E. (2006). Trouble du contrôle attentionnel et prématurité [Attentional disorder and prematurity]. *Revue de Neuropsychologie*, 16(1), 41-64.
- Lussier, F. (2009). Programme d'intervention pour favoriser le développement des fonctions attentionnelles et exécutives [Intervention program to promote the development of attentional and executive functions] in *Actualités en rééducation neuropsychologique: études de cas*. Solal, Marseille. P, 103-118.
- Majerus, S. (2016). Optimisation et rééducation de la mémoire de travail: une synthèse critique [Optimization and re-education of working memory: a critical synthesis]. *ANAE*, 141, 167-174
- Manly, T., Robertson, I.H., Anderson, V., Mimmo-smith, I. (2004). TEA-ch, test d'évaluation de l'attention chez l'enfant [Test for the assessment of attention in children]. Paris: ECPA.

- 1
2
3 Miller J.B., & Gates N.J., (2016). Editorial Introduction to the special issue on
4 neuropsychological intervention. *Neuropsychological Review*, 26(3), 223-224.
5
6 Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D.
7 (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to
8 complex « frontal lobe » tasks: A latent variable analysis. *Cognitive psychology*, 41(1),
9 49-100.
10
11 Neudecker, C., Mewes, N., Reimers, A. K., & Woll, A. (2015). Exercise Interventions in
12 Children and Adolescents With ADHD A Systematic Review. *Journal of attention*
13 *disorders*, May 11.
14
15 Noël, M.-P., Bastin, L., Schneider, J., Pottellé, D., & al. (2007). Rééducation
16 neuropsychologique des troubles de l'attention et de l'inhibition chez l'enfant
17 [Neuropsychological rehabilitation of attention and inhibition disorders in children]
18 *Approche neuropsychologique des apprentissages chez l'enfant*, 93, 156-162.
19
20 Pintrich P. (2002). The role of metacognitive knowledge in learning, teaching, and Assessing.
21 *Theory into practice*, 41,4.
22
23 Purper-Ouakil, D., Wohl, M., Cortese, S., Michel, G., & Mouren, M.-C. (2006). Le trouble
24 déficitaire de l'attention-hyperactivité (TDAH) de l'enfant et de l'adolescent
25 [Attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) in children and adolescents].
26 *Annales Médico-psychologiques, revue psychiatrique*, 164, 63-72.
27
28 Seguin, C., Roy A., Bussy G., Des Portes V. (2016). Rééducation des fonctions exécutives
29 chez l'enfant : l'inhibition dans le trouble déficit de l'attention avec/sans hyperactivité
30 [Rehabilitation of executive functions in children: inhibition in attention deficit
31 disorder with / without hyperactivity]. *ANAE*, n°141.
32
33 Seguin, C., Des Portes, V., & Bussy, G. (2015a). Évaluation neuropsychologique du trouble
34 de l'inhibition dans le TDAH: de la théorie à la clinique. [Neuropsychological
35 Evaluation of the Disorder of Inhibition in ADHD: From Theory to Clinic]. *Revue de*
36 *neuropsychologie*, 7(4), 291-298.
37
38 Seguin, C., Bussy, G., & Des Portes V. (2015b). Le TDAH à l'école: De la rééducation aux
39 aménagements pédagogiques [ADHD in School: From Rehabilitation to Educational
40 Facilities]. *Revue Développement*, n°18-19.
41
42 Seron, W., & Van Der Linden, M., (2016). *Traité de neuropsychologie clinique [Treaty of*
43 *Clinical Neuropsychology] Tome 2, revalidation*, De Boeck, 2ème édition
44
45 Seron, X., Rossetti, Y., Vallat-Azouvi, C., Pradat-Diehl, P., & Azouvi, P. (2008). La
46 rééducation cognitive [cognitive Rehabilitation]. *Revue neurologique*, 164, 154-163.
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

URL: <http://mc.manuscriptcentral.com/pjcp>

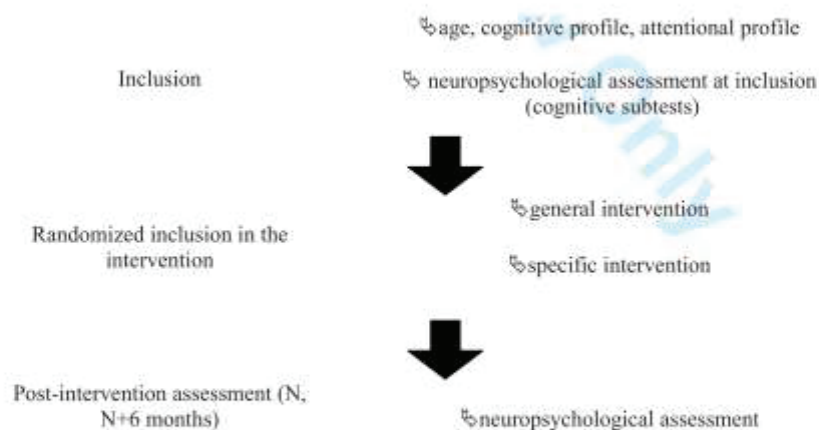
- Smith, S.D., Vitulano, L.A., Katsoyich, L., Li, S., Moore, C., Li, F., Grantz, H., Zheng, X., Eicher, V., Aktan Guloksuz, S., Zheng, Y., Dong, J., Sukhodolsky, D.G., Leckman, J.F. (2016). A randomized controlled trial of an integrated Brain, Body, and Social Intervention for Children with ADHD. *Journal of Attention disorder*, 13(1)
- Sonuga-Barke, E. J. (2002). Psychological heterogeneity in AD/HD—a dual pathway model of behaviour and cognition. *Behavioural brain research*, 130(1), 29–36.
- Sonuga-Barke, E. J., & Coghill, D. (2014). The foundations of next generation attention-deficit/hyperactivity disorder neuropsychology: building on progress during the last 30 years. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 55(12).
- Sturm, W., Leclercq, M. (2016). La revalidation des troubles de l'attention [the revalidation of attention disorder] in *Traité de neuropsychologie Clinique, Tome II*, ss dir Seron, X., & Van der Linden M., Ed Solal, Marseille. 63-80.
- Toplak, M. E., Connors, L., Shuster, J., Knezevic, B., & Parks, S.. (2008). Review of cognitive, cognitive-behavioral, and neural-based interventions for Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder (ADHD). *Clinical Psychology Review*, 28(5), 801–823.
- Van Dongen-Boomsma, M., Vollebregt, M.A., Buitelaar, J.K., Slaats-Willemse, D. (2014). Working memory training in young children with ADHD: a randomized placebo-controlled trial. *Journal Of Child Psychology and Psychiatry*, Aug 55(8): 886-96
- Van Heugten, C.M., Ponds, R.W., Kessels, R.P. (2016). Brain training: hype or hope?. *Neuropsychological Rehabilitation*, 26 (5-6): 639-44
- Vantalon, V. (2014) Expression phénotypique du TDAH en fonction de l'âge [Phenotypic expression of ADHD as a function of age]. *Annales Médico-psychologiques, revue psychiatrique*, Vol. 172, p. 287–292.
- Verbruggen, F., & Logan, G.D. (2008a). Automatic and controlled response inhibition: associative learning in the go/no-go and stop-signal paradigms. *Journal of Experimental Psychology: General*, 137 (4).
- Verbruggen, F., & Logan, G.D. (2008b). Response inhibition in the stop-signal paradigm. *Trends in cognitive sciences*, vol 12, n.11.
- Zimmerman, P. & Fimm B. (2012). TAP, Tests d'évaluation de l'attention [Tests of attention evaluation], version 2.3 [adaptation française Leclercq M.], *psytest*.

Table and diagrams
Journal of cognitive psychology
Seguin and al.

Table 1: Key words used for intervention in ADHD (PubMed)

Key words	Number of items
	(10-year period to March 2017)
ADHD+training	3780
ADHD+cognitive treatment	2063
ADHD+rehabilitation	1106
Rehabilitation+attentional disorder+child	62
ADHD+exercise	245
ADHD+remediation	81
ADHD+programme	133
ADHD+protocol	313

Diagram 1: summary of the experimental design



URL: <http://mc.manuscriptcentral.com/pjcp>

Table 2: Characteristics of the subjects of the two groups

	Experimental group	Control group
Number of subjects	12	12
Age group 1: 9-10 years		
Number of subjects	6	6
Age group 2 : 11-13 years		
Number of boys	12	15
Number of girls	6	3
Cognitive profile		
Mean of intellectual potential (measured by verbal comprehension index, WISC4)	99,2 (SD12)	104,9 (SD9,6)
Inhibition profile		
Mean of pathological subtests of inhibition obtained at the inclusion assessment	9,5 (SD 3,1)	8,2 (SD4,8)

Diagram 2: Number of pathological scores obtained by each subject in the experimental group before/after intervention

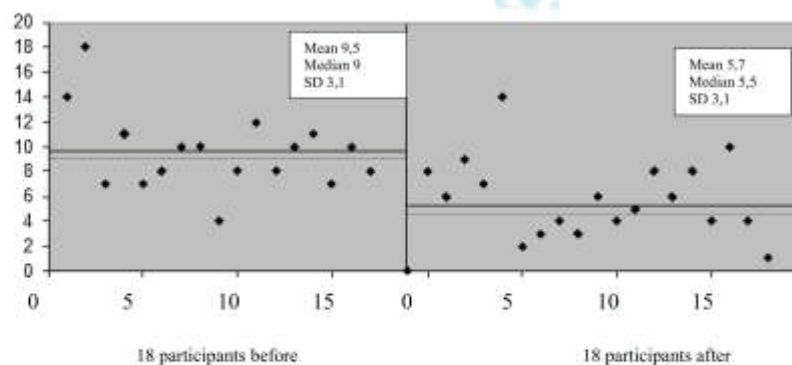


Diagram 3: Number of pathological scores obtained by each subject of the control group before/after intervention

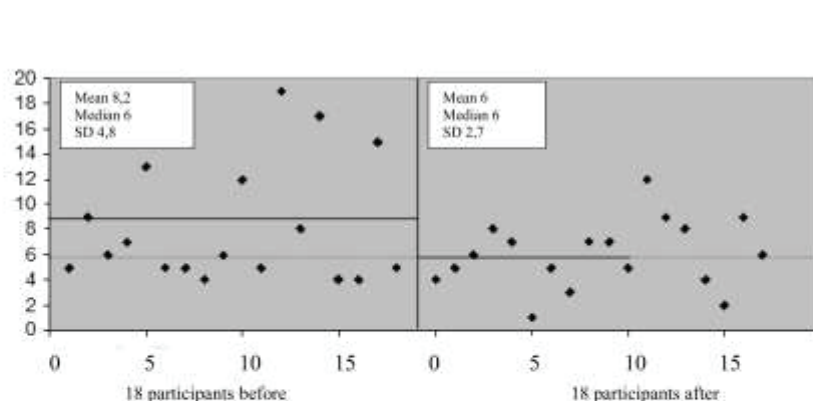


Diagram 4: Inter-group comparison of the total number of pathological subtests

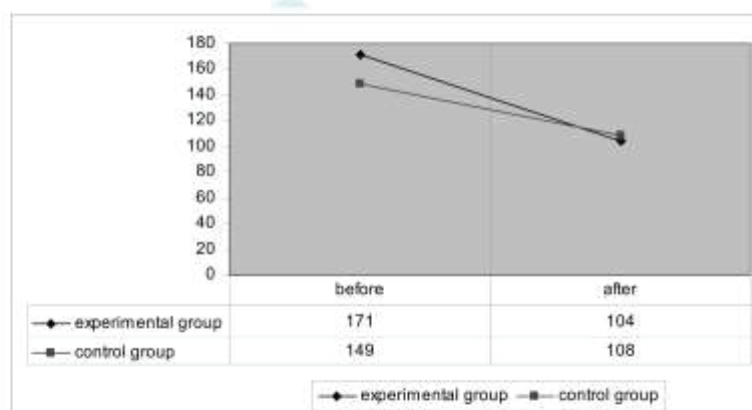


Table 3: Detailed results

Subtests	Experimental group			Control group		
	Mean before	Mean after	Before/after <i>p</i>	Mean before	Mean after	Before/after <i>p</i>
Tower (NEPSY1)						
NB	8,2	11,9	*0,003	9,7	12,2	*0,002
NS	6,8	9,4	*0,015	7,7	9,7	*0,002
Knock-Knock (NEPSY2)						
NB	28,2	29,1	NS	28,2	28,5	NS
Statue (NEPSY2)						
NB	20,5	26	*0,011	23,6	24,7	NS
Auditory Attention (NEPSY2)						
Condition 1 NB	27,6	39,2	*0,005	28,2	35,3	*0,013
Condition 1 NS	6,6	8,3	*0,007	6,7	7,5	NS

Condition 1 omission NB	5,2	1,6	*0,050	2	1,05	NS
Condition 1 FA NB	3,2	0,1	*0,039	2,8	0,44	NS
Condition 2 NB	5,2	27,7	*<0,0001	23,2	29	*0,040
Condition 2 NS	5,2	6,3	*0,028	6,05	6,66	NS
Condition 2 omission NB	5,6	3,3	NS	4,3	2,4	*0,021
Condition 2 FA NB	6,6	2,7	*0,030	4,6	2,2	*0,029
Stroop (condition 4)						
NB	22,2	24,2	NS	23,3	25,5	NS
NS	-1,2DS	-1,2DS	NS	-1,1	-1,0	NS
Go no Go (TAP)						
Total TT	1191	1247	NS	1236	1231	NS
Total R correct answer	42	43,2	NS0,114	42,3	42,8	NS0,361
Total RF+omission	8,2	4,9	*0,023	11,5	10,2	NS0,729
Incompatibility (TAP)						
TT	634,6	689,8	NS	633,7	620,8	NS0,799
Correct answer	43,1	45,6	NS	47,6	50,9	NS0,256
R F+Omission +Ab	16,3	12,6	NS 0,106	12,7	9,2	NS0,100
Opposite word (TEA-ch)						
NB	39,6	28,3	*0,001	34,1	28,3	*0,006
NS	6,5	9,4	*<0,0001	7	9,6	*0,039
Walk/ don't walk (TEA-ch)						
NB	9,5	14,2	*0,007	12,2	12,3	NS0,625
NS	4,3	7,4	*0,037	5,6	5,6	NS0,955
Inhibition (NEPSY2)						
NB denomination	57,2	48,5	*0,000	52,9	49,3	*0,027
NS denomination	7,6	9,5	*0,002	8,6	9,4	NS0,177
NB inhibition	82,1	64,2	*0,001	78,9	72	NS0,083
NS inhibition	7,8	10,2	*0,009	8,6	8,8	NS0,787
NB changing	123,5	110,1	*0,003	114,1	108,4	NS0,164
NS changing	7,9	13	NS0,166	9,6	9,7	NS0,921
NB error	23	13,3	*0,007	22,7	15,6	*0,020
NS error	5,9	8,4	*0,011	6,1	7,4	NS0,081
Number of scores evolving significantly						
/ Total scores		22/32			10/32	

Diagram 5: Evolution of scores

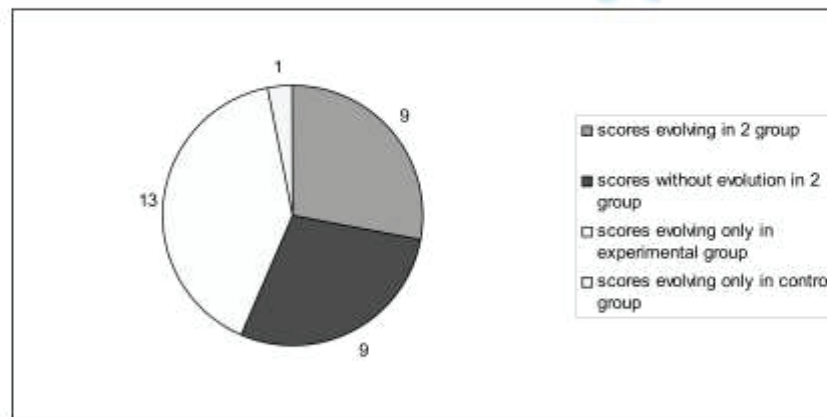
URL: <http://mc.manuscriptcentral.com/pjcp>

Diagram 6: Cognitive evolution in test

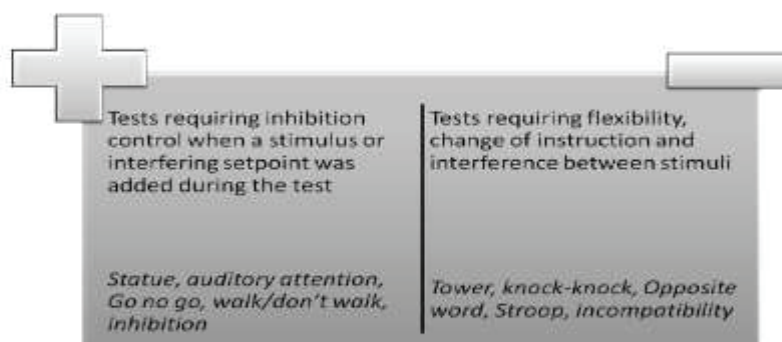
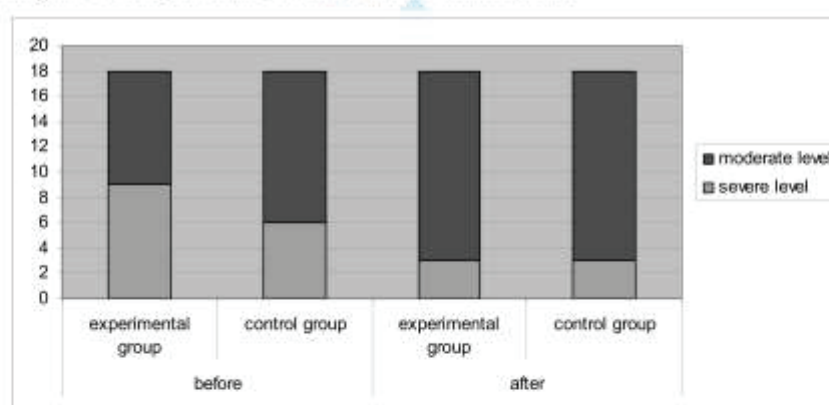


Diagram 7: Descriptive analysis of the evolution of the disorder



Annexe n°8 : Article soumis à BMC Psychiatry

BMC Psychiatry

Cognitive validity in the remediation of ADHD: study protocol for an interventional controlled clinical trial

--Manuscript Draft--

Manuscript Number:	BPSY-D-16-00873R2	
Full Title:	Cognitive validity in the remediation of ADHD: study protocol for an interventional controlled clinical trial	
Article Type:	Study protocol	
Section/Category:	Child, adolescent and developmental psychiatry	
Funding Information:	hopital nord ouest de villefranche sur saone (Award Michele Maugain 2016)	Mrs charlotte seguin
Abstract:	Background The prevalence of attention deficit disorder with or without hyperactivity (ADHD) in children is estimated by the authors to be 3-7%. There is a substantial degree of variation in the use of cognitive therapy for the treatment of ADHD. Differences in cognitive objectives (working memory, inhibition, selective attention, executive functions, etc.), rehabilitation procedures (stimulation, compensation, remediation, etc.) and theoretical basis all contribute to this variation. This study aims to examine cognitive validity in cognitive treatment for ADHD and use cognitive models (theoretical models of attention disorders, treatment information and rehabilitation procedures) to develop a protocol for the neuropsychological remediation of attention disorders in children. Methods/Design A prospective, single-center, interventional, controlled and randomized study was set up to evaluate the specificity and benefits of a remediation protocol combining rehabilitative and metacognitive approaches (bottom-up and top-down) in children with ADHD. The protocol draws upon Barkley's theory of ADHD and focuses on inhibition deficits. Subjects are children aged 9-13 years with an inhibition deficit evaluated by ten standardized neuropsychological tests to assess the overall inhibition process. The primary endpoint is a composite score of all these tests used in clinical practice. The score of the Go/No Go test and a behavioral questionnaire evaluating executive functions are secondary endpoints. Subjects were randomized to an experimental group that participated in an inhibition protocol with rehabilitative and metacognitive approaches or a control group that received general cognitive stimulation without theoretical development. Discussion The objective of this study is to assess the cognitive validity of existing rehabilitation approaches in ADHD, using cognitive modeling to develop a remediation protocol for inhibition-related neuropsychological disorders in children with ADHD against a backdrop of evaluating clinical practice. The study protocol presented here describes the theoretical, cognitive and methodological options chosen to determine whether theoretical models offer greater benefits than non-specific cognitive stimulation.	
Corresponding Author:	charlotte seguin institut des sciences cognitives bron, rhone FRANCE	
Corresponding Author Secondary Information:		
Corresponding Author's Institution:	institut des sciences cognitives	
Corresponding Author's Secondary Institution:		
First Author:	charlotte seguin	
First Author Secondary Information:		

Order of Authors:	charlotte seguin Vincent Des Portes Gerald Bussy
Order of Authors Secondary Information:	
Response to Reviewers:	Letter and responses to reviewers BPSY-D-16-00873R1 Cognitive validity in the remediation of ADHD: study protocol for an interventional controlled clinical trial Charlotte Seguin; Vincent Des Portes; Gerald Bussy BMC Psychiatry Dear reviewers, We would like to thank you for your careful review of our manuscript and your feedback on the article. You will find detailed answers to each point raised below. - Reviewer 1: Gunilla Bohlin •Behavioral questionnaire: the omission of the presentation of the questionnaire was rectified on page 9. •The absence of pilot data to inform as to whether the training procedure is likely to be acceptable for the children: the protocol format was based on existing studies (e.g. the Neudecker article with interventions ranging from 8 to 20 sessions). We emphasize and add (page 11) that this is a research format because those used in clinical practice (e.g. for the rehabilitation of language disorders) are much longer (up to several years). As far as the type of protocol combining bottom-up and top-down approaches is concerned, there are no pilot data available to the best of our knowledge. Obtaining such data is precisely the objective of this pilot study (page 11). •Generalization to symptoms of ADHD: the literature review shows different cognitive phenotypes (Vantalon) in ADHD. Based on these different cognitive profiles, we chose for this study only the cognitive profile with inhibition deficit, which seems to be the most frequent neuropsychological marker (Barkley). In order to achieve an effect on all deficient cognitive functions (and different symptoms of ADHD), different programs should be established for different targets (one session for inhibition, one for working memory, one for selective attention, etc.). Therefore, we focused only on inhibition, which appears to be the core deficit in ADHD (Barkley). Transfer to other cognitive functions is therefore not the primary target. Nevertheless, analysis of the questionnaire (BRIEF) will help to obtain possible answers on a transfer of the cognitive effects to effects on the symptoms (such as emotional control). This point was added on page 9. •Statistical details have been added on page 10. •Evaluation of interaction effects between group and time: in assessing this interaction, the developmental dimension (a child who develops spontaneously outside the intervention) has been taken into account with standardized results. Indeed, it is not only a measure before and after but a measure that takes into account the spontaneous development of the patient, since the main criterion of judgment is based on standardized results (each subject is not only compared to the raw results before the intervention, but also to the standardized results, that is to say, what is expected for the age in terms of spontaneous development) (point on page 8). •Finally, regarding the broader goal of ADHD rehabilitation, the scope of this study is limited to certain areas for improvement. In the future, the aim would be to broaden the scope, with realistic objectives that would probably not be aimed at normalizing the patient's functioning within this neurodevelopmental framework. - Reviewer 2: Grainne McLoughlin

Powered by Editorial Manager® and ProduXion Manager® from Aries Systems Corporation

	1)The sample size was determined by the power calculation indicated on page 10 (sample consisting of 36 subjects). This has been clarified on page 10. 2)We have taken note of the problem of verbal style, perhaps in relation to French being the first language of the authors. The text has been reworked to be more concise. 3)We initially excluded neurobiological aspects from the article because the objective of the study focuses on cognitive aspects. We took note of your comment and added a paragraph on neurobiological data (page 5 and 6). 4)In accordance with your comments, the discussion was lengthened and clarified (pages 14 and 15), and the treatment of results between the control group / experimental group was repeated (pages 10, 11, and 14). We thank the reviewers for their encouragement and contribution to improving the article.
--	---

**Cognitive validity in the remediation of ADHD:
study protocol for an interventional controlled clinical trial**

Authors

Charlotte Seguin

charlotte.seguin@isc.cnrs.fr

Clinical Research unit and Pediatric unit, Hôpital Nord-Ouest, Villefranche-sur-Saône, France

Laboratory L2C2, CNRS UMR 5304, Bron, France

Vincent des Portes

vincent.desportes@chu-lyon.fr

Laboratory L2C2, CNRS UMR 5304, Bron, France

Pediatric Neurologist, HFME Lyon Hospital, University Lyon 1, France

Gerald Bussy

gerald.bussy@fondation-ove.fr

Hôpital Nord, Saint-Étienne, Genetics Department, France

Corresponding author: charlotte.seguin@isc.cnrs.fr

Abstract

Background

The prevalence of attention deficit disorder with or without hyperactivity (ADHD) in children is estimated by the authors to be 3–7%. There is a substantial degree of variation in the use of cognitive therapy for the treatment of ADHD. Differences in cognitive objectives (working memory, inhibition, selective attention, executive functions, etc.), rehabilitation procedures (stimulation, compensation, remediation, etc.) and theoretical basis all contribute to this variation.

This study aims to examine cognitive validity in cognitive treatment for ADHD and use cognitive models (theoretical models of attention disorders, treatment information and rehabilitation procedures) to develop a protocol for the neuropsychological remediation of attention disorders in children.

Methods/Design

A prospective, single-center, interventional, controlled and randomized study was set up to evaluate the specificity and benefits of a remediation protocol combining rehabilitative and metacognitive approaches (bottom-up and top-down) in children with ADHD. The protocol draws upon Barkley's theory of ADHD and focuses on inhibition deficits.

Subjects are children aged 9–13 years with an inhibition deficit evaluated by ten standardized neuropsychological tests. The primary outcome is a composite score of all these tests used in clinical practice. The score of the Go/No Go test and a behavioral questionnaire evaluating executive functions are secondary outcome.

Subjects were randomized to either an experimental group (inhibition protocol with rehabilitative and metacognitive approaches) or a control group (general cognitive stimulation without theoretical development).

Discussion

The study aims to assess the cognitive validity of existing rehabilitation approaches in ADHD. It uses cognitive modeling to develop a remediation protocol for inhibition-related neuropsychological disorders in children with ADHD while evaluating clinical practice. The study protocol presented here describes the theoretical, cognitive and methodological options chosen to determine whether theoretical models offer greater benefits than non-specific cognitive stimulation.

Trial registration

ClinicalTrials.gov identifier: NCT02405299; date: march 2015

Keywords: Remediation, metacognition, cognitive validity, neuropsychology, children, ADHD, inhibition deficit

1- Background

1.1. Introduction: ADHD and cognitive remediation

The prevalence of attention deficit disorder with or without hyperactivity (ADHD) in children is estimated by the authors to be 3–7%[1]. The section on neurodevelopmental disorders of the *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders* (DSM5 [2]) defines ADHD as "a persistent pattern of inattention and/or hyperactivity-impulsivity that interferes with functioning or development" with a direct negative impact on social and academic functioning. ADHD begins prior to age 12 years, interferes with all the child's activities and has an impact on quality of life [2]. As a result of its high prevalence and impact on development [3], evaluation and management of this disorder is extremely widespread in pediatric psychiatry. The use of neuropsychological assessment tests to evaluate this attention disorder is becoming increasingly generalized [4]. These tests measure the attentional development of young patients suspected of having ADHD compared to that expected for their age, pointing towards cognitive theoretical models of the disorder. Most of these models [5,6,7,8] see an inhibition deficit as central to these cognitive dysfunctions, which is consistent with clinical observations (e.g. when children interrupt conversations or hastily cross a road without looking).

The evaluation of attentional disorders (and the underlying cognitive functions) is increasingly widespread in clinical practice and based on theoretical models, but a great deal of research on the cognitive therapy stage is still needed. This holds particularly true for the level of evidence for operating procedures [9]. Despite the exponential growth of papers on ADHD management —a PubMed search including articles published over the 10-year period ending in 2016 yielded 2,087 results for the combination of "training" and "ADHD"—, the content of these papers varies substantially. Cognitive support in ADHD ranges from pen-and-paper to software tools [10] and from stimulation exercises to metacognitive processes [11]. It is characterized by a diversity of approaches and a lack of archetypal rehabilitative procedures for this type of neurodevelopmental disorder [12].

The study aims to assess the cognitive relevance and clinical validity of these interventions in ADHD. It seeks to integrate theoretical models into the clinical practice of cognitive rehabilitation. By referring to current cognitive models, it aims to develop a cognitive protocol for remediation in ADHD and assess its potential benefits.

We will first present cognitive models of ADHD (keywords: ADHD, cognitive models, neuropsychological functions, children). These models are used to match cognitive functions to deficits and their models to bring out key procedures and enabling factors for cognitive intervention. The theoretical validity of these procedures and factors will lead to the formulation of hypothesis and the interventional and methodological choices of this study. The formalization of the developed protocol and its statistical aspects will be detailed subsequently, along with the future prospects of this study.

1.2. Theoretical background

1.2.1. Narrative analysis of cognitive models of ADHD and the inhibition process

In clinical practice, it is characterized by a triad of symptoms including impaired attention, impulsive events and a degree of psychomotor instability inconsistent with the patient's age [13]. Several theoretical models have been developed to describe cognitive dysfunction in ADHD, such as Barkley's model [14], which introduced the concept of a primary inhibition deficit causing secondary impairments in executive abilities (non-verbal working memory, internalization of speech, self-regulation of affect and synthesis). It defines inhibition as the ability to stop an irrelevant response, interrupt an ongoing response and deal with interference.

Figure 1: Inhibition in ADHD according to Barkley's model

Sonuga-Barke [15] also developed a dual pathway model of ADHD, which involves executive dysfunction of a motivational style linked to deficient control of delayed response and a preference for immediacy and delay aversion. This physiopathological model of ADHD identifies a deficit in inhibitory control corresponding to frontal, executive and mesocortical dysfunction, as well as delay aversion resulting from a dysfunction of the reward systems of the mesolimbic pathways. Along the same lines, the inhibition model presented by Miyake and Friedman [16] defines three inhibition processes:

- 1) inhibition of dominant responses;
- 2) inhibition of irrelevant answers, particularly distracting information; and
- 3) inhibition of responses becoming irrelevant to the current task with a proactive interference effect.

Broadly speaking, attentional functions and inhibitory processes are related to executive functions. Integrative functions refer to a set of high-level cognitive skills [17]. In order to provide scope for adapting to new situations, these executive functions are particularly activated for monitoring, problem-solving, filtering information, planning, and cognitive flexibility. Among these functions, Diamond [18] emphasizes inhibitory control of attention as a core function for controlling choices and actions. This also helps resist proactive interference from information acquired earlier, such as information that is no longer relevant. Failure of inhibitory control leads to errors of impulsivity, such as rushing to answer. These models are fully consistent with clinical observations typical of inhibition deficits in children with ADHD, who have trouble filtering information from the environment, suppressing information that has become irrelevant or avoiding automatic responses.

From a neurobiological perspective, functional imaging studies, morphological imaging studies and connectivity studies have all been used in ADHD. The frontal cortex, dorso-lateral prefrontal cortex, ventro-lateral cortex, and anterior cingulate cortex are the regions frequently involved in ADHD [19, 20]. From a structural perspective, volumetric differences have been reported in ADHD, particularly in the right hemisphere [21]. A reduction in the size of the cerebellum and corpus callosum has also been reported [22]. It is worth noting that no consensus exists around volumetric studies. Furthermore, the lack of organization of the white matter in the corticospinal tract and superior longitudinal fasciculus has been studied [23]. Finally, in recent years, research on the resting brain in ADHD has become a

potential source of new etiopathogenic hypotheses by showing poor connectivity between the anterior and posterior and precuneus anterior regions [24].

1.2.2. Interventions in ADHD

A literature review reveals that the number of papers dealing with interventions in ADHD, as well as the variety of approaches and objectives, has grown exponentially. In systematic review, these interventions focus on behavioral, cognitive, psychomotor, physical fitness, or educational strategies, and they use tools ranging from pen-and-paper supports to software [10, 11]. Focusing cognitive functions in ADHD still lacks archetypal procedures and has yet to be developed in depth [12]. Rehabilitation goals (restoration, compensation, substitution) and operative processes (ascending/descending) are rarely made explicit despite the fact that they are central to rehabilitation programs and are established prior to program design. In adult patients, cognitive management procedures are usually articulated around three areas [25]:

- 1) restoring, recovering or improving impaired functions, involving work focusing directly on the affected cognitive functions;
- 2) compensating for impairments by applying alternative strategies and using preserved functions; and
- 3) substitution with aids and external tools.

These areas and objectives are rarely so well-defined prior to interventions in ADHD. In general, there are two types of treatment: re-education and remediation [9]. These terms refer to information processing models in which filtering and processing information are seen as basic cognitive processes [26]. There are two strategies, depending on the phase and the direction of information processing:

- bottom-up strategies, which refer to processing low-level information using sensory and perceptual information. These interventions also draw upon manipulation and repetition to generate elaborate cognitive representations and to restore deficient functions through structural and functional reorganization.

- top-down strategies, which target the potential impact of cognitive representations (top) on sensory-motor processes (down). In this context, the main goal is to develop metacognitive strategies—those involving knowledge of the patient's own functioning—and implement alternative strategies.

The development of these two approaches in children and adolescents can be seen in the literature on cognitive management of ADHD. De Noel et al. [27] proved the effectiveness of a re-education

protocol for children with inhibition disorders, consisting of a weekly bottom-up program lasting for 20 weeks. Furthermore, intervention programs developed at the Centre de Rééducation d'Approche Neuropsychologique [28] implement metacognitive management for attention disorders in young patients, with top-down ADHD compensation objectives. These two therapeutic schemes involve distinct objectives and have both advantages and disadvantages. For example, the lack of top-down automation and bottom-up transfer difficulties present hurdles to improving cognitive functioning [29]. According to Seron et al. [30], trends in the management of cognitive disorders point towards a combination of these two approaches to compensate for the limitations of each technique. Therefore, the cognitive aim is to assess the benefits of combining top-down and bottom-up strategies. In view of the above, the aim of this study is to develop a protocol combining metacognitive and rehabilitative approaches designed specifically for young patients with ADHD, using cognitive models of rehabilitation and inhibition deficit [12].

2. Methods/Design

2.1. Objectives and hypotheses

The theoretical aim of this study is to examine the relevance and validity of ADHD cognitive models in neuropsychological interventions, based on the creation and evaluation of a protocol for the neuropsychological remediation of inhibition deficit in pediatric patients with ADHD. The main hypothesis of this study is that bottom-up and top-down neuropsychological remediation specific to inhibition deficit opens the door to a targeted improvement of the inhibition process in ADHD. The experimental design chosen to test this hypothesis should be able to evaluate the effects of a combined neuropsychological intervention (bottom-up and top-down) and the specificity of this intervention. A prospective, interventional, controlled, randomized, single-blind study was established starting in 2013 (Neurosciences et Cognition, University Lyon 1, and L2C2 laboratory, Institute of Cognitive Science, CNRS, Bron, France). Included subjects have ADHD with inhibition deficit. They undergo an initial neuropsychological assessment, cognitive intervention and a post-intervention neuropsychological evaluation (at the end of the protocol and six months after the protocol). In order to evaluate the benefits of the protocol with cognitive validity, we chose to include an active cognitive control group not subject to the re-education procedure.

Figure 2: general design

2.2. Methods

This study was submitted to the ethics committee of the Hôpital Nord-Ouest in Villefranche-sur-Saône, France, in June 2013 and obtained permission from the corresponding institutional review board (CPP Lyon Est) in October 2013. It started in 2013 and is scheduled to end in 2017. The study has been registered on CNIL (French digital data declaration) and ClinicalTrials.gov.

Criteria for inclusion

The population selected for this study consists of children aged 9–13 years with normal intellectual potential (WISC 4 [31], normal VCI, or ± 1 SD) and no motor or sensory impairments. Subjects include both girls and boys, with a predominance of boys corresponding to the usual gender ratio [13]. A diagnosis of ADHD was established based on initial neuropsychological assessments and the DSM5 criteria. Each subject went to a hospital consultation prior to enrollment to rule out psychiatric disorders. Subjects may have associated and/or secondary cognitive disorders. Inclusion is carried out during neuropsychological consultations for children (hospital services, medical practices) and the study takes place in the pediatric unit of the Hôpital Nord-Ouest in Villefranche-sur-Saône, France. Patients receiving psychotropic or psychostimulant treatment are ineligible.

Table 1: inclusion criteria

age	gender	Cognitive profile	Attentional profile	Inhibition profile	Treatment	Medical background	Consent
9–13 years	M/F	- no mental disorder - cognitive disorder possible	- positive DSM5 criteria for ADHD - initial neuropsychological assessment showing ADHD	A minimum of 4 pathological results in neuropsychological subtests	No psychostimulant or psychotropic treatment	No sensory or motor disorder	Agreement of both parents and children Information letter

Outcome

Subjects undergo a neuropsychological assessment consisting of ten tests commonly used in clinical practice to analyze inhibition processes [32]. The primary outcome is the composite score achieved in the neuropsychological assessment, comparing the number of pathological subtest results before and after the intervention. The neuropsychological tests used are standardized, calibrated, and sensitive: Tower (NEPSY [33]), Auditory Attention (NEPSY [33]), Statue (NEPSY [33]), Knock and Tap (NEPSY [33]), Inhibition (NEPSY [34]), Opposite Worlds (TEA-ch [35]), Walk, Don't Walk (TEA-ch [35]), Stroop [36], Go/No Go and Incompatibility (TAP [37]) tests. Since the normalization of scores for each subtest is not the same (standard score, percentile, cumulative percentage), a point will be awarded for each score lower than two standard deviations below the norm. This score will be compared before and after the intervention. This composite score spans a set of neuropsychological tests that analyze different functions of inhibition. In order to assess the evolution of inhibition more accurately, reviewing the scores of the Go/No Go test [37] will be a secondary outcome. This test was selected for its paradigmatic value [38, 39] and its conceptual and assessment value [18]. Furthermore, tests are conducted using software to limit the experimenter effect compared with pen-and-paper tests. The BRIEF questionnaire [40] will also be used to assess behaviors related to executive functions in the home and school environments. This questionnaire contains 86 items divided into 8 clinical scales measuring various aspects: Inhibit, Shift, Emotional Control, Initiate, Working Memory, Plan/Organize, Organization of Materials, and Monitor. The parent version will be carried out and studied from two perspectives: a specific analysis of the Inhibit scale and a broader analysis of the other scales to screen for potential effect transfer. The results from pre- and post-intervention assessments are collected in the case report and are anonymized.

Table 2: Neuropsychological subtests used for the primary outcome

Subtests	Age group	Sample size	Norms	Inhibition process
Tower, NEPSY [33]	3-12 years		Standard score	Inhibition of impulsive responses
Auditory attention, NEPSY [33]	3-12 years	N=1,000	Standard score and subscores in percentiles	Inhibition of impulsive responses and interference, proactive inhibition
Statue, NEPSY [33]	3-12 years	American sample (correlation check with	Percentile	Motor inhibition and impulse control

1	Knock and Tap, NEPSY,	3-12 years	French population (N = 325))	Percentile	inhibition of automatic proactive motor response
2	[33]				
3	Inhibition, NEPSY2 [34]	5-16 years	N=1,000	Standard score	Proactive cognitive inhibition
4			American and Dutch sample	and subscores in percentiles	
5	Opposite Worlds, Tea-	6-13 years		Standard score for the	Interference inhibition and
6	ch			English-speaking sample	control
7	[35]			and cumulative percentage for the French-speaking sample (no Gaussian distribution of French-speaking sample results)	
8			Initial Australian sample NS = 293		
9			French sample N = 379		
10	Walk, Don't Walk, TEA-	6-13 years			Inhibition of automatic response
11	ch				
12	[35]				
13	Stroop test [36]	8-15 years	N=835	Mean and standard deviation (probability of a normal distribution $p < .01$)	Interference inhibition and control
14			French sample		
15	Go/No Go, TAP	9-15 years	condition 1 : N=189	Percentile values with an assigned T value	Inhibition of impulsive response in favor of a controlled response
16	[37]		condition 2 : N=324		
17			European sample (Germany, Spain, France)		
18	Incompatibility, TAP [37]	6-19 years	N=504	Percentile values with an assigned T value	Treatment of interference
19			European sample (Germany, Spain, France)		

Statistics and sample size

The XLSTAT software (XLSTAT version 19.03.43255) will be used for statistical analysis. Student's *t*-test will be used to analyse differences, with a significance threshold set lower than 5% (< 0.05). In this study, we expect significant differences:

- between the pre- and post-intervention assessments in the experimental group; and
- between the experimental group benefiting from the specific intervention on the cognitive level and the control group with non-specific intervention.

The evolution of the outcome was estimated to calculate the required number of subjects. An increase of 40% was determined for the experimental group when it was estimated at 20% for the control group (relational, placebo or interventional effect). A significance threshold of 5%, a power of 80% and a

one-sided test were selected (TGV Biosta calculation). As a result, the number of subjects required is 36 (18 in each group): the sample will therefore consist of 36 subjects. The randomization list is done by blocks of 5 subjects before inclusion (single blind study). Data obtained from pre- and post-intervention reports are collected in the observation report. The results of neuropsychological tests (table 2), which are used to calculate the primary and secondary outcomes, are then recorded in Excel files and processed using statistical software. The results of the participants stopping the study will not be processed (not in intention to process) and will be reported in the data files and examined as bias. The results are checked by the research engineer, director of the clinical research unit of the Hôpital Nord-Ouest in Villefranche. The results will be provided to participants and professionals at the end of the study through the publication of articles and oral communications in congress.

2.3. Factors studied

To evaluate the potential benefits of a remediation program based on a theoretical framework, two types of intervention protocols were developed in this study, comparing the possible effects of the experimental intervention with those of a control intervention. To evaluate the potential benefit of a protocol with a theoretical basis on cognitive strategies, we introduced an active control group that benefits from non-specific cognitive intervention. These two protocols were designed to support a short, supported and semi-intensive management format. The format included 24 individual 45-minute sessions held twice weekly, each consisting of two 20-minute activities separated by a 5-minute break. The format of this study (24 sessions) was based on existing studies: Neudecker's systematic review [10] shows interventions ranging from 8 to 20 sessions. It is worth highlighting that this session format corresponds to a research format because in clinical practice (e.g. for the rehabilitation of children with writing disorders), the sessions last for a much longer period and span several years. As a result, each subject goes to 2 consultations every week for a total of 24 sessions.

1) Control intervention

The cognitive objectives of the control intervention, consisting of 24 sessions of general and multifunctional cognitive work-out, are not specific to attention disorders, targeting various cognitive functions. 24 half-sessions lasting 20 minutes each are used to stimulate verbal abilities (8 for verbal comprehension, 8 for phonological training and 8 for lexical activation). The remaining 24 half-

1 sessions focus on visuospatial abilities (8 for spatial awareness, 8 for composition of figures and 8 for
2 spatial constructions). Rehabilitation procedures are atypical: they are a type of cognitive stimulation
3 work-out without operating processes. Supports include games, pen-and-paper tests and software.
4

5 2) *Experimental intervention*

6
7 The experimental protocol combines rehabilitation and metacognitive (bottom-up and top-down)
8 procedures. To the best of our knowledge, there are no pilot data available on a protocol combining
9 bottom-up and top-down approaches, which is the main target of this study. The rehabilitation process
10 aims to stimulate the inhibitory functions using cognitive models of the inhibition process. A sequential
11 program is developed by first activating a basic level of inhibition, with cognitive reinforcements being
12 introduced during the various stages of inhibition to compensate for the inhibition disorder using an
13 external mechanism. The protocol refers to the qualitative and quantitative aspects of inhibition:
14

- 15 - cognitive reinforcements are used to treat from low interference of the visuo-perceptual type
16 to high interference of the visuo-semantic, double, cumulative, negative, proactive and non-
17 proactive types (taken from cognitive models [41]); and
18 - the inhibition period is gradually extended during the protocol.

19
20 Based on external tools such as preattentive regulators and reinforcements, the aim is to activate and
21 reinforce the automated and/or prototypical procedures, as well as managing proactive or non-
22 proactive interference. The material is tailored to each child's age (playing cards, fun pen-and-paper
23 exercises, etc.), and deliberately inconsistent with assessment material to avoid a training effect on the
24 primary endpoint.
25

26 The limitations of this approach concern the poor transfer of day-to-day experiences, which can be
27 mitigated by combining it with a metacognitive approach.
28

29 This second approach aims to improve the subjects' understanding of their own functioning and
30 ADHD. It consists of a series of sessions where ADHD and inhibition deficits are explained and
31 identified, and patients receive guidance. It is a high-level procedure, i.e. it seeks to achieve cognitive
32 reorganization, voluntary control, and management by developing self-control functions and identifying
33 risky situations with regards to inhibition. These situations are the subject of specific tasks to facilitate
34 resistance to delays, such as managing memory lapses, assignments, and multiple instructions, as
35 well as setting up educational facilities targeting the inhibition deficit in the classroom (use of dynamic
36 mental imagery strategies) Although this approach is much better tailored to the patient's environment
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65

[29], it has its limitations, particularly a lack of procedural automation and the cognitive cost of the implementation of alternative strategies on subjects and their families. The material consists of fun exercises, is semi-automated (slideshow), includes videos and books, and draws upon external media such as pictograms.

These objectives are developed throughout the sessions in accordance with the following design:

Table 3: design of reeducation sessions

Session number	Type	Content	5 min pause	Functions	Content
1	Pen-and-paper	Traffic sign exercises (no way)		motor	Motor interference: color caper
2	Pen-and-paper	Traffic sign exercises (Directions-pedestrians)		motor	Motor interference: color caper
3	Pen-and-paper	Traffic sign exercises (pedestrians-speed)		motor	Motor interference: color caper
4	Pen-and-paper	Examiner exercises		motor	Motor inhibition: cards
5	Pen-and-paper	Examiner exercises		motor	Motor inhibition: cards
6	Pen-and-paper	Examiner exercises		motor	Motor inhibition: cards
7	Pen-and-paper	Semantic interference work		motor	Interference management: Bye bye, Lili
8	Oral	Semantic interference work		motor	Interference management: Bye bye, Lili
9	Oral	Reading inhibition work		oral	Script interference
10	Oral	Reading inhibition work		oral	Script interference
11	Oral	Naming and inhibition		multiple functions	Inhibition of distracting information
12	Oral	Naming and inhibition		multiple functions	Inhibition of distracting information

Table 4: design of metacognitive sessions

Session number	Content
1	Child session: definition of ADHD What is ADHD? (slide show, pause, book)
2	Child session: identifying and recognising ADHD (comic strip, video, pause, situational images, attention thermometer)
3	Session 1 with child and parents: definition of ADHD and functional impact (ADHD slide show, teaching arrangements and day-to-day objectives)
4	Child session: Recognising ADHD (continued) and identification of problematic situations due to ADHD: day-to-day life, pause, creation of a comic strip
5	Child session: external tools and strategies Stop and Go, mental image 1 (listen-and-draw exercise, pause and metacognition)
6	Child session: external tools and strategies Mental image 2 (exercise: Jean and Camille, Paul's trip, pause, reliving the day)
7	Child session: external tools and strategies Mental image 3 (exercise: planning, Kim's game, pause, drawing with the eyes closed,

	metacognition)
8	Session 2 with parents: day-to-day life with ADHD review of objectives, effectiveness table/aid for stop application, slide show with attention hygiene
9	Child session: compensation strategies Mental image 4 (self-imaging, attention thermometer, pause, pictograms)
10	Child session: compensation strategies Mental image 5 (self-imaging, attention thermometer, pause, transfer of self-imaging)
11	Child session: compensation strategies Mental image 6 (transfer of self imaging in learning)
12	Session 3 with parents: ADHD, compensation and time management (review of assessing the effectiveness of objectives, slide show on facilitating conditions for inhibition, time management and watch)

3. Discussion and conclusion

The aim of this project is to examine rehabilitation procedures in ADHD in children. It can contribute to a better knowledge of which rehabilitation procedures should be used, improved practices and a reduction in non-priority care [42,43,44]. The characterization of operative procedures in ADHD, i.e. as stimulation, compensation or alternative strategies, or as bottom-up or top-down, could make a crucial contribution to the development of therapeutic strategies in ADHD. In addition to the theoretical aspects, this work aims to orientate therapeutic strategies in cognitive rehabilitation by determining which procedures are most beneficial. As a result, this study aims to compare an experimental group with specific cognitive procedures and an active control group that performs cognitive activities not specific to ADHD. Given the high prevalence of ADHD, this study could be of major importance if statistically and clinically significant benefits are found.

The design limitations of this study should be kept in mind. First, although the sessions are short and semi-intensive, it is unclear whether twice-weekly sessions are feasible in practice for children with ADHD who have busy schedules (longer time dedicated to homework, more rehabilitation, greater energy expenditure to compensate for memory deficits and other impairments, etc.). This study also looks at developmental coherence: the use of metacognitive strategies requires an optimal functioning of the executive functions (late-development functions), which are impaired in ADHD. One way of developing protocols could be to reinforce preserved cognitive functions, or to construct theoretical developmental models of ADHD and attentional and executive functions encompassing alternative strategies. A broader aim of this study is to raise awareness and scrutinize interventional cognitive procedures in neurodevelopmental disorders. The challenge is to address the cognitive validity of these interventions, to improve practices by going beyond general and non-specific exercises while

developing relevant, validated archetypal intervention strategies. It is also a matter of questioning "attentional training" in children who are dysfunctionally attentive but are not lacking or deficient in attentional stimulation. This study seeks to examine the cognitive validity of attitudinal rehabilitation by opening the way to a qualitatively different procedure and not a quantitative "attention" training procedure.

The strengths of this study are the clinical and theoretical design as the basis for experimentation, the many cognitive measures of inhibition and the introduction of an active control group with cognitive management. The exclusion of patients with other cognitive phenotypes of ADHD (e.g. without inhibition deficit for example) is a limitation of the study.

Further research will be necessary to evaluate this type of program in other ADHD-related cognitive disorders, as well as evaluating the benefits of this protocol in children with attention deficits due to other disorders (syndromes, epilepsy, intellectual disability, etc.). If the results show a statistically significant improvement in ADHD, the material will be edited and published for clinical use by professionals who may replicate and/or improve the material.

Abbreviations

ADHD: attention deficit hyperactivity disorder

CPP: institutional review board (comité de protection des personnes)

DSM: *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders*

CNIL: French National Commission for Information Technology and Civil Liberties

SD: standard deviation

TEA-Ch: Test of Everyday Attention for Children, Manly et al.

TAP: Test of Attentional Performance, Zimmerman et al.

VCI: verbal comprehension index in WISC4

WISC4: Wechsler Intelligence Scale for Children, fourth edition

Declarations

Acknowledgments

The authors would like to thank the Hôpital Nord-Ouest in Villefranche-sur-Saône, France, Dr. P. Rebaud and Mr. Berthonnaud for their involvement in the study.

Funding

The study is part of a doctoral thesis. Working time, data management, balance sheets, interventions and data analysis are also part of the doctoral thesis. The sponsor (Hôpital Nord-Ouest in Villefranche-sur-Saône, Berthonnaud E.) provided physical facilities, office automation and communication tools and pays for insurance from HDI-Gerling Industrie Versicherungs AG. Part of this work was financed with the Michele Maugain 2016 Award.

Availability of data

Data collection is still ongoing. The authors recognize the value of sharing data for the replication of studies. All data are recorded and anonymized in a file registered with CNIL (number: 1685438 v 0). This paper deals exclusively with the study protocol. Results will be published at a later date.

Conflicts of interest

Not applicable

Trial registration

Current Controlled Trials Clinical: Trials.gov identifier: NCT02405299, registered 31 mars 2015

Ethical approval and consent to participate

The project was presented to the ethics committee of the Hôpital Nord-Ouest in Villefranche-sur-Saône in June 2013. The protocol and consent forms were approved by the Lyon institutional review board (CPP) in October 2013 (2013-033 B). Consent is collected following an interview that provides the information from the study. This information is also written in a mandatory document whose content is defined by the public health code (article L1122-1). This document, given to the parents and the child, contains the presentation of the study, the objectives, the procedure, the modalities of participation, the possibilities of stopping the study, the expected benefits, foreseeable risks and

regulatory provisions, confidentiality and consent. Two consent forms are issued (child and parent) in two copies each.

Consent for publication

Not applicable

Authors' information

This study is part of a doctoral thesis written by C. S., a psychologist specializing in neuropsychology, following 10 years of neuropsychology practice in the Pediatrics Department. G. B. (neuropsychologist) and V. D. P. (pediatric neurologist) are joint directors of this thesis carried out at the Laboratory of the Institute of Cognitive Science in Bron and the Doctoral School of Neuroscience and Cognition of University Lyon1.

Competing interests

The authors declare that they have no competing interests

Author's contributions

C. S. is the principal author of the study in this doctoral thesis in University Lyon 1. G. B. and V. D. P. are director and co-director of this thesis. All authors read and approved the final manuscript.

References

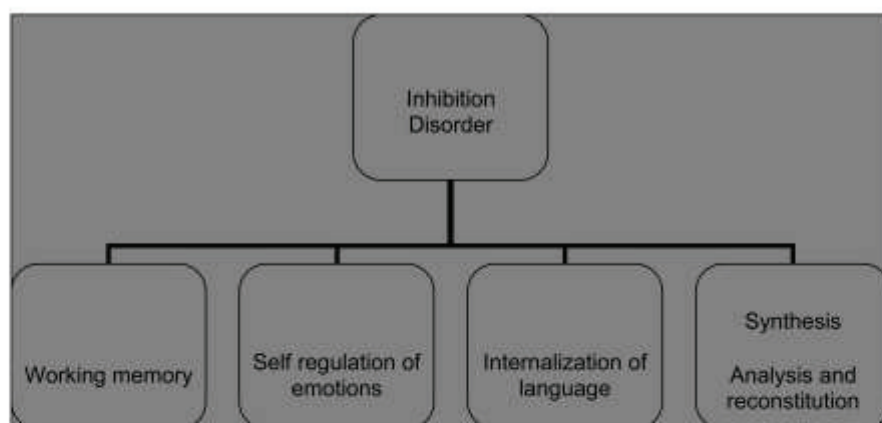
1. Emond, V., Joyal, C., & Poissant, H.. Structural and functional neuroanatomy of attention-deficit hyperactivity disorder (ADHD). *L'Encéphale*. 2009. 35(2), 107-114.
2. American Psychiatric Association. Diagnostic and statistical manual of mental disorders (DSM-5®). American Psychiatric Pub. 2013.
3. Gaucher, M., & Forget, J.. Le trouble déficit de l'attention/hyperactivité: nosographie et perspective développementale. *La nouvelle revue de l'adaptation et de la scolarisation*. 2015. (4), 17–26.
4. Catale, C., & Meulemans, T.. Diagnostic, évaluation et prise en charge du trouble déficitaire de l'attention avec/sans hyperactivité: le point de vue du neuropsychologue. *Neuropsychiatrie de l'Enfance et de l'Adolescence*. 2013. 61(3), 140–147.
5. Glozman, J. M., & Shevchenko, I. A.. Executive function in children with ADHD. *Psychology & Neuroscience*. 2014. 7(4), 453.

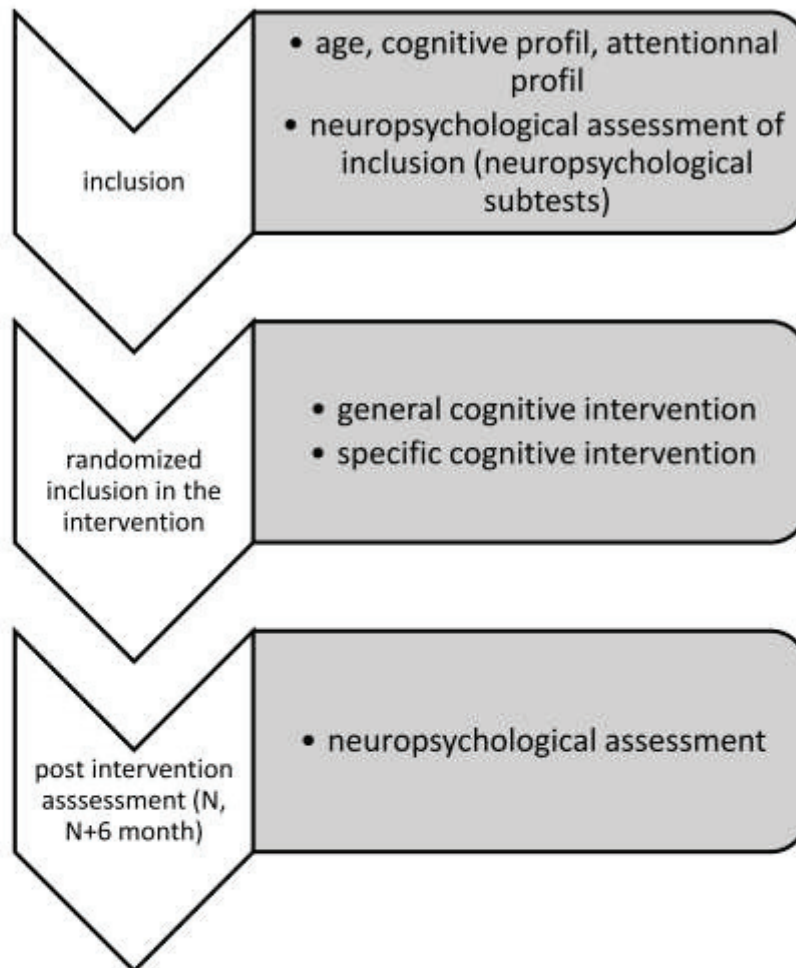
6. Sonuga-Barke, E. J., & Coghill, D.. The foundations of next generation attention-deficit/hyperactivity disorder neuropsychology: building on progress during the last 30 years. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*. 2014. 55(12).
7. Vantalou, V.. Expression phénotypique du TDAH en fonction de l'âge. *Annales Médico-psychologiques, revue psychiatrique*. 2014. Vol. 172, p. 287–292.
8. De Zeeuw, P., Aarnoudse-Moens, C., Bijlhout, J., König, C., Uiterweer, A. P., Papanikolaou, A., Inhibitory performance, response speed, intraindividual variability, and response accuracy in ADHD. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*. 2008. 47(7), 808–816.
9. Deforge, H. Prise en charge des troubles attentionnels et exécutifs chez l'enfant, la remédiation cognitive: pratiques et perspectives. *Développements*. 2011. (2), 5–20.
10. Neudecker, C., Mewes, N., Reimers, A. K., & Woll, A. Exercise Interventions in Children and Adolescents With ADHD A Systematic Review. *Journal of attention disorders*. 2015. May 11.
11. Toplak, M. E., Connors, L., Shuster, J., Knezevic, B., & Parks, S.. Review of cognitive, cognitive-behavioral, and neural-based interventions for Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder (ADHD). *Clinical Psychology Review*. 2008. 28(5), 801–823.
12. Seguin C., Roy A., Bussy G., Des Portes V.. Rééducation des fonctions exécutives chez l'enfant : l'inhibition dans le trouble déficit de l'attention avec/sans hyperactivité. *ANAE*. 2016. n°141.
13. Purper-Ouakil, D., Wohl, M., Cortese, S., Michel, G., & Mouren, M.-C.. Le trouble déficitaire de l'attention–hyperactivité (TDAH) de l'enfant et de l'adolescent. *Annales Médico-psychologiques, revue psychiatrique*. 2006. Vol. 164, p. 63–72.
14. Barkley, R. A.. Behavioral inhibition, sustained attention, and executive functions: constructing a unifying theory of ADHD. *Psychological bulletin*. 1997. 121(1), 65.
15. Sonuga-Barke, E. J.. Psychological heterogeneity in AD/HD—a dual pathway model of behaviour and cognition. *Behavioural brain research*. 2002. 130(1), 29–36.
16. Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D.. The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex « frontal lobe » tasks: A latent variable analysis. *Cognitive psychology*. 2000. 41(1), 49–100.

17. Luria, A. R., Karpov, B. A., & Yarbuss, A. L.. Disturbances of active visual perception with lesions of the frontal lobes. *Cortex*. 1966. 2(2), 202–212.
18. Diamond, A.. Executive functions. *Annual review of psychology*. 2013. 64, 135.
19. Bush, G., Frazier, J.A., Rauch, S.L., Seidman, L.J., Whalen, P.J., Jenike, M.A., Rosen, B.R. & Biederman, J. Anterior cingulate cortex dysfunction in attention-deficit/hyperactivity disorder revealed by fMRI and the Counting Stroop. *Biological Psychiatry*. 1999. 45(12), 1542-1552.
20. Dickstein, S.G., Bannon, K., Castellanos X.F., Milham, M.P. The neural correlates of attention deficit hyperactivity disorder: An ALE meta-analysis. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*. 2006. 47, 1051-1062.
21. Krain, A.L., Castellanos F.X. Brain development and ADHD. *Clinical Psychology Review*. 2007. 6, 433-444.
22. Shaw, P., Gilliam, M., Liverpool, M., Weddle, C., Malek, M., Sharp, W., Greenstein, D., Evans A., Rapoport, J., Giedd, J., Cortical development in typically developing children with symptoms of hyperactivity and impulsivity: support for a dimensional view of attention deficit hyperactivité disorder. *American Journal of Psychiatry*. 2007. 168(2). 143-151.
23. Hamilton, L.S., Levitt, J.G., O'Neill, J., Alger, J.R., Luders, E., Philipps, O.R., Caplan, R., Toga, A.W., McCracken, J., Narr, K.L. Reduced white matter integrity in attention-deficit hyperactivity disorder. *Neuroreport*. 2008. 19. 1705-1708.
24. Sonuga-Barke, E.J., Castellanos, F.X., Spontaneous attentional fluctuations in impaired states and pathological conditions: a neurobiological hypothesis. *Neurosciences and Biobehavioral Reviews*. 2007. 1, 977-986.
25. Sturm, W., Leclercq, M.. La revalidation des troubles de l'attention, in *Traité de neuropsychologie Clinique*, Tome II, ss dir Seron, X., & Van der Linden M., Ed Solal, Marseille. 2000. 63-80.
26. Atkinson, R. C., & Shiffrin, R. M.. Human memory: A proposed system and its control processes. *Psychology of learning and motivation*. 1968. 2, 89–195.
27. Noël, M.-P., Bastin, L., Schneider, J., Pottelle, D., & al.. Rééducation neuropsychologique des troubles de l'attention et de l'inhibition chez l'enfant. *Approche neuropsychologique des apprentissages chez l'enfant*. 2007. 93, 156–162.

28. Lussier, F.. Programme d'intervention pour favoriser le développement des fonctions attentionnelles et exécutives in *Actualités en rééducation neuropsychologique: études de cas*. Solal, Marseille. 2009. P, 103–118.
29. Seguin, C., Bussy, G., & Des Portes V.. Le TDAH à l'école: De la rééducation aux aménagements pédagogiques. *Revue Développement*. 2015. n°18-19.
30. Seron, X., Rossetti, Y., Vallat-Azouvi, C., Pradat-Diehl, P., & Azouvi, P.. La rééducation cognitive. *Revue neurologique*. 2008. 164, 154–163.
31. Wechsler, D.. WISC-IV, Echelle d'intelligence de Wechsler pour enfants et adolescents. 2005. 4^{ème} édition, Ed. ECPA.
32. Seguin, C., Des Portes, V., & Bussy, G.. Évaluation neuropsychologique du trouble de l'inhibition dans le TDAH: de la théorie à la clinique. *Revue de neuropsychologie*. 2016. 7(4), 291–298.
33. Korkman M., Kirk U. & Kemp S.. NEPSY, bilan neuropsychologique de l'enfant,[adaptation française 2003]. 1997. ECPA.
34. Korkman M., Kirk U. & Kemp S.. NEPSYII, bilan neuropsychologique de l'enfant [adaptation française]. 2012. ECPA.
35. Manly T., Robertson I.H., Anderson V. & Mimmo-smith I.. TEA-ch, test d'évaluation de l'attention chez l'enfant. 2004. ECPA.
36. Albaret J.M. & Migliore L.. Test d'attention sélective de Stroop. 1999. ECPA.
37. Zimmerman P. & Fimm B.. TAP, Tests d'évaluation de l'attention, version 2.3 [adaptation française Leclercq M.], 2012. psytest.
38. Verbruggen, F., Logan, G.D.. Response inhibition in the stop-signal paradigm. *Trends in cognitive sciences*. 2008. vol 12, n.11.
39. Verbruggen, F., Logan, G.D.. Automatic and controlled response inhibition: associative learning in the go/no-go and stop-signal paradigms. *Journal of Experimental Psychology: General*. 2008. vol 137, n°4.
40. Gioia, G.A., Isquith P.K., Guy S.C., Kenworthy L., BRIEF, Behavioral assessment inventory of executive functions [adaptation française, Roy A., Fournet N., Le Gall D., Roulin J.L.], 2013, Hogrefe

- 1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
41. Kenemans, J. L.. Specific proactive and generic reactive inhibition. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*. 2015. 56, 115–126.
42. Cicerone, K. D., Dahlberg, C., Malec, J. F., Langenbahn, D. M., Felicetti, T., Kneipp, S.. Evidence-based cognitive rehabilitation: updated review of the literature from 1998 through 2002. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2005. 86(8), 1681–1692.
43. Cicerone, K. D., Langenbahn, D. M., Braden, C., Malec, J. F., Kalmar, K., Fraas, M.. Evidence-based cognitive rehabilitation: updated review of the literature from 2003 through 2008. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2011. 92(4), 519–530.
44. Frazier, T. W., Youngstrom, E. A., & Hamilton, J. D.. Evidence-based assessment of attention-deficit/hyperactivity disorder: using multiple sources of information. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*. 2006. 45(5), 614–620.





Rééducation des fonctions exécutives chez l'enfant : l'inhibition dans le trouble déficit de l'attention avec/sans hyperactivité

C. SEGUIN*, **, A. ROY***, G. BUSSY****, V. DES PORTES**, *****

* Neuropsychologue-doctorante, Unité de recherche clinique, Hôpital Nord-Ouest de Villefranche-sur-Saône, France.
Email : charlotte.seguin@isc.cnrs.fr

** CNRS UMR 5304 (L2C2), Bron, France.

*** Neuropsychologue, Directeur de recherche en neuropsychologie de l'enfant, LPPL, LUNAM, EA4638, Université d'Angers, France ; Centre référent des troubles d'apprentissage, CHU de Nantes, France.

**** Neuropsychologue, CHU Nord Saint-Etienne, Service de génétique.

***** Neuropédiatre, HFME, Hospices civils de Lyon, Université Lyon-1, France.

RÉSUMÉ : Rééducation des fonctions exécutives chez l'enfant : l'inhibition dans le trouble déficit de l'attention avec/sans hyperactivité

Les troubles des fonctions exécutives et plus particulièrement des capacités d'inhibition sont habituellement considérés au centre du phénotype neuropsychologique des enfants présentant un trouble déficit de l'attention avec ou sans hyperactivité (TDA/H). Parallèlement aux progrès accomplis ces dernières décennies dans le domaine de l'évaluation des processus inhibiteurs, différents protocoles et programmes de prise en charge rééducative de leur perturbation ont été élaborés. Les méthodologies développées sont cependant très diverses et ont rarement fait l'objet d'une évaluation structurée de leur efficacité, limitant leur visibilité et leur utilisation appropriée sur le terrain auprès des enfants TDA/H par les praticiens. Cet article de synthèse a pour ambition, dans un premier temps, de proposer un état des lieux de la prise en charge rééducative des troubles cognitifs des enfants atteints de cette pathologie neurodéveloppementale, incluant une réflexion sur un certain nombre de considérations cliniques qu'il apparaît important de considérer dans ce contexte. Dans un second temps, un protocole pilote de prise en charge des troubles de l'inhibition actuellement en cours d'étude auprès d'un groupe d'enfants TDA/H d'âge scolaire est décrit, incluant l'évaluation de son efficacité à travers un paradigme expérimental précis. Les résultats préliminaires de ce travail sont brièvement présentés, ainsi que les perspectives qui s'y rattachent.

Mots clés : Neuropsychologie – Fonctions exécutives – Trouble de l'inhibition – TDAH – Enfant.

SUMMARY: Rehabilitation of executive function skills in children: the inhibition in Attention Deficit Disorder with/without hyperactivity

The executive function disorders and more particularly inhibition abilities are usually considered as a core aspect of neuropsychological phenotype of children with Attention Deficit Disorder with or without Hyperactivity (ADHD). Parallel to advances seen in recent decades in the domain of inhibitory processes assessment, several protocols and support rehabilitative programs were developed. However, the methodologies are very diverse and have rarely been the subject of a structured assessment of their effectiveness, limiting visibility and appropriate field use with children with ADHD by clinicians. This review article aims, firstly, to provide a status report of rehabilitative care for cognitive disorders in children with this neurodevelopmental disorder, including number of clinical considerations which seem important to consider in this context. Secondly, a current pilote study of rehabilitation of inhibition disorders in a sample of school-aged children with ADHD is described, including assessment of its validity through a specific experimental paradigm. Preliminary results and forecasts of this work are briefly described.

Key words: Neuropsychology – Executive functions – Inhibition disorder – ADHD – Child.

RESUMEN: Reeducación de las funciones ejecutivas en el niño: la inhibición en el trastorno por déficit de atención con/sin hiperactividad

Los trastornos de las funciones ejecutivas y, más en concreto, de las capacidades de inhibición habitualmente se consideran en el centro del fenotipo neuropsicológico de los niños que presentan un trastorno de déficit de atención con o sin hiperactividad (TDA/H). De forma paralela al

progreso conseguido durante los últimos decenios en el campo de la evaluación de los procesos inhibidores, se han elaborado diferentes protocolos y programas para el tratamiento reeducativo de su perturbación. Sin embargo, las metodologías desarrolladas son muy diversas y rara vez han sido objeto de una evaluación estructurada de su eficacia, limitando su visibilidad y su uso apropiado con los niños TDAH. Este artículo de revisión tiene como objetivo, en primer lugar, mostrar la situación del tratamiento reeducativo de los trastornos cognitivos de los niños que presentan esta patología del neurodesarrollo, incluyendo una reflexión sobre un cierto número de consideraciones clínicas que parece importante considerar en este contexto. En un segundo lugar se describe un protocolo piloto del tratamiento de los trastornos de la inhibición actualmente en fase de estudio en un grupo de niños con TDAH en edad escolar, incluyendo la evaluación de su eficacia a través de un paradigma experimental concreto. Los resultados preliminares de este trabajo se presentan brevemente, así como las perspectivas que se desprenden de ellos.

Palabras clave: Neuropsicología – Funciones ejecutivas – Trastorno de la inhibición – TDAH – Niño.

INTRODUCTION

La prise en charge neuropsychologique des troubles des fonctions exécutives chez l'enfant représente un enjeu de santé publique considérable et un défi scientifique majeur à relever dans les prochaines années. D'abord car ces processus de contrôle de haut niveau sont au centre du développement psychologique de l'enfant au sens large (Diamond, 2013), laissant augurer des risques majeurs associés à leur perturbation. Les fonctions exécutives ont en effet pour vocation de permettre progressivement à l'enfant d'adapter et de réguler son comportement, d'organiser et de guider ses actions en fonction d'un but précis (Luria, 1966 ; Stuss & Benson, 1986). Sous l'impulsion de la maturation physiologique à la fois précoce et prolongée des réseaux préfrontaux du cerveau, les fonctions exécutives offrent la possibilité à l'enfant de réaliser un compromis, et donc de faire des choix appropriés, entre les contingences internes et environnementales auxquelles il est quotidiennement confronté. Les nombreux liens désormais établis entre les fonctions exécutives et la qualité de vie, la santé mentale ou la santé physique, ainsi que le chevauchement conceptuel partiel pressenti avec divers concepts de la psychologie tels que l'attention, la cognition sociale ou l'intelligence, témoignent du rôle fondamental des aptitudes de contrôle exécutif pour approcher le comportement dans le cadre du développement typique et perturbé (voir Roy, 2015a).

La nécessité de promouvoir la prise en charge rééducative des fonctions exécutives chez l'enfant est également légitimée par la prise de conscience, tardive mais désormais bien établie, de la vulnérabilité particulièrement précoce des fonctions exécutives et des réseaux fronto-sous-corticaux du cerveau. Bien qu'il n'existe pas de critères diagnostiques établis et consensuels, les travaux empiriques conduits ces dernières années dans divers contextes cliniques ont en effet permis d'identifier des contours sémiologiques caractéristiques du syndrome dysexécutif chez l'enfant, incluant des troubles du versant cognitif et/ou socio-affectif (voir Roy, Le Gall, Roulin & Fournet, 2012). Le retentissement du dysfonctionnement exécutif dans la vie quotidienne de l'enfant, en particulier dans sa scolarité, requiert l'engagement mutuel des professionnels de la santé et de l'éducation, afin de favoriser une prise en charge globale, structurée et articulée autour des besoins réels des petits patients. La reconnaissance de ces difficultés à l'école a été encouragée ces dernières années par la mise en évidence de relations étroites entre développement des fonctions exécutives et réussite scolaire. Une meilleure connaissance du rôle des fonctions exécutives dans les apprentissages scolaires – et de l'effet de leur perturbation – reste néanmoins à favoriser dans le milieu éducatif, préalable indispensable pour faire émerger des pratiques pédagogiques réfléchies, visant à l'autonomie par la mise en place d'adaptations et d'aménagements scolaires appropriés (voir Lodenos & Alix, 2015, Roy, 2015b).

Dans ce contexte et en réponse à ces différents enjeux, plusieurs programmes de rééducation destinés à la population pédiatrique ont été développés depuis quelques années.

Peu de travaux se sont cependant attachés à évaluer leur efficacité, ce qui constitue un préalable incontournable à leur usage et à leur généralisation éventuelle sur le terrain. En effet, à l'instar de l'évaluation neuropsychologique, la rééducation ne peut se limiter à l'application de méthodes ou de techniques, si séduisantes, pragmatiques ou ludiques soient-elles, sans vérification préalable et rigoureuse de leur efficacité. Dans cet article, nous proposons de nous focaliser sur une stratégie de rééducation orientée vers les capacités d'inhibition, qui fait actuellement l'objet d'une expérimentation à travers une thèse de doctorat engagée auprès d'enfants présentant un trouble déficitaire de l'attention avec hyperactivité (TDA/H). L'inhibition et ses différentes facettes (voir par exemple Friedman & Miyake, 2004) apparaissent au centre des diverses modélisations théoriques du fonctionnement exécutif de l'enfant, que ce soit à travers le modèle interactif de Roberts et Pennington (1996), les propositions néopiagéticiennes (Pascual-Leone, 1969 ; Case, 1985), les analyses factorielles (par exemple, Lehto *et al.*, 2003), les modèles intégratifs récents (Dennis, 2006 ; Diamond, 2013), ou encore le modèle de Barkley (1997) consacré au TDA/H. Avant d'aborder le protocole de rééducation des troubles d'inhibition spécifiquement développé auprès d'un groupe d'enfants TDA/H, nous revenons sur quelques généralités relatives à la prise en charge rééducative en neuropsychologie de l'enfant, en particulier dans le TDA/H.

PRISE EN CHARGE DES TROUBLES COGNITIFS DANS LE TDA/H

Généralités sur la prise en charge rééducative en neuropsychologie

L'évaluation neuropsychologique et l'identification de profils cognitifs sont à la base de la démarche rééducative des patients cérébro-lésés (Seron, Rossetti, Vallat-Azouvi, Pradat-Diehl & Azouvi, 2008). Elles permettent notamment l'élaboration d'une ligne de base (comparaison de l'évaluation initiale et post-intervention) afin d'évaluer l'efficacité d'un programme de prise en charge (Azouvi, 2011). En effet, en s'appuyant sur les résultats du bilan, sur les dissociations éventuellement relevées et sur la typologie du trouble cognitif (par exemple, inhibition cognitivo-verbale versus inhibition motrice ; voir Noël & Docquier, 2011), un programme visant l'amélioration du déficit cognitif et/ou de ses répercussions fonctionnelles peut être déterminé. Il prend en compte le contexte de vie du patient, l'âge et le statut clinique de celui-ci, ou encore le cadre d'intervention (lésions acquises, troubles spécifiques, déficience intellectuelle, syndromes génétiques...). Les enjeux de plasticité cérébrale et de précocité de l'intervention sont également des facteurs à intégrer dans le choix d'objectifs raisonnables et argumentés lors de la prise en charge. Selon ces facteurs, la sélection d'une procédure de prise en charge est établie en fonction de trois grands axes (Sturm & Leclercq, 2000) :

1) la restauration, la récupération ou l'amélioration des fonctions déficitaires, impliquant un travail directement centré sur la/les fonction(s) cognitive(s) perturbée(s) ;

- 2) la compensation des difficultés par la mise en place de stratégies alternatives ou de contournement, mettant ainsi en jeu l'utilisation de compétences préservées préalablement identifiées ;
- 3) la substitution avec recours aux aides ou outils externes.

Chaque action de rééducation s'inscrit dans l'un de ces trois axes, ayant pour conséquence directe d'établir des objectifs précis mais limités. Par ailleurs, les actions de rééducation peuvent également se référer aux modélisations du fonctionnement cognitif et du traitement des informations. Différents niveaux de traitement des informations (sensoriels, perceptifs et cognitifs) sont ainsi pris en compte dans leurs interactions actives et opérantes. Ainsi, les techniques de rééducation peuvent considérer deux schémas principaux : le traitement ascendant, nommé *bottom up*, qui utilise les informations perceptives pour analyser l'environnement, versus le traitement descendant, ou *top down*, qui se base sur les connaissances de l'environnement et influence la perception (Deforge, 2011).

Prise en charge rééducative en neuropsychologie et TDA/H

Une recherche réalisée sur Pubmed début 2016 portant sur les 10 dernières années indique 2 087 entrées pour l'association de « training » et « ADHD » et montre un développement exponentiel des travaux sur la prise en charge dans le TDA/H. Par ailleurs, on relève dans la revue de la littérature une importante diversité des démarches d'intervention, illustrée par la multitude des termes employés : *rééducation* (De Noël *et al.*, 2007), *réhabilitation* (Manly, Hawkins, Evans, Woldt & Robertson, 2002), *remédiation et prise en charge* (Deforge, 2011), *interventions* ou « *serious game* » (Neugnot-Ceroli, Gagner & Beauchamp, 2015), *programme* (Rapport, Orban, Kofler & Friedman, 2013), *traitement* (Hodgson, Hutchinson & Denison, 2012), ou encore *entraînement* (Johnstone *et al.*, 2012). Outre les nuances de traduction, ces terminologies – en français – n'impliquent pas les mêmes objectifs. Or chez l'enfant, dans les troubles neurodéveloppementaux, on retrouve principalement les termes de rééducation et de remédiation (Deforge, 2011 ; Fournier & Seguin, 2012 ; Lussier, 2009). Le premier terme s'emploie pour désigner l'action de rétablir l'usage d'une fonction avec pour origine latine *educare* induisant la notion d'éducation, d'action directe et de traitement. Le second terme, dont l'origine en latin *remedium* renvoie quant à lui au terme guérir, s'utilise actuellement dans une conception pédagogique, dans la perspective de résoudre des troubles d'apprentissage. La remédiation vise un ensemble de procédures afin de favoriser les apprentissages de l'enfant en utilisant toutes les stratégies possibles. Si ces termes généraux orientent le type d'intervention, ils ne précisent ni la procédure, ni les objectifs, tels que la normalisation ou la compensation, mais englobent très largement toutes les stratégies possibles d'amélioration.

Conjointement à cette diversité polysémique, le contenu des prises en charge dans le TDA/H se distingue également

par une grande hétérogénéité. Les interventions peuvent viser les aspects comportementaux, cognitifs, psychocorporels, les stratégies éducatives, et utilisent des supports variant du papier-crayon aux outils informatisés (Neudecker, Mewes, Reimers & Woll, 2015). La plupart des travaux visant explicitement les fonctions cognitives dans le TDA/H (par exemple, Hodgson *et al.*, 2014 ; Neudecker *et al.*, 2015 ; Toplak, Connors, Shuster, Knezevic & Parks, 2008) présente la validité de la méthodologie avec un examen de critères internes (démarche expérimentale, paradigme utilisé, rigueur et contrôle des essais) et externes (pertinence et faisabilité clinique, bénéfices éventuels). En outre, les critères de jugement principaux diffèrent selon les études, alternant entre des mesures uniquement conçues pour l'étude, des tests utilisés en routine clinique, des questionnaires, ou encore des critères comportementaux. Il existe quelques études de cas unique, de groupes à faible effectif, ou de groupes dont la taille n'est pas déterminée statistiquement avec un calcul de puissance par exemple (Fournier & Seguin, 2012, Noël *et al.*, 2011, Seron *et al.*, 2008). À ce jour, l'évaluation de ces pratiques tend à évoluer vers les essais cliniques randomisés et contrôlés avec une méthodologie rigoureuse bien que conséquente. Cette méthodologie, bien que présentant un haut niveau de preuve (HAS, 2013), n'est pas aisée à mettre en place en routine clinique puisqu'elle nécessite une importante logistique (nombre de sujets, équipe de recherche, longue durée de l'étude...). En pratique clinique, les études expérimentales en cas uniques (SCED ou *N-of-1 trials*) peuvent constituer une option plus appropriée, permettant d'étudier l'efficacité des stratégies engagées en contrôlant un certain nombre de biais potentiels. Dans ce paradigme, chaque sujet est son propre contrôle, les mesures du critère principal de jugement sont répétées et l'introduction du traitement est randomisée (Evans *et al.*, 2014). La stabilité à long terme et les mesures différées sont encore à démontrer dans ce type de paradigme (Cortese *et al.*, 2015).

Une évolution de la méthodologie est donc observée dans la rééducation cognitive chez l'enfant porteur d'un TDA/H bien qu'elle demeure nettement hétérogène (designs expérimentaux, critères de jugement, contenus de l'intervention par exemple). Mais c'est sur le plan cognitif que les interventions dans le TDA/H restent largement à préciser : les objectifs rééducatifs (restauration, compensation, substitution) et de processus opérants (ascendant/descendant) sont rarement explicités, ne permettant pas d'établir une ligne directionnelle précise à privilégier en rééducation. Ces difficultés ont tendance, de fait, à mener les praticiens à opérer des choix interventionnels plus ou moins argumentés.

Considérations cliniques dans la pratique rééducative du TDA/H

Face à cette hétérogénéité, le type de procédure rééducative est donc rarement clairement explicité dans la pratique clinique, alors que celui-ci, primordial, devrait dépendre des postulats théoriques et des modélisations cognitives sous-jacents à la prise en charge (tel le choix d'une intervention *bottom up* ou *top down* par exemple). Ces carences

constituent probablement un frein à l'amélioration de ces pratiques et interrogent la rigueur à adopter dans ce type de rééducation. Les questions méthodologiques et conceptuelles sous-jacentes se traduisent par la nécessité de déterminer un ensemble de repères, susceptibles de fournir une structure préalable à l'intervention et une ligne directrice afin de construire un protocole de prise en charge cognitive appliquée au TDA/H. Par ailleurs, l'imprécision des critères diagnostiques du TDA/H génère des différences conséquentes dans les échantillons de patients habituellement constitués dans la littérature : peut-on par exemple évoquer un TDA/H dans le cadre d'antécédents neurologiques ? Peut-on évoquer un TDA/H sans déficit d'inhibition ? Ces éléments de contexte diagnostique sont ainsi nécessairement à prendre en compte dans les choix interventionnels, compte tenu de la grande variabilité clinique qu'ils peuvent induire.

Contexte clinique et diagnostique

Au vu de la variabilité inhérente à la définition actuelle du TDA/H et le caractère subjectif et controversé de ses critères diagnostiques, il paraît essentiel de délimiter précisément la population dite « TDA/H » étudiée. Le contexte du trouble cognitif, son phénotype et son étiologie déterminent en effet directement les objectifs de prise en charge : est-on face à un trouble neurodéveloppemental ou acquis ? Un trouble cognitif structurel, persistant, ou secondaire ? Ce cadre permettra de définir des objectifs de normalisation, d'amélioration ou de compensation, et consécutivement de qualifier si la prise en charge va viser les déficits cognitifs et/ou les répercussions fonctionnelles.

Démarche cognitive

Le bilan neuropsychologique permet d'identifier un profil cognitif conditionnant les choix rééducatifs. Selon les résultats, la prise en charge va concerner un/une ou plusieurs fonctions ou processus cognitifs. Les priorités sont établies en fonction du profil de résultats obtenus lors du bilan. Ainsi, le bilan permettra d'établir s'il s'agit d'une stimulation primaire (fonctions principalement déficitaires) ou secondaire (fonctions moins altérées) et d'indiquer si des objectifs multiples sont pertinents (faut-il par exemple dans le TDA/H, viser un ensemble systématique de fonctions attentionnelles et exécutives : flexibilité, planification, inhibition, attention sélective, mémoire de travail, attention soutenue ?). Par ailleurs, le phénotype cognitif permet d'indiquer s'il existe uniquement un intérêt à stimuler les fonctions préservées (en cas d'impossibilité à améliorer les fonctions déficitaires par exemple ou de fonctions difficiles à améliorer).

Démarche procédurale

Comme nous venons de l'évoquer, les procédures de prise en charge dans le TDA/H sont hétérogènes et ne conduisent pas à établir une procédure prototypique à utiliser dans ce cadre. En l'absence de références procédurales, la démarche clinique amène à se positionner sur les questions suivantes :

- la procédure doit-elle se centrer sur une stimulation avec répétition d'une action ? Dans ce cas, quel est l'argument neurodéveloppemental permettant d'envisager une

amélioration par répétition comparativement à un contexte de stimulation écologique ordinaire ?

- plus précisément, la procédure concerne-t-elle une stimulation de bas niveau visant une automatisation ? Dans ce cas, quels sont les outils permettant l'automatisation ? Existe-t-il des aides ou renforceurs pour faciliter cette automatisation ?

- la procédure porte-t-elle sur une action de haut niveau visant une réorganisation ? Le cas de la remédiation visant la métacognition est-il adapté à des troubles des fonctions exécutives impliquant justement des difficultés de contrôle et d'organisation ?

- la procédure va-t-elle impliquer la mise en place d'outils externes dans une dynamique palliative ? Dans ce cadre, comment établir la pertinence et la validation de ces outils externes pour chaque patient ?

- la procédure va-t-elle impliquer le transfert des acquis de l'intervention au quotidien ? Dans ce cas, quel serait le mécanisme d'appui de ce transfert ?

Spécificité développementale

Bien que cette question se pose également chez l'adulte, l'impact du développement spontané chez l'enfant devrait être plus sensible avec et sans rééducation puisque l'enfant est en pleine phase de maturation. Ce développement spontané associé à une forte variabilité interindividuelle chez l'enfant est un facteur d'évolution à prendre en compte dans l'analyse du devenir de ces jeunes patients.

Chez l'enfant, la prise en charge doit également préciser comment les parents sont impliqués dans le programme. Est-ce à des fins de transmissions d'informations (explication du bilan et implication des résultats du bilan au quotidien, conseils d'usage, références et ouvrages conseillés, associations de parents...), en tant que partenaires thérapeutiques (accompagnement au quotidien et transfert de certaines missions) voire de « cothérapeutes » (réalisation d'actions directement au quotidien) ? Concernant cette dernière possibilité, on peut d'ailleurs souligner le risque sous-jacent à placer les parents hors de leur place éducative, le rôle du psychologue étant justement de préserver la place des parents.

Par ailleurs, la dynamique développementale nécessite d'apprécier la nature des effets attendus à moyen et à long terme sur les fonctions cognitives, la symptomatologie, les apprentissages, la vie familiale, le développement émotionnel (et la personnalité), et d'évaluer s'il existe un maintien des bienfaits éventuels de la rééducation à moyen et long terme.

Ces différents points s'inscrivent ainsi dans la réflexion clinique lors de l'élaboration de la prise en charge neuropsychologique. Concernant le jeune patient porteur d'un trouble cognitif, le manque de références théoriques, d'études sur les procédures et de matériel disponible évalué peut conduire à des choix peu étayés. L'ensemble des questions cliniques et conceptuelles relatives à la pratique interventionnelle dans le TDA/H nous ont ainsi conduits à élaborer et évaluer un protocole de rééducation des troubles de l'inhibition, au cœur de la symptomatologie des enfants avec TDA/H.

ÉLABORATION D'UN PROTOCOLE DE PRISE EN CHARGE DES TROUBLES DE L'INHIBITION DANS LE TDA/H

Structure et cadre d'intervention

Le TDA/H s'inscrit dans les troubles neurodéveloppementaux, c'est-à-dire survenant au cours du développement (P90 de la CIM-10 ; TDAH DSM-V, American Psychiatric Association ; Moret & Mazeau 2013). Le cadre d'intervention est différent de celui des lésions acquises, il n'y aura donc pas de phénomène de récupération spontanée, et l'entraînement visant une récupération par répétition paraît dès lors peu pertinent. De façon analogue aux autres troubles spécifiques du développement, le TDA/H se manifeste par le caractère durable de ses perturbations (depuis au moins 6 mois selon le DSM-V) et la résistance aux prises en charge (en dehors, généralement, du traitement pharmacologique). En l'état actuel des connaissances, un objectif de normalisation des déficits cognitifs peut sembler bien ambitieux. De ce fait, il paraît cohérent d'adopter à un éventuel entraînement par stimulation cognitive des procédures alternatives et palliatives, notamment pour les répercussions fonctionnelles.

Les modèles cognitifs théoriques relatifs au TDA/H suggèrent une place centrale du dysfonctionnement exécutif et plus spécifiquement du déficit d'inhibition dans le trouble attentionnel (Barkley, 1997 ; Sonuga-Barke, 2002). Ce déficit pourrait en effet rendre compte de la symptomatologie fréquemment observée chez les enfants porteurs d'un TDA/H : ils parviennent difficilement à inhiber les informations pertinentes ou non pertinentes, et manifestent une impulsivité motrice et/ou cognitive par exemple (Bange, 2014). Théoriquement, le travail rééducatif portant sur l'inhibition est concordant avec les modélisations cognitives ; il peut s'agir d'un objectif central et primaire dans le TDA/H, sous réserve que le bilan neuropsychologique confirme bien ce déficit spécifique et principal (Seguin *et al.*, 2015). Si d'autres troubles attentionnels et exécutifs prédominants sont identifiés (flexibilité, organisation, mémoire de travail...), les objectifs cognitifs de la prise en charge pourront être modulés.

L'association d'un travail rééducatif spécifique concernant les fonctions d'inhibition et d'une prise en charge des répercussions fonctionnelles avec mise en œuvre de stratégies alternatives semble donc un choix cohérent avec le cadre d'intervention et les modélisations cognitives. Concernant spécifiquement ces fonctions exécutives et d'inhibition, il est important de noter que l'environnement habituel et quotidien de l'enfant comprend une multitude de situations d'inhibition (inhiber un bruit en classe, inhiber l'envie d'interrompre une conversation par exemple). L'objectif rééducatif ne se situe donc pas dans le fait de stimuler par répétition ou des exercices répétés l'inhibition. Pour améliorer l'inhibition, il convient d'envisager la mise en place de procédures spécifiques (Seron, 2009) s'appuyant sur les modélisations cognitives du TDA/H (Barkley, 1997 ; Sonuga-Barke, 2005). Par exemple, la mise en place de renforçateurs ou outils externes peut-être

proposée pour les troubles d'attention soutenue (O'Connell *et al.*, 2006). Concernant plus spécifiquement l'inhibition, le modèle de Miyake et Friedman (2000) isole trois types d'inhibition :

- 1) l'inhibition des réponses prédominantes (des réponses automatiques) ;
- 2) l'inhibition des informations devenues non pertinentes (lors d'un changement d'action par exemple) ;
- 3) l'inhibition des réponses non pertinentes (sans rapport avec la tâche en cours).

Par ailleurs, le modèle de Barkley (1997) considère que le déficit primaire du TDA/H réside dans le défaut d'inhibition qui comprendrait la suppression de la réponse prédominante (1), l'arrêt d'une réponse en cours (2) et le contrôle des interférences (3).

En utilisant ces deux modèles cognitifs de l'inhibition à des fins rééducatives, il convient donc de préciser au préalable quel type d'inhibition sera visé (réponses prédominantes ou non pertinentes par exemple), ainsi que le type d'interférence, la durée et les éventuels renforçateurs externes. Dans ce cadre, la démarche interventionnelle est de type rééducatif (*bottom up*) puisqu'elle vise à activer une procédure de bas niveau, automatique et/ou prototypique, à créer un effet d'interférence (proactive ou non proactive) et à augmenter l'exposition à l'effet (allongement du délai). Bien que visant une automatisation de la procédure, les limites de cette approche de bas niveau est le manque de transfert au quotidien. Selon Seron *et al.* (2008), la prise en charge des troubles cognitifs doit combiner les approches ascendantes et descendantes (bas et haut niveau), afin de cumuler les effets des deux types de procédures et de compenser leurs limites. Dans le TDA/H, l'approche de haut niveau ou *top down* est dénommée métacognitive, c'est-à-dire visant la connaissance par le sujet de son propre fonctionnement. Il s'agit de mettre en place des stratégies de contournement ou palliatives du trouble cognitif. Dans le TDA/H, ces stratégies métacognitives (Deforge, 2011 ; Fourmeret & Seguin, 2012) visent le quotidien de l'enfant et les répercussions fonctionnelles du TDA/H, conférant à ces stratégies un statut plus écologique, c'est-à-dire en lien direct avec l'environnement. Pour ce faire, les stratégies métacognitives employées sont destinées à expliquer, identifier, comprendre le fonctionnement de l'inhibition. Elles permettent d'identifier les situations à risque et les possibilités de contrôle. Considérant les répercussions du TDA/H dans les apprentissages et au quotidien, une prise en charge cognitive ne peut faire l'impasse sur ces aspects écologiques (Seguin *et al.*, 2015, [2]). Dans cette perspective, la place des parents et le lien avec le corps enseignant constituent des objectifs à intégrer dans un protocole de prise en charge neuropsychologique du TDA/H.

Dispositif expérimental mis en place

L'étude des facteurs ci-dessus a été prise en compte afin d'établir un protocole pilote et d'évaluer l'impact des prises en charge spécifiques neuropsychologiques des troubles de l'inhibition dans le TDA/H. Afin de répondre à cette question, une étude prospective, interventionnelle,

contrôlée et randomisée a été mise en œuvre. La population sélectionnée est constituée de 40 enfants âgés de 9 à 13 ans porteurs d'un TDAH avec potentiel intellectuel normal, sans atteinte motrice ni sensorielle. Les sujets ont bénéficié d'une consultation hospitalière au préalable ne retrouvant pas d'indicateur de trouble psychiatrique. Ces enfants peuvent présenter des troubles cognitifs associés et secondaires, le trouble d'inhibition restant prédominant. Les patients ont été inclus à la suite d'un bilan neuropsychologique constitué d'une évaluation de l'intelligence, et d'une dizaine d'épreuves habituellement utilisées en routine clinique pour explorer les processus d'inhibition (Seguin *et al.*, 2015).

Les enfants inclus ont été répartis en deux groupes, appariés en âge et selon le niveau de sévérité du trouble de l'inhibition :

- un groupe bénéficiant d'une rééducation cognitive générale avec des exercices papiers-crayon et informatisés. Cette rééducation est non spécifique à l'inhibition et vise la stimulation d'un ensemble de fonctions ou mécanismes cognitifs (mémoire visuo-spatiale, syntaxe, phonologie, repérage spatial...);
- un groupe bénéficiant d'une rééducation cognitive visant spécifiquement les fonctions d'inhibition avec

combinaison d'une rééducation de type *bottom up* et une remédiation de type *top down*.

Chaque enfant bénéficie de 24 séances bi-hebdomadaires de 45 mn en situation individuelle. Le critère principal de jugement est le nombre de subtests pathologiques (inférieurs à - 2 écarts-types) obtenus lors du bilan neuropsychologique avant et après le protocole. Les 10 subtests neuropsychologiques utilisés dans ce bilan ont été sélectionnés pour leur utilisation courante en clinique (cf. revue de ces outils, Seguin *et al.*, 2015). Ce bilan est réitéré 6 mois après la fin du protocole. Parmi les critères secondaires de jugement, un questionnaire comportemental des fonctions exécutives (BRIEF, Gioia *et al.*, 2000 ; Roy *et al.*, 2013) et un questionnaire de qualité de vie ont été sélectionnés.

Élaboration du protocole de rééducation spécifique

L'élaboration du protocole spécifique s'appuie donc sur une combinaison des approches de bas et haut niveau, ou rééducatives et métacognitives. Ce choix de stratégies combinées fait référence aux travaux existants sur la prise en charge neuropsychologique du TDA/H (Fournereau &

Tableau 1. Critères d'inclusion et d'exclusion.

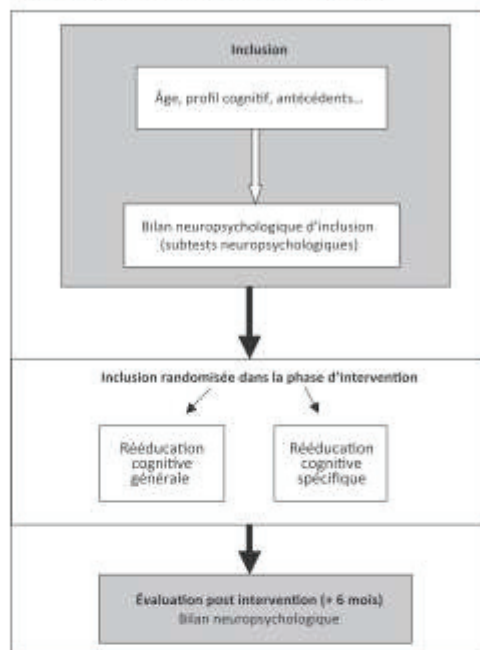
Critères	Âge	Genre	Profil Intellectuel	Antécédents	Profil attentionnel et exécutif	Critères internationaux	Stabilité du trouble de l'inhibition	Traitement en cours
Sujets inclus dans l'étude	9-13 ans	M-F	ICV du WISC4 normal	Pas de trouble moteur, sensoriel ou neuropédiatrique	Présence d'un trouble de l'inhibition identifié par un bilan neuropsychologique	Critères du DSM-4 ou 5 positifs pour le TDAH (trois présentations)	Présence au minimum de deux mesures validant un trouble de l'inhibition avant l'intervention	Pas de traitement psychotrope, ni psychostimulant en cours

Tableau 2. Subtests neuropsychologiques utilisés pour le critère principal de jugement.

Subtests	Scores utilisés	Processus d'inhibition
<i>Tour, Nepsy</i> , (Korkman <i>et al.</i> , 1997)	note standard (1 score)	inhibition des réponses impulsives
<i>Attention auditive, Nepsy</i> , (Korkman <i>et al.</i> , 1997)	note standard et sous scores en rangs percentiles (6 scores)	inhibition des réponses impulsives et interférences, inhibition pro-active
<i>Stampe, Nepsy</i> , (Korkman <i>et al.</i> , 1997)	rang percentile (1 score)	inhibition motrice et contrôle de l'impulsivité
<i>Cognat-Frapper, Nepsy</i> , (Korkman <i>et al.</i> , 1997)	rang percentile (1 score)	inhibition de la réponse motrice automatisée proactive
<i>Inhibition, Nepsy2</i> , (Korkman <i>et al.</i> , 2012)	note-standard (4 scores)	inhibition cognitive proactive
<i>Mondes contraires, Test-ch</i> , (Manly <i>et al.</i> , 2004)	note-standard pour échantillon anglophone (1 score utilisé)	inhibition et contrôle de l'interférence
<i>Marche-arrête, TEA-ch</i> , (Manly <i>et al.</i> , 2004)	note-standard pour échantillon anglophone (1 score utilisé)	inhibition de la réponse automatique
<i>Test de Stroop</i> , (Albarat <i>et al.</i> , 1999) (1)	écart-type (1 score d'interférence utilisé)	inhibition et contrôle de l'interférence
<i>Go no Go, TAP</i> , (Zimmermann <i>et al.</i> , 2012)	valeurs en percentiles avec une valeur T attribuée (8 scores utilisés)	inhibition d'une réponse impulsive au profil d'une réponse contrôlée
<i>Incompatibilité, TAP</i> , (Zimmermann <i>et al.</i> , 2012)	valeurs en percentiles avec une valeur T attribuée (3 scores utilisés)	traitement de l'interférence

Le test de Stroop a été choisi initialement sur la base des tests normés disponibles lors de l'élaboration du protocole. Cette version nous semble néanmoins extrêmement discutable compte tenu de plusieurs carences méthodologiques sérieuses et d'un problème de sensibilité clinique, avec risque élevé de faux négatifs (voir Roy, 2015a et b).

Schéma 1. Résumé du design expérimental de type ABA.



Seguin, 2012) et à la grille d'analyse des prises en charge cognitives présentée préalablement.

L'approche rééducative sélectionnée vise ainsi le trouble de l'inhibition. Elle est destinée à stimuler les fonctions déficitaires en développant des procédures cognitives facilitatrices. Un programme séquentiel est élaboré en activant en premier lieu un niveau de base de l'inhibition, puis en introduisant des renforçateurs cognitifs lors des différentes étapes de l'inhibition. Le protocole décline les aspects qualitatifs et quantitatifs de l'inhibition :

- les renforçateurs cognitifs sont utilisés pour traiter l'interférence faible de type visuo-perceptif (par exemple pour le traitement d'une interférence placée sur des panneaux du code la route) à l'interférence élevée de type visuo-sémantique, double, cumulée, négative et non prototypique (par exemple pour le traitement d'une consigne interférente demandant l'inverse de ce qui est demandé habituellement) ;
- par ailleurs, un allongement du délai d'inhibition est introduit au fur et à mesure du protocole (avec par exemple un traitement différé de l'interférence en fin d'exercice).

Il s'agit donc d'activer une procédure automatique et/ou prototypique, de créer un effet d'interférence proactive ou non proactive et d'augmenter l'effet d'interférence ou effet non prototypique. Les outils utilisés sont des régulateurs externes et des renforçateurs pré-attentionnels. Le matériel utilisé est adapté à l'âge (cartes à jouer, exercices ludiques papier-crayon...), et incongruent avec le matériel

d'évaluation (afin d'éviter un effet d'entraînement sur le critère principal de jugement). Les séances et les consignes sont fractionnées pour éviter les phénomènes de saturation attentionnelle et de décrochage (par exemple les séances de 45 mn sont fractionnées en deux activités principales de 20 mn chacune séparées par 5 mn de pause), et la modalité de lecture est évitée afin d'éviter les facteurs confondants en cas de troubles cognitifs associés.

Les limites de cette approche concernent le faible transfert des acquis au quotidien, objectif qui peut être pris en compte en proposant de manière associée l'approche méta-cognitive. Cette deuxième approche vise l'amélioration de la connaissance qu'a le patient de son propre fonctionnement et du TDA/H. Elle est constituée de séances destinées à expliquer, identifier et accompagner le TDA/H et les fonctions d'inhibition. La procédure visée est de haut niveau, c'est-à-dire qu'elle vise une réorganisation, le contrôle et la gestion volontaire, en développant les fonctions d'auto-contrôle et en repérant les situations à risque sur le plan de l'inhibition. Ces dernières font l'objet d'un travail spécifique afin de faciliter la résistance au délai, telles que la gestion des oublis, des devoirs, des consignes multiples et la mise en place d'aménagements pédagogiques en classe visant le trouble de l'inhibition. Les limites de cette approche concernent l'absence d'automatisation d'une procédure et le coût cognitif du sujet et de la famille à mettre en place les stratégies alternatives. Le matériel est ludique, semi-informatisé (diaporamas) et s'appuie sur des supports externes, tels que les pictogrammes (par exemple avec un baromètre de la concentration utilisé en début et fin de séance pour matérialiser la fluctuation attentionnelle).

Les résultats préliminaires de cette étude montrent une amélioration significative du critère principal de jugement chez les enfants ayant bénéficié de l'intervention spécifique (centrée sur l'inhibition). Le nombre de subtests neuropsychologiques pathologiques avant et après l'administration du protocole diminue de façon significative chez les patients de ce groupe. Ces résultats nécessitent d'être confirmés par l'augmentation du nombre de sujets inclus à long terme, et la validation de l'amélioration spécifique grâce à ce protocole reste soumise à l'analyse des résultats du groupe à intervention non spécifique. Les critères qualitatifs et secondaires de jugement (questionnaires par exemple) sont également à examiner afin de collecter des données sur le plan écologique. Ces premiers résultats montrent l'intérêt d'évaluer les procédures de prise en charge des troubles cognitifs afin d'améliorer les pratiques en rééducation neuropsychologique.

CONCLUSION

L'approche rééducative des fonctions exécutives et en particulier des capacités d'inhibition (sous ses différentes formes) constitue un enjeu essentiel dans le cadre de la prise en charge des troubles neuropsychologiques des enfants TDA/H. Si les traitements médicamenteux représentent une solution thérapeutique relativement efficace

dans un certain nombre de cas, l'engagement de stratégies de rééducation telle que celle présentée dans cet article est essentielle à promouvoir. Outre fournir une alternative psychologique déterminante pour le bien-être de l'enfant et son entourage, ce type de rééducation permet d'entrevoir des stratégies de compensation susceptibles d'accompagner l'enfant tout au long de son développement, y compris en phase de sevrage médicamenteux.

La nécessité de promouvoir la rééducation des capacités d'inhibition (et l'évaluation structurée de son efficacité) représente aussi un défi majeur au sens où ce trouble persiste chez une grande majorité de patients à l'âge adulte. La préoccupation de la communauté scientifique à ce sujet est d'ailleurs perceptible à travers plusieurs manifestations récentes consacrées à la question du TDAH et à son évolution à l'âge adulte (par exemple, lors du Séminaire Jean-Louis Signoret à Caen – mai 2016, et aux Journées de neurologie de langue française, Nantes – juin 2016).

S'agissant, enfin, du protocole de rééducation des troubles d'inhibition proposé ici, les résultats préliminaires sont encourageants, bien que le bénéfice spécifique et durable du protocole mérite d'être examiné plus précisément. Des perspectives de recherche complémentaires sont d'ores et déjà envisageables, afin notamment d'évaluer l'intérêt d'une prise en charge cognitive plus précoce que celle engagée auprès des enfants TDAH de cette étude (9-13 ans), ou encore l'intérêt potentiel de ce type de protocole dans les contextes pathologiques variés entraînant des troubles des fonctions exécutives (par exemple, prématurité, épilepsie...). L'objectif est également d'approfondir l'examen des procédures rééducatives en fonction du contexte des troubles cognitifs, le niveau de preuve des prises en charge cognitive chez l'enfant restant une perspective prioritaire. Cette perspective s'inscrit ainsi dans une démarche d'évaluation de l'efficacité des interventions de type Evidence Based Practice (Frazier, 2006) plus précisément dénommée *Evidence Based cognitive rehabilitation* (Cicerone et al., 2011), c'est-à-dire d'une pratique fondée sur des preuves, cliniquement pertinentes et dans une démarche partagée avec le patient.

Conflits d'intérêts

Les auteurs déclarent ne pas avoir de lien d'intérêt en rapport avec l'article.

RÉFÉRENCES

- ALBARET, J.M., MIGLIORE, L. (1999). *Stroop, test d'attention sélective de Stroop*. ECPA.
- AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION (DSM-V) (2015). *Manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux* (5^e édition). Paris : Masson.
- AZOUVI, P. (2011). Les troubles de l'attention en neuropsychologie : des modèles aux implications rééducatives. *Revue Développements*, 3, n° 9.
- BANGE, F. (2014). *TDAH, trouble déficit de l'attention/hyperactivité*. Éditions Dunod.
- BARKLEY, R.A. (1997). Behavioral inhibition, sustained attention and executive functions: constructing a unifying theory of ADHD. *Psychological Bulletin*, 121, 65-94.
- CASE, R. (1985). *Intellectual development: Birth to adulthood*. Orlando: Academic Press.
- CICERONE, K.D., LANGENBAHN, D.M., BRADEN, C., MALEC, J.F., KALMAR, K., FRAAS, M., FELICETTI, T., LAATSCH, L., HARLEY, J.P., BERGQUIST, T., AZULAY, J., CANTOR, J. & ASHMAN, T. (2011). Evidence based cognitive rehabilitation: updated review of the literature from 2003 through 2008. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 92, 519-30.
- CIM-10, (version 2008). *Classification internationale des maladies*, en ligne : <http://apps.who.int/classifications/icd10/browse/2008/fr/F90-F98>
- CORTESE, S., FERRIN, M., BRANDEIS, D., BUTTELAAR, J., DALEY, D., DITTMANN, R.W., HOTLMANN, M., SANTOSH, P., STEVENSON, J., STRINGARIS, A., ZUDDAS, A. & SONUGA-BARKE, E.J.S. (2015). Cognitive training for attention-deficit/hyperactivity disorder: Meta-Analysis of Clinical and Neuropsychological Outcomes From Randomized Controlled Trials. *Journal of American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, vol 54, n° 3.
- DENNIS, M. (2006). Prefrontal cortex: Typical and atypical development. In J. Risberg & J. Grafman (Eds.), *The frontal lobes: Development, function and pathology* (pp. 128-162). New York: Cambridge University Press.
- DE NOËL, M., BASTIN, L., SCHNEIDER, J. & POLETTE, D. (2007). Rééducation neuropsychologique des troubles de l'attention et de l'inhibition chez l'enfant. *A.N.A.E.*, 93, 156-162.
- DEFORGE, H. (2011). Prise en charge des troubles attentionnels et exécutifs chez l'enfant. La Remédiation cognitive : pratiques et perspectives. *Développements*, 8, 5-20.
- DIAMOND, A. (2013). Executive functions. *Annual Review of Psychology*, 64, 135-168.
- EVANS, J.J., GAST, D.L., PERDICES, M. & RAMOLOV, R. (2014). Single Case experimental designs: introduction to a special issue of neuropsychological rehabilitation. *Neuropsychological Rehabilitation*, 24.
- FOURNERET, P. & SEGUIN, C. (2012). Intérêts de la remédiation cognitive dans le trouble déficit d'attention avec ou sans hyperactivité (TDAH). In ss dir N. Franck, *Remédiation cognitive*. Masson.
- FRAZIER, T.W. & YOUNGSTROM, E.A. (2006). Evidence Based Assessment of Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: Using Multiple Sources of Information. *Journal American Academy Child and Adolescent Psychiatry*, 45, 5.
- FRIEDMAN, N. P. & MIYAKE, A. (2004). The relation among inhibition and interference control function: A latent variable analysis. *Journal of Experimental Psychology: General*, 133 (1), 101-135.
- GIOIA, G. A., ISQUITH, P. K., GUY, S. C. & KENWORTHY, L. (2000). *Behavior Rating Inventory of Executive Function*. Odessa, FL: Psychological Assessment Resources.
- HAS (2013). *Niveau de preuve et gradation des recommandations de bonne pratique*, en ligne : http://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/2013-06/etat_des_lieux_niveau_preuve_gradation.pdf
- HODGSON, K., HUTCHINSON, A.D. & DENSON, L. (2014). Non pharmacological Treatments for ADHD: A Meta-Analytic Review. *Journal of Attention disorders*, vol. 18 (4), 275-282.
- JOHNSTONE, S.J., ROODENRYS, S., BLACKMAN, R., JOHNSTONE, E., LOVEDAY, K., MANTZ, S. & BARRAT, M.F. (2012). Neurocognitive training for children with and without ADHD. *Attention Deficit Hyperactivity Disorder*, 4, 11-23.
- KORKMAN, M., KIRK, U. & KEMP, S. (1997). *NEPSY, bilan neuropsychologique de l'enfant* [adaptation française 2003]. ECPA.
- KORKMAN, M., KIRK, U. & KEMP, S. (2012). *NEPSY II, bilan neuropsychologique de l'enfant* [adaptation française]. ECPA.
- LIHTO, J. E., JUUJÄRVI, P., KOOISTRA, L. & PULKKINEN, L. (2003). Dimensions of executive functioning: Evidence from children. *British Journal of Developmental Psychology*, 21 (1), 59-80.

- LODENOS, V. & ALIX, E. (2015). Fonctions exécutives : quelle réalité scolaire ? *Développements*, 7 (18-19), 41-57.
- LURIA, A. R. (1966). *Higher cortical functions in man*. New York, NY: Basic Books.
- LUSSIER, J. (2009). Programme d'intervention pour favoriser le développement des fonctions attentionnelles et exécutives. In Adam, S., Allain, P., Aubin, G. & Coyette, F. (eds), *Actualités en rééducation neuropsychologique : études de cas* (pp. 103-118). Marseille : Solal.
- MANLY, T., HAWKINS, K., EVANS, J., WOLDT, K. & ROBERTSON, I.H. (2002). Rehabilitation of executive function: facilitation of effective goal management on complex tasks using periodic auditory alerts. *Neuropsychologia*, 40, 271-281.
- MANLY, T., HEUTINK, J., DAVISON, B., GAYNORD, B., GREENFIELD, E., PARR, A., RIDGEWAY, V. & ROBERTSON, I.H. (2004). An electronic knot in the handkerchief: "content free cueing" and the maintenance of attentive control. *Neuropsychological Rehabilitation*, 14, 89-116.
- MANLY, T., ROBERTSON, I.H., ANDERSON, V. & MIMMO-SMITH, I. (2004). *TEA-ch, test d'évaluation de l'attention chez l'enfant*. ECPA.
- MIYAKE, A., FRIEDMAN, N.P. & EMERSON, M.J. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contribution to complex "frontal lobe" tasks: a latent variable analysis. *Cogn. Psychol.*, 41, 49-100.
- MORET, A. & MAZEAU, M. (2013). *Le syndrome dyséxécutif chez l'enfant et l'adolescent, répercussions scolaires et comportementales*. Masson.
- NEUDECKER, C., MEWES, N., REIMERS, A.K. & WOLL, A. (2015). Exercise Interventions in Children and Adolescents with ADHD: A Systematic Review. *Journal of Attention Disorder*, vol.11.
- NEUGNOT-CERIOLI, M., GAGNER, C. & BEAUCHAMP, M. (2015). The use of Games in pediatric cognitive intervention: a systematic review. *International Journal of Physical Medicine et Rehabilitation*, vol.3, n°4.
- NOËL, M.P. & DOCQUIER, J. (2011). L'inhibition cognitive-verbale et l'inhibition motrice : une distinction nécessaire ? Approche par une intervention neuropsychologique. *A.N.A.E.*, n° 114.
- O'CONNELL, R.G., BELLGROVE, M.A., DOCKREE, P.M. & ROBERTSON, I.H. (2006). Cognitive remediation in ADHD: effects of periodic non contingent alerts on sustained attention to response. *Neuropsychological Rehabilitation*, 16, 653-65.
- PASCUAL-LEONE, J. (1969). *Cognitive style and cognitive development: A general psychological integration*. Thèse de doctorat non publiée, Université de Genève, Genève, Suisse.
- RAPPORT, M.D., ORBAN, S.A., KOFLER, M.J. & FRIEDMAN, L.M. (2013). Do programs designed to train working memory, other executive functions, and attention benefit children with ADHD? A meta-analytic review of cognitive, academic, and behavioral outcomes? *Clinical Psychology Review*, 33, 1237-1252.
- ROBERTS, R. J. & PENNINGTON, B. F. (1996). An interactive framework for examining prefrontal processes. *Developmental Neuropsychology*, 12 (1), 105-126.
- ROY, A. (2015a). Approche neuropsychologique des fonctions exécutives de l'enfant : état des lieux et éléments de prospective. *Revue de neuropsychologie, neurosciences cognitives et cliniques*, 7 (4), 245-256.
- ROY, A. (2015b). Les Fonctions exécutives chez l'enfant : des considérations développementales et cliniques à la réalité scolaire. *Développements*, 7 (18-19), 13-40.
- ROY, A., FOURNET, N., LE GALL, D. & ROULIN, J.-L. (2013). *Adaptation et validation en français de l'inventaire comportemental d'évaluation des fonctions exécutives (BRIEF : Behavior Rating Inventory of Executive Function)*. Paris : Hogrefe.
- ROY, A., LE GALL, D., ROULIN, J.L. & FOURNET, N. (2012). Les fonctions exécutives chez l'enfant : approche épistémologique et sémio-logie clinique. *Revue de neuropsychologie, neurosciences cognitives et cliniques*, 4 (4), 487-497.
- SEGUIN, C., DES PORTES, V. & BUSSY, G. (2015). Évaluation neuropsychologique du trouble de l'inhibition dans le TDAH: de la théorie à la clinique. *Revue de neuropsychologie, neurosciences cognitives et cliniques*, vol. 7, N° 4.
- SEGUIN, C., DES PORTES, V., BUSSY, G. (2015) (2). Le TDAH à l'école : de la rééducation aux aménagements pédagogiques. *Développements*, n° 18-19.
- SERON, X., ROSSETTI, Y., VALLAT-AZOUVI, C., PRADAT-DIEHL, P. & AZOUVI, P. (2008). La Rééducation cognitive. *Revue neurologique*, 164, 154-163.
- SONUGA-BARKE, E.J., DALEY, D., THOMPSON, M., LAVERBRADBURY, C. & WEEKS, A. (2001). Parent based therapies for pre school attention-deficit/hyperactivity disorder: a randomized controlled trial with community sample. *Journal of American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 40, 402-408.
- SONUGA-BARKE, E.J. (2002). Psychological heterogeneity in AD/HD, a dual pathway model of behaviour and cognition. *Behavioral Brain Research*, 10, 130 (1-2).
- SONUGA-BARKE, E.J. (2005). Causal Models of Attention Deficit Hyperactivity Disorder: from simple deficits to multiple developmental pathways. *Biological Psychiatry*, 57, 1231-8.
- STURM, W. & LECLERCQ, M. (2000). La revalidation des troubles de l'attention. In ss dir Seron, X. & Van der Linden, M., *Traité de neuropsychologie Clinique, Tome II* (pp. 63-80). Marseille : Solal.
- STUSS, D. T. & BENSON, D. F. (1986). *The frontal lobes*. New York: Raven Press.
- TOPLAK, M.E., CONNORS, L., SHUSTER, J., KNEZEVIC, B. & PARKS, S. (2008). Review of cognitive, cognitive-behavioral, and neural-based interventions for Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder (ADHD). *Clinical Psychology Review*, 28.
- ZIMMERMAN, P. & FIMM, B. (2012). *TAP, tests d'évaluation de l'attention, version 2.3* [adaptation française Leclercq M.], psytest.

Annexe n°10 : Article publié dans la revue Développement

Le TDAH à l'école : De la rééducation aux aménagements pédagogiques

Charlotte Seguin (1 ; 2), Gérald Bussy, PhD, (2 ; 4), Vincent des Portes, MD, PhD (2 ; 3)

(1) Neuropsychologue-Doctorante, Unité de recherche clinique, Hôpital Nord Ouest de Villefranche sur Saône, (2) CNRS UMR 5304 (L2C2), Bron (3) neuropédiatre, HFME, Hospices Civils de Lyon, Université Lyon 1, France (4) Neuropsychologue, CHU nord Saint Etienne, Service de Génétique, Contact : charlotte.seguin@isc.cnrs.fr

Résumé

Le trouble des fonctions attentionnelles (TDAH) touche 3 à 5% de la population d'âge scolaire. Les répercussions de ce trouble s'observent au quotidien, lors des apprentissages et au sein de la classe. Depuis la loi du 11 février 2005 visant notamment la mise en place d'aménagements pédagogiques en cas de troubles cognitifs, des ajustements peuvent être proposés directement en classe pour limiter les répercussions fonctionnelles de ces troubles.

Dans une étude portant sur la rééducation neuropsychologique dans le TDAH, la procédure métacognitive (ou top-down) est utilisée afin d'accompagner la mise en place de ces aménagements pédagogiques. Au sein de cette procédure, le fonctionnement attentionnel, le TDAH et ses répercussions sur les apprentissages, l'identification des situations attentionnelles à risque (devoirs, saturation attentionnelle, organisation de l'emploi du temps...) constituent des sujets abordés en séances avec les parents et leur enfant. Les premiers résultats de cette étude montrent une amélioration du fonctionnement attentionnel mesuré par des tests neuropsychologiques avant et après le protocole de rééducation, et un taux significatif de satisfaction des parents concernant notamment les aides et aménagements pédagogiques.

Mots clés : Trouble attentionnel, enfant, aménagements pédagogiques, rééducation

Abstract

The attentional disorder (ADHD) affects 3 to 5% of the school-age population. The impact of this disorder are observed daily during the learning and in the classroom. Since the law of 11 February 2005, including for the establishment of educational measures in cognitive

disorder, adaptations can be proposed directly to the classroom to limit the functional impact of these disorders.

In a study of neuropsychological rehabilitation in ADHD, metacognitive procedure (or top-down) is used to accompany the development of these educational facilities. Within this procedure, the attentional functioning, ADHD and its impact on learning, attentional identifying risk situations (homework, attentional saturation, organization of the timetable ...) are concepts discussed in sessions with parents and their child. The first results of this study indicate an improvement in attentional functioning measured by neuropsychological testing before and after the rehabilitation protocol, and a significant level of satisfaction of the parents regarding particular aid and educational facilities.

Key words : Attentional disorder, child, educational measures, rehabilitation

1. Introduction

La prévalence du trouble des fonctions attentionnelles, nommé Trouble Déficitaire de l'Attention avec ou sans Hyperactivité (TDAH), est estimée entre 3 et 5% chez l'enfant (Emond et al [1]). Trois présentations du TDAH sont identifiées par la classification internationale DSM5 [2] : inattention dominante, hyperactivité dominante et mixte. Trois pôles symptomatiques sont fréquemment décrits, caractérisés par l'inattention, l'hyperactivité et l'impulsivité (Fournier et Seguin [3]). L'identification de profils distincts conduit actuellement à évoquer la présence de différents phénotypes cognitifs dans le TDAH (Vantalon [4]). Au sein de ces profils cognitifs, on retrouve principalement un dysfonctionnement des processus d'inhibition précisé dans les modélisations cognitives (Diamond [5], Roy et al [6], Wodka et al [7]), telles que celles de Barkley [8]. Les répercussions et les dysfonctionnements attentionnels et exécutifs sous-jacents s'observent au quotidien et notamment dans le cadre scolaire. Lors des apprentissages, le trouble de l'attention peut générer par exemple des oublis, des difficultés d'organisation, un défaut de focalisation sur les tâches en cours et une rapide saturation cognitive. Ces difficultés impactent les apprentissages et le parcours scolaire (Moret & Mazeau [9]).

Concernant ces répercussions de troubles cognitifs, depuis 2005, la loi pour « l'égalité des droits et des chances, la participation et la citoyenneté des personnes handicapées » permet

notamment d'accompagner les enfants porteurs d'un trouble directement dans leur environnement [10]. Il s'agit par exemple d'assurer l'accès de tous à une scolarité ordinaire en s'adaptant aux besoins spécifiques consécutifs aux altérations d'une ou plusieurs fonctions (dont les fonctions cognitives). Dans ce cadre, des aménagements pédagogiques peuvent être mis en place en présence d'un TDAH. Par ailleurs, depuis décembre 2014, la Haute Autorité de Santé [11] recommande, dans le suivi des enfants porteurs d'un TDAH, la mise en place de mesures d'accompagnement scolaire avec des aménagements pédagogiques adaptés aux difficultés de l'enfant [12]. Ces aménagements visent à contourner le trouble attentionnel en allégeant la charge attentionnelle requise en classe. Ils peuvent donc concerner une diminution des devoirs, un fractionnement des consignes ou du travail, des pauses régulières ou un placement au premier rang en classe. La précision de ces aménagements dépend du profil cognitif, attentionnel et exécutif déterminé par le bilan neuropsychologique (Catale et Meulemans [13]).

Dans une étude, actuellement menée à l'Institut des Sciences Cognitives de Bron et à l'Hôpital de Villefranche sur Saône, l'accompagnement pour la mise en place de ces aménagements pédagogiques est inclus dans un protocole de rééducation neuropsychologique. Afin de présenter la place spécifique de cet axe de travail, les objectifs et les procédures de la rééducation neuropsychologique sont dans un premier temps exposés. Puis, l'intégration de ces aménagements pédagogiques au sein même d'une action thérapeutique sera détaillée. La présentation des premiers résultats permettra enfin de discuter des objectifs écologiques lors de la prise en charge des enfants porteurs d'un TDAH.

2. La rééducation neuropsychologique dans le TDAH

La rééducation des troubles cognitifs comporte trois axes généraux de prise en charge. Ils peuvent concerner la stimulation des fonctions cognitives déficitaires, l'optimisation des fonctions cognitives préservées, et l'utilisation d'aides externes (Sturm W. et Leclercq M. [14]). Le choix de l'axe de prise en charge est modulé en fonction du cadre d'intervention et des objectifs thérapeutiques (lésions acquises, trouble du neurodéveloppement, profil cognitif...). Il permet en outre de déterminer un protocole de prise en charge concordant avec le bilan cognitif initial et la situation du patient. Afin d'établir ce type de protocole, les modélisations cognitives sous-jacentes au trouble cognitif contribuent également à élaborer, pour chaque praticien, son programme de rééducation.

Plus précisément, deux types de procédures peuvent être identifiés en rééducation cognitive chez l'enfant (Deforge, 2011 [15]):

- la procédure rééducative, visant une stimulation d'une fonction cognitive spécifique et déficitaire. Il s'agit d'un entraînement de bas niveau dont l'objectif est d'automatiser une procédure en utilisant des stratégies telles que la séquentialisation, les aides externes, les effets cognitifs (comme l'amorçage par exemple),
- la procédure de remédiation cognitive, quant à elle destinée à améliorer la connaissance du patient sur son propre fonctionnement et à entraîner ses compétences de contrôle et de gestion en utilisant des stratégies alternatives.

La première procédure de type Bottom up, ou ascendante, se réfère à un effet de restauration des fonctions cognitives, alors que la seconde de type top down, ou descendante, postule une réorganisation fonctionnelle.

Ces deux procédures présentent chacune avantages et inconvénients : la procédure bottom up ne permet pas par exemple de transférer des acquis de la prise en charge de façon globale, alors que la seconde n'induirait pas d'automatisation au quotidien. Seron & al. [16] postule que « l'avenir est de combiner différentes approches thérapeutiques utilisant des stratégies différentes ascendantes et descendantes ».

Actuellement, la revue de la littérature montre une certaine émergence des travaux liés à la prise en charge dans le TDAH. Une recherche effectuée sur Pubmed en juin 2015, portant sur les cinq dernières années et ciblant « attention deficit disorder with hyperactivité » (en mots du titre ou résumé) associés à « remediation ou training ou rehabilitation » chez l'enfant, retrouve 173 articles. Parmi ces publications, une grande diversité -voire une grande hétérogénéité- des approches est constatée. Ainsi, une récente revue de la littérature (Neudecker et al. [17]) étudiant 21 articles relève d'importantes différences de mesures attentionnelles (tests, questionnaires, mesures physiologiques...), d'objectifs thérapeutiques (fonctions attentionnelles, exécutives, mesures motrices, mesures physiologiques, symptômes du TDAH) et d'outils thérapeutiques mis en place (exercices cognitifs peu précisés, méthodes psychocorporelles, jeux informatisés...). On retrouve principalement dans cette revue un format court et intensif de la prise en charge, variant de 2 à 3 séances hebdomadaires, de 20 à 90mn par séance, et de 6 à 20 semaines.

Au sein de cette littérature, différentes études se focalisent sur les fonctions cognitives en explicitant la procédure visée et/ou l'objectif cognitif. Parmi celles-ci, les travaux de Klingberg et al. [18] de type Bottom up visent un entraînement intensif de la mémoire de

travail à l'aide d'un outil informatisé. Les travaux de O'Connel et al. [19] ciblent de leur côté les fonctions d'attention soutenue avec introduction au cours de la tâche des alertes (signal auditif non informatif). Quant aux procédures Top-down, elles sont fréquemment illustrées par le programme du Centre de rééducation d'approche neuropsychologique (Lussier et al [20]) utilisant les métaphores des fonctions exécutives pour favoriser la prise de conscience du TDAH et l'autocontrôle.

Ainsi, en routine clinique, le neuropsychologue se positionne sur des choix d'objectifs, de procédures et de modélisations afin de proposer aux patients porteurs d'un TDAH un programme ajusté à leur trouble et leurs besoins spécifiques. En s'appuyant sur les modèles cognitifs et rééducatifs, un programme de prise en charge combinant approches Bottom up et Top Down a été élaboré dans notre recherche afin de proposer aux patients un protocole pilote dans le TDAH. Les objectifs sont spécifiques et basés sur l'association d'une procédure rééducative visant le trouble de l'inhibition considéré comme central dans le TDAH, et d'une procédure métacognitive visant une amélioration de la connaissance par le patient de son propre fonctionnement. Cette deuxième procédure s'inscrit dans une approche écologique permettant de faire le lien entre la rééducation et le quotidien de l'enfant. Contribuant ainsi à accompagner le jeune patient au quotidien en utilisant la métacognition, la présentation de l'élaboration de ce protocole dans la partie suivante va conduire à détailler le lien entre rééducation neurocognitive et aménagements pédagogiques.

3. Inclusion de l'approche métacognitive dans un protocole de rééducation neuropsychologique dans le TDAH

L'étude actuellement menée au sein de notre service concerne donc la combinaison des procédures ascendante et descendante afin d'établir un protocole de rééducation neuropsychologique. Le protocole se réfère à un paradigme expérimental de type ABA (évaluation pré-intervention, protocole de prise en charge, évaluation post-intervention (juste après l'intervention et à + 6 mois). Il s'agit d'une étude prospective et contrôlée : le groupe expérimental bénéficie du protocole combiné et le groupe contrôle d'un protocole cognitif général (30 sujets prévus au sein de chaque groupe). Les sujets inclus dans cette étude sont âgés de 9 à 13 ans et sont appariés en âge, sexe et niveau de sévérité de leur trouble attentionnel. Ils présentent un potentiel intellectuel normal (mesuré par l'Indice de

compréhension verbale du WISC4 [21]), ne bénéficient pas d'un traitement médical pour le TDAH, et ont des critères positifs au DSM4 ou 5 pour le TDAH.

La partie métacognitive du protocole comprend 12 séances, dont l'objectif est d'améliorer la connaissance du patient de son propre fonctionnement et à développer des stratégies d'autocontrôle. La moitié des séances est destinée à expliquer, identifier, comprendre le fonctionnement de l'attention, de l'inhibition, du TDAH ; elles sont réalisées avec les parents et l'enfant ou l'enfant seul. Le sommeil, les aspects anxieux, l'organisation du temps de travail, la gestion des écrans sont également abordés. Les situations à risque avec un TDAH sont par ailleurs identifiées, permettant de les repérer et de les anticiper. Pour activer ce repérage et cette anticipation, les parents et l'enfant sont invités à sélectionner une mission à effectuer au quotidien. Ces missions écologiques, choisies par les parents, permettent par exemple de travailler sur les oublis des affaires scolaires, la préparation du cartable ou des difficultés de gestion des consignes. L'aide à la réalisation de cette mission s'inscrit dans un travail séquentiel des actions à effectuer avec un tableau détaillant les étapes à réaliser. Dans la continuité de ces objectifs, l'accompagnement du travail scolaire et des aménagements pédagogiques en classe est réalisé en prenant appui sur une check-list des possibles mesures d'aide de contournement de la charge attentionnelle en classe (liste réalisée en partenariat avec une enseignante). Sur le plan de l'inhibition par exemple, la diminution des stimulations et distracteurs est largement conseillée. Ces mesures font d'ailleurs l'objet d'un document à destination des enseignants. Plus globalement, il s'agit d'élargir l'application d'un seul conseil pratique au sens général des mesures pédagogiques, favorisant la réutilisation de celles-ci au quotidien. Il s'agit également d'aborder la question de la limitation des ressources attentionnelles, induisant adaptation et ajustement des exigences pédagogiques et de la quantité de travail. Concernant l'inhibition, la stratégie principale est de déterminer les aides séquentielles de traitement des consignes afin de faciliter la résistance au délai et aux interférences. Enfin, l'utilisation de pictogrammes de gestion attentionnelle en classe et à la maison est proposé afin de faciliter la compréhension du fonctionnement attentionnel et des risques liés au TDAH.

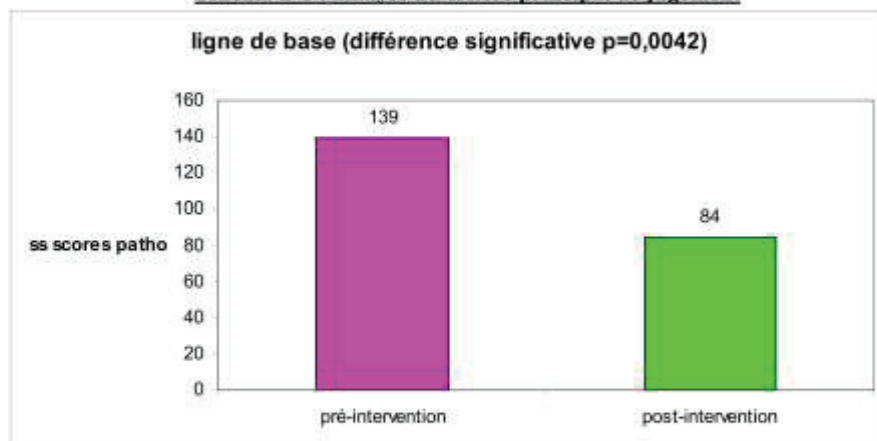
La mise en place de ces différentes mesures intégrées dans notre procédure métacognitive a donc pour objectif d'améliorer la compréhension du patient, de son entourage et de l'école du TDAH. Elles visent par conséquent le contournement et la compensation des difficultés attentionnelles à l'aide de mesures pédagogiques et de facilitateurs attentionnels dans un cadre d'apprentissage et de scolarité, tout en s'inscrivant dans le champ de la loi 2005 pour l'égalité

des chances. Afin d'examiner les effets de la mise en place de ce type d'accompagnement, les premiers résultats de cette recherche sont présentés ci-après.

4. Résultats

Dans cette étude, afin d'apprécier les effets de ce type de protocole, les résultats aux tests neuropsychologiques ont été sélectionnés comme critère principal de jugement. Une dizaine de tests neuropsychologiques mettant en œuvre les capacités attentionnelles et d'inhibition ont été utilisés (subtests de la NEPSY 1 [22] et 2[23], subtests de la TEA-ch[24], subtests de la TAP[25], Test de Stroop[26]). Il s'agit de comparer l'ensemble des résultats obtenus aux différents subtests avant et après le protocole (nombre de subtests présentant un résultat inférieur au niveau attendu avant/après). Un post-test réalisé 6 mois après la fin du protocole est également prévu. Afin d'estimer des effets qualitatifs, un questionnaire ciblant les répercussions en classe et au quotidien a été conçu. Il comprend une quinzaine de propositions telles que « je trouve que mon enfant a pris conscience de ses difficultés (d'accord/pas vraiment d'accord/pas du tout d'accord) » ou encore « je trouve que les répercussions des difficultés d'attention à la maison ont diminuées », ainsi qu'un espace de commentaires libres. Les résultats disponibles en milieu d'étude sont donc de deux types : quantitatif (critère principal de jugement) et qualitatif (questionnaire).

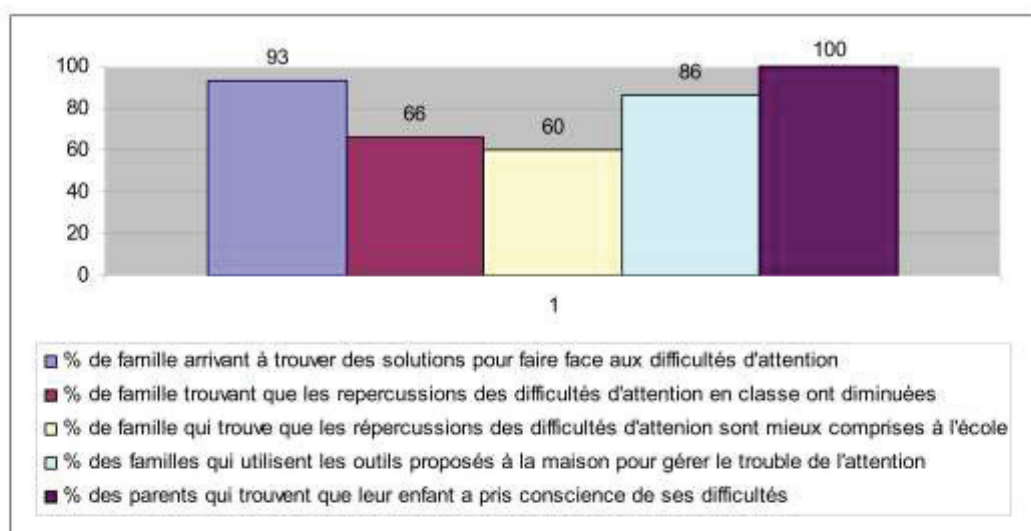
Schéma n°1 : analyse du critère principal de jugement



Le schéma n°1 présente les premiers résultats et montre une évolution du critère principal de jugement : le nombre de subtests présentant des résultats inférieurs au niveau attendu pour l'âge avant le protocole a diminué de façon significative comparativement au nombre de subtests avec résultats pathologiques après le protocole (test T pour variable indépendante, $p=0,0042$). Ces résultats encouragent à poursuivre l'étude afin d'accéder à une confirmation statistique avec un effectif plus conséquent. Ils nécessitent par ailleurs d'être comparés à ceux obtenus par le groupe contrôle (en cours). La stabilité de ces résultats sera également à évaluer 6 mois après la fin de l'intervention.

Le second schéma fait apparaître une sélection de certains items du questionnaire qualitatif proposé à l'issu du protocole. Ces items concernent les aspects écologiques de la vie de l'enfant (vie à la maison, répercussions scolaires, réalisation des devoirs par exemple) et la compréhension de leur fonctionnement attentionnel. Suite au protocole, 93% des familles « arrivent à trouver des solutions pour faire face aux difficultés d'attention », et 66% des familles « trouvent que les répercussions des difficultés d'attention en classe ont diminué ». Sur le plan métacognitif, 100% des parents estiment que leur enfant a pris conscience de ses difficultés. Ces questions explicitement centrées sur le quotidien et les apprentissages de l'enfant permettent d'enrichir le critère principal de jugement et d'obtenir l'appréciation des parents sur l'évolution de leur enfant. Suite aux 24 séances de prise en charge, on observe donc une amélioration de la compréhension des troubles de l'attention et des possibilités de gestion de celui-ci.

Schéma n°2 : réponses obtenues à certains items du questionnaire qualitatif



5. Conclusion

Nécessitant d'être statistiquement confirmés, ces premiers résultats montrent l'intérêt de poursuivre ce travail d'élaboration de protocole de prise en charge neurocognitive chez l'enfant présentant un TDAH. Pour réaliser ce travail, les modélisations cognitives dans le TDAH chez l'enfant et les procédures rééducatives à proposer en neuropsychologie ont permis de concevoir ce protocole pilote dans une perspective d'évaluation des pratiques. Ainsi, l'approche métacognitive a été sélectionnée afin d'accompagner les enfants et les familles comme aide à la gestion du trouble attentionnel. Des actions spécifiques ont été mises en place au quotidien et lors des apprentissages, favorisant la relation entre prise en charge et école ainsi que la généralisation du travail réalisé en séances vers les milieux de vie de l'enfant. Au sein de cette étude, l'un des objectifs principaux a été de travailler sur le sens des mesures pédagogiques et l'adaptation générale (quotidien et école) pour limiter les repercussions du trouble attentionnel dans le cadre de l'application de la loi 2005, des recommandations de l'HAS, et plus globalement dans une perspective de scolarité inclusive. Par ailleurs, et afin de faciliter l'utilisation des données de cette recherche, le protocole, la ligne de base et les outils ont été conçus dans le but d'être reproductibles en routine clinique. Enfin, cette étude met en exergue l'intérêt d'accompagner les familles suite de la phase diagnostique du TDAH, à l'aide d'une procédure thérapeutique permettant la compréhension des difficultés de leur enfant, la gestion des situations à risque -notamment au niveau des apprentissages-, et l'aide à la mise en place de mesures pédagogiques. L'importance de se

référer à des modèles cognitifs et des procédures de rééducation est également soulignée en situation clinique de rééducation cognitive.

6. Références

1. Emond, V., Joyal, C., & Poissant, H., (2009), Neuroanatomie structurelle et fonctionnelle du trouble déficitaire d'attention avec ou sans hyperactivité (TDAH), *L'encéphale*, 35(2), 107-114
2. American Psychiatric Association (DSM IV), (1996), *Manuel Diagnostique et statistique des troubles mentaux* (4^{ème} édition). Paris : Masson
3. Fournieret, P. & Seguin, C., (2012), Intérêts de la remédiation cognitive dans le trouble déficitaire de l'attention avec ou sans hyperactivité, in *Franck N., Remédiation cognitive*, Ed. Masson
4. Vantalou, V., (2014), Expression phénotypique du TDAH en fonction de l'âge, *Annales medico-psychologiques, Revue Psychiatrique*, vol 172, n°4
5. Diamond, A., (2013), Executive functions, *Annual Review of Psychology*, 64, 135-168
6. Roy, A., Le Gall, D., Roulin, J.L. & Fournet, N., (2012), Les fonctions exécutives chez l'enfant : approche épistémologique et sémiologie clinique, *Revue de neuropsychologie*, 4 (4), 287-971.
7. Wodka, E.L., Mahone, E.M., Blankner, J.G., Gidley Larson, J.C., Fotedar, S., Denckla, M.B., Mostofsky, S.H., (2007), Evidence that response inhibition is a primary deficit in ADHD, *Journal of clinical and experimental neuropsychology*, 29 (4), 345-356
8. Barkley, R.A., (1997), Behavioral inhibition, sustained attention and executive functions : constructing a unifying theory of ADHD. *Psychological Bulletin*, 121, 65-94.
9. Moret, A. Mazeau, M., (2013), *Le syndrome dys-exécutif chez l'enfant et l'adolescent, répercussions scolaires et comportementales*, ed. Elsevier Masson
10. Loi n°2005-102 du 11 février 2005 pour l'égalité des droits et des chances, la participation et la citoyenneté des personnes handicapées
11. Rapport de la Haute Autorité de Santé, Recommandations de bonnes pratiques, décembre 2014, *Conduite à tenir en médecine de premier recours devant un enfant ou un adolescent susceptible d'avoir un trouble déficit de l'attention avec ou sans hyperactivité*
12. Philip, C., (2014), Analyse des recommandations de la HAS pour le TDA/H, dont les stratégies en milieu scolaire, *La nouvelle revue de l'adaptation et de la scolarisation*, n°68-4

13. Catale, C., Meulemans, T., (2013), Diagnostic, évaluation et prise en charge du trouble déficitaire de l'attention avec/sans hyperactivité: le point de vue du neuropsychologue, *Neuropsychiatrie de l'enfance et de l'adolescence*, 61, 140-147.
14. Sturm, W., Leclercq, M., (2000), *La revalidation des troubles de l'attention*, in *Traité de neuropsychologie clinique*, Tome 2, ss la direction de Seron X., et al, Ed. Solal
15. Deforge, H., (2011), Prise en charge des troubles attentionnels et exécutifs chez l'enfant, la remédiation cognitive : pratiques et perspectives, *Développements*, n°8
16. Seron, X., Rosserri, Y., Vallat-Azouvi, C., Pradat-Diehl, P., Azouvi, P., (2008), La rééducation cognitive, *Revue Neurologique*, 164, 154-163
17. Neudecker, C., Mewes, N., Reimers, A. & Woll, A., (2015), Exercise interventions in Children and Adolescents with ADHD : A systematic review, *Journal of Attention Disorder*, 11,
18. Klingberg, T., Forstberg, H. & Westberg, H., (2002), Training of working memory in Children with ADHD, *Journal Of Clinical and Experimental Neuropsychology*, vol24, n°6
19. O'Connell, R.G., Bellgrove, M.A., Dockree & P.M., Robertson, I.H. (2006). Cognitive remediation in ADHD : effects of periodic non contingent alerts on sustained attention to response, *Neuropsychological Rehabilitation*, 16, 653-65.
20. Lussier, J. (2009). Programme d'intervention pour favoriser le développement des fonctions attentionnelles et exécutives. In Adam S, Allain P, Aubin G & Coyette F (eds). *Actualités en rééducation neuropsychologique : études de cas*. Solal, Marseille. P 103-118.
21. Wechsler, D., (2005), *WISC-4, Echelle d'intelligence de Wechsler pour enfants et adolescents*, 4^{ème} version, ECPA
22. Korkman, M., Kirk, U. & Kemp, S., (1997), *NEPSY, bilan neuropsychologique de l'enfant* [adaptation française 2003], ECPA
23. Korkman, M., Kirk, U. & Kemp, S., (2012), *NEPSYII, bilan neuropsychologique de l'enfant* [adaptation française], ECPA
24. Manly, T., Robertson, I.H., Anderson, V. & Mimmo-smith, L., (2004), *TEA-ch, test d'évaluation de l'attention chez l'enfant*, ECPA
25. Zimmerman, P. & Fimm, B., (2012), *TAP, Tests d'évaluation de l'attention*, version 2.3 [adaptation française Leclercq M.], psytest
26. Albarret, J.M. & Migliore, L., (1999), *Stroop, test d'attention sélective de Stroop*, ECPA

**Annexe n°11 : Article publié dans la Revue de Neuropsychologie,
Neurosciences cognitives et cliniques**

Synthèse
Rev Neuropsychol
2015 ; xx (x) : 1-8

Évaluation neuropsychologique du trouble de l'inhibition dans le TDAH : de la théorie à la clinique

Neuropsychological assessment of inhibition disorder in ADHD: From theory to practice

Charlotte Seguin^{1,2},
Vincent des Portes^{2,3}, Gérard Bussy⁴

¹ Neuropsychologue-doctorante, Unité de recherche clinique, Hôpital Nord-Ouest de Villefranche sur Saône, France

² CNRS UMR 5304 (L2C2), Bron, France
«charlotte.seguin@isc.cnrs.fr»

³ Neuropédiatre, HFME, Hospices Civils de Lyon, Université Lyon 1, France

⁴ Neuropsychologue, Service de génétique, CHU Nord Saint-Etienne, France

Pour citer cet article : Seguin C, des Portes V, Bussy G. Évaluation neuropsychologique du trouble de l'inhibition dans le TDAH : de la théorie à la clinique. Rev Neuropsychol 2015 ; xx (x) : 1-8. doi:10.1684/rev.2015.0340

Résumé

Le trouble de l'inhibition est considéré comme central dans les différents modèles cognitifs du trouble avec déficit de l'attention/hyperactivité (TDAH). Les différentes modélisations cognitives de l'inhibition, des fonctions attentionnelles et exécutives ainsi que l'augmentation du nombre de tests utilisables en clinique conduisent le neuropsychologue à se positionner sur des choix évaluatifs fiables, sensibles et raisonnables quant à la durée d'examen. Cet article propose d'examiner différents tests francophones disponibles sous l'angle cognitif, clinique et normatif et présente un arbre décisionnel d'utilisation de ces tests en fonction de l'analyse neuropsychologique.

Mots clés : inhibition • TDAH • enfant • évaluation neuropsychologique

Abstract

Impairment of inhibition is considered a key feature in different cognitive models of attention deficit disorder (ADHD). In clinical settings, the neuropsychologist has to deal with different theories of cognitive inhibition, attentional and executive functions as well as an increasing number of cognitive tests available. Therefore, choosing reliable, sensitive and reasonably long tests might be difficult. The aim of this article is to examine cognitive, clinical and normative properties of various french tests available and suggest a clinical approach for choosing relevant tests based on neuropsychological criteria.

Key words: inhibition • ADHD • child • neuropsychological assessment

■ Introduction

En neuropsychologie, les études portant sur les troubles des fonctions attentionnelles et exécutives (définies comme un ensemble d'actions de haut niveau nécessaires à la réalisation d'un but) ont initialement concerné une population adulte, notamment au travers de la description des syndromes frontaux et du cas princeps Phineas Gage au milieu du XIX^e siècle. La littérature relative aux analyses de cas a ensuite permis de montrer des dissociations intra-

attentionnelles et/ou exécutives menant à distinguer des systèmes différenciés et connectés, notions corroborées plus récemment par les données anatomo-fonctionnelles en réseau de type antéropostérieur (Collette & Salmon, 2014 [1]). Parmi ces différents composants, les processus d'inhibition, préalablement considérés comme impliquant uniquement les régions frontales, seraient également multiples, sollicitant différents mécanismes cognitifs et un réseau neuro-fonctionnel élargi (Andres, 2014 [2]). Ces processus sont définis par « la suppression de représentations ou de processus préalablement activés » [2] et comprendraient trois modalités : 1) l'inhibition des réponses prédominantes ; 2) l'inhibition des réponses non pertinentes, c'est-à-dire des distracteurs non pertinents pour la

Correspondance :
C. Seguin

tâche ; et 3) l'inhibition des réponses devenues non pertinentes pour la tâche en cours avec effet d'interférence pro-active (modèle d'inhibition de Miyake & Friedman, 2000 [3]). La distinction entre inhibition contrôlée et inhibition automatique est également utilisée en fonction du niveau de complexité des actions à effectuer [2].

Chez l'enfant, la dynamique développementale des fonctions attentionnelles et exécutives conditionne la compréhension de l'inhibition dans une pratique en neuropsychologie pédiatrique. L'émergence fonctionnelle de ces capacités dépendrait principalement de la maturation préfrontale ; ainsi, selon Diamond (2013 [4]), le développement des fonctions exécutives et d'inhibition pourrait s'observer très précocement, chez le tout petit, lors de l'inhibition des réponses prépondérantes.

L'impact des processus d'inhibition dans le développement et les apprentissages contribue actuellement à les décrire comme occupant une place significative en psychopathologie, en psychologie développementale et en neuropsychologie (Roy, Le Gall, et al, 2012 [5]).

■ Trouble avec déficit de l'attention/hyperactivité (TDAH) et processus d'inhibition

En pratique clinique, les troubles des fonctions attentionnelles et exécutives chez l'enfant sont largement représentés par le diagnostic du trouble avec déficit de l'attention avec ou sans hyperactivité (TDAH). Parmi les troubles du neurodéveloppement, le TDAH – dont la prévalence est estimée entre 3 à 5 % [6] – affecte spécifiquement les fonctions attentionnelles et exécutives [7]. Trois présentations du TDAH sont identifiées dans la classification internationale (DSM5 [8]) : la présentation combinée (inattention et hyperactivité-impulsivité), la présentation inattentive prédominante, la présentation hyperactive/impulsive prédominante. Si elle différencie trois présentations de TDAH, cette classification n'apporte, en revanche, aucune indication cognitive ou caractéristique pathognomonique sur les profils attentionnels et exécutifs sur le plan qualitatif (type de fonction déficitaire par exemple).

Afin de préciser les profils cognitifs dans le TDAH, nous disposons néanmoins du modèle de Barkley [9] qui considère que le déficit primaire du TDAH réside dans le défaut d'inhibition, notamment pour la suppression de la réponse prédominante, l'arrêt d'une réponse en cours et le contrôle des interférences. Ce modèle permet de différencier l'inhibition d'une réponse motrice (avec arrêt de la tâche) de l'inhibition d'une réponse automatisée (ou contrôle de l'interférence), mais ne concernerait que deux présentations du TDAH (forme mixte et forme hyperactivité-impulsivité dominante du DSM). Ce mécanisme d'inhibition impacterait également quatre fonctions : la mémoire de travail – lors du maintien de l'information en mémoire – l'auto-régulation des affects,

l'internalisation du langage et la synthèse (analyse et reconstitution des informations). Wodka et al. en 2007 [10], à l'aide d'outils de type Go No Go, montrent également que le trouble de l'inhibition est central dans les réponses des sujets avec TDAH comparativement aux sujets contrôles. Un modèle à deux voies dans le TDAH a également été modélisé par Sonuga-Barke en 2002 [11], en associant le dysfonctionnement exécutif (atteinte de l'inhibition de type frontal) à une atteinte motivationnelle liée à un défaut de contrôle de la réponse différée et à une préférence pour les réponses immédiates, atteinte nommée aversion au délai (de type limbique). Pour contribuer à préciser les profils d'inhibition dans le TDAH, Schachar, Logan, Robay et al. en 2007 [12] identifient également deux sous-composantes déficitaires, l'inhibition retenue (contrôle inhibiteur suspendu avec réponses retenues) et l'inhibition d'annulation (réponses annulées), significativement déficitaires dans le groupe TDAH comparé au groupe témoin. La distinction, apportée par Kipp en 2005 [13] entre les diverses modalités d'inhibition (inhibition cognitive, inhibition comportementale ou motrice et contrôle de l'interférence), vient compléter ces différentes descriptions. Nonobstant ces divers modèles, on constate qu'aucun d'eux ne synthétise ces différentes dimensions ou caractéristiques des processus d'inhibition. Selon Clément [14] en 2010, les modèles théoriques du TDAH ne conduisent pas « à relier de façon claire les désordres comportementaux, les déficits psychologiques et les dysfonctionnements neurobiologiques ».

Par ailleurs, parmi ces modélisations cognitives, les aspects développementaux et l'intensité du TDAH sont peu documentés, alors que les données cliniques et comportementales montrent par exemple chez l'enfant jeune et le sujet garçon une surreprésentation des difficultés d'inhibition motrice (versant hyperactivité-impulsivité dominant), une évolution des profils cognitifs au cours de l'enfance, ainsi qu'une persistance du trouble attentionnel chez l'enfant plus âgé (Caci [15]). Les trajectoires cognitives développementales restent ainsi à préciser afin, notamment, de compléter les modélisations en termes d'apparition, de maturation, d'atteintes spécifiques et de stratégies, au sein des fonctions d'inhibition et plus largement des fonctions attentionnelles et exécutives. De surcroît, en dehors des processus d'inhibition, les caractéristiques des troubles des autres fonctions attentionnelles et exécutives (attention soutenue, attention sélective, attention divisée ou partagée, attention endogène/exogène) sont peu précisées alors que la complexité des déficits neurocognitifs dans le TDAH (Sonuga-Barke & Coghill, 2014 [16]) et les différents phénotypes cognitifs (Vantalou, 2014 [17]) sont de plus en plus évoqués. Parallèlement, on retrouve les corollaires de ces questions théoriques en routine clinique : le TDAH affecterait-il l'ensemble des fonctions attentionnelles et exécutives ? Existerait-il des profils cognitifs distincts, des atteintes partielles et/ou différents niveaux d'intensité des déficits cognitifs ?

Ainsi, la place de l'inhibition dans les modèles du TDAH et parmi les fonctions exécutives, et la plainte clinique autour de l'inhibition [18], semblent tout à fait cohérentes avec le concept de prédominance d'un défaut d'inhibition dans le TDAH, sans toutefois prendre en compte l'ensemble des phénotypes cognitifs du TDAH, les différentes composantes de l'inhibition et leurs trajectoires développementales.

■ Évaluation clinique de l'inhibition chez l'enfant

■ Enjeux méthodologiques

L'exploration neuropsychologique des fonctions attentionnelles et exécutives chez l'adulte a initialement influencé leur évaluation en neuropsychologie de l'enfant en s'inspirant de leurs procédures d'exploration et de leurs outils. En lien avec les modélisations développementales plus récentes, l'évaluation s'appuie désormais sur des outils spécifiquement conçus pour la population pédiatrique (premiers tests de barrage possibles à l'âge de 3 ans avec la batterie NEPSY (Korkman et al., 1997 [19]). L'importance de l'inhibition dans le TDAH implique que celle-ci doit occuper une place centrale dans l'examen neuropsychologique, sans négliger pour autant l'évaluation des autres fonctions attentionnelles et exécutives.

Actuellement, les outils francophones destinés à l'examen neuropsychologique des fonctions attentionnelles et exécutives chez l'enfant sont disponibles sous différentes modalités : les épreuves dites « papier-crayon », les épreuves informatisées et les questionnaires. Considérant que toute tâche cognitive requiert un certain niveau d'attention, le choix des épreuves neuropsychologiques s'avère ainsi déterminant dans l'identification d'un trouble attentionnel et d'inhibition. Concernant les outils, Kuntis, Sonuga-Bark et al. en 2001 [20] ont montré une faible fiabilité des tests-retests des épreuves exécutives et notamment d'inhibition conduisant à une certaine prudence lors de leur utilisation. La sensibilité des tests dans un cadre développemental est également à surveiller considérant que les mêmes tâches ne peuvent pas être proposées à tout âge, ce qui occasionne ainsi des effets de palier ou de saturation à prendre en compte dans l'expertise clinique. Parallèlement, le nombre croissant de demandes d'évaluation neuropsychologique du TDAH en pédiatrie et pédopsychiatrie, la complexité des modélisations des fonctions attentionnelles et exécutives ainsi que l'augmentation du nombre de tests utilisables en clinique conduisent le neuropsychologue à se positionner sur des choix évaluatifs fiables, sensibles et raisonnables quant à la durée d'examen (Catala & Meulemans, 2013 [21]). Il convient aussi de prendre en compte la cohérence du profil neuropsychologique général, les données écologiques et la dissociation spécifique en défaveur des épreuves des fonctions attentionnelles et exécutives.

L'ensemble de ces éléments et les différents phénotypes du TDAH rendent donc cet examen neuropsychologique complexe.

■ Outils francophones d'évaluation de l'inhibition

Classiquement, différents types de tests neuropsychologiques sont utilisés lors de l'évaluation de l'inhibition : les tests de type Go No Go (Allain, Aubin & Le Gall, 2006 [22]), ainsi que ceux sollicitant indirectement l'inhibition (tels que le subtest de la Tour de la Nepsy [19] qui évalue initialement la planification mais qui peut être impacté par des réponses impulsives et non inhibées). Un panel d'outils d'évaluation neuropsychologique est synthétisé dans le tableau 1 en prenant en compte l'âge, la taille de l'échantillon, le type d'inhibition sollicité lors du test, et leur accessibilité en langue française.

Afin d'examiner l'intérêt de ces outils dans l'évaluation neuropsychologique du TDAH, les données issues de ce tableau sont discutées sous les angles théoriques et méthodologiques.

■ Modèles théoriques sous-jacents aux tests d'inhibition

■ Implications des modèles théoriques pour l'évaluation du TDAH

Dans l'ensemble de ces subtests, nous pouvons différencier en premier lieu les épreuves d'inhibition à réponse motrice (Go No Go, Incompatibilité, Marche-arrête, Cogner-frapper, Statue, Nepsy Attention Auditive, Tour) de celles à réponse verbale (Inhibition Nepsy2, Mondes contraires TEA-ch, Test de Stroop). Le statut de réponse motrice est largement représenté dans ces épreuves et recouvre un relatif continuum d'âges (épreuves de la Nepsy pour les plus jeunes jusqu'aux épreuves de la TAP pour les plus âgés). Parmi les trois épreuves à réponse verbale, il convient de vérifier pour l'une d'entre elles l'automatisation des procédures de lecture (condition nécessaire pour accéder à l'inhibition de la procédure automatique de lecture) dans le Test de Stroop. Dans un contexte de fréquente comorbidité TDAH et trouble du langage écrit [27], cette épreuve peut ainsi se révéler non contributive. L'évaluation de l'inhibition de la réponse verbale demeure donc moins représentée, et ce malgré sa prévalence symptomatique (enfant qui interrompt l'interaction de façon intempestive par exemple) ; à cet égard, il serait intéressant de disposer d'une épreuve d'évaluation de l'inhibition verbale au sein même d'une production semi-dirigée de l'enfant (en activant par exemple des réseaux sémantiques prototypiques et automatisés).

En second lieu, le type d'inhibition sollicité dans ces épreuves est examiné en se référant aux trois modalités d'inhibition du modèle de Miyake & Friedman [3] :

1) l'inhibition des réponses prédominantes (des réponses automatiques) ;

Tableau 1. Outils francophones pour l'évaluation du trouble de l'inhibition chez l'enfant

Subtest	Classe d'âges	Taille de l'échantillon	Valeurs normatives	Processus d'inhibition
<i>Tour, Nepsy</i> (Korkman et al., 1997 [19])	3-12 ans	N=1000 échantillon américain (vérification de corrélation avec population française (N=325))	Note-standard	Inhibition des réponses impulsives
<i>Attention auditive, Nepsy</i> (Korkman et al., 1997 [19])	3-12 ans		Note-standard et sous scores en rangs percentiles	Inhibition des réponses impulsives et interférences, Inhibition pro-active
<i>Statue, Nepsy</i> (Korkman et al., 1997 [19])	3-12 ans		Rang percentile	Inhibition motrice et contrôle de l'impulsivité
<i>Cogner-Frapper, Nepsy</i> (Korkman et al., 1997 [19])	3-12 ans		Rang percentile	Inhibition la réponse motrice automatisée proactive
<i>Inhibition, Nepsy2</i> (Korkman et al., 2012 [23])	5-16 ans	N=1000 échantillon américain et néerlandais	Note-standard et sous scores en rangs percentiles	Inhibition cognitive proactive
<i>Mondes contraires, Tea-ch</i> (Manly et al., 2004 [24])	6-13 ans	Échantillon initial australien, NS = 293 Échantillon français, N = 379	Note-standard pour échantillon anglophone et pourcentage cumulé pour échantillon français (pas de répartition gaussienne des résultats pour échantillon français)	Inhibition et contrôle de l'interférence
<i>Marche-arrête, TEA-ch</i> (Manly et al., 2004 [24])	6-13 ans			Inhibition de la réponse automatique
<i>Test de Stroop</i> (Albaret et al., 1999 [25])	8 à 15 ans	N = 835 Échantillon français	Moyenne et écart-type (probabilité d'une loi normale $p < 0,01$)	Inhibition et contrôle de l'interférence

Tableau 1. (Suite).

Subtest	Classe d'âges	Taille de l'échantillon	Valeurs normales	Processus d'inhibition
<i>Go No Go, TAP</i> (Zimmermann et al., 2012 [26])	9-15 ans	Condition 1 : N = 189 Condition 2 : N = 324 Échantillon européen (Allemagne, Espagne, France)	Valeurs en percentiles avec une valeur T attribuée	Inhibition d'une réponse impulsive au profit d'une réponse contrôlée
<i>Incompatibilité, TAP</i> (Zimmermann et al., 2012[26])	6-19 ans	N = 504 échantillon européen (Allemagne, Espagne, France)	Valeurs en percentiles avec une valeur T attribuée	Traitement de l'interférence

2) l'inhibition des informations devenues non pertinentes (lors d'un changement d'action ou d'une séquence d'action) ;

3) l'inhibition des réponses non pertinentes (sans rapport avec la tâche en cours).

Les objectifs et le déroulement des subtests sélectionnés permettent d'identifier une surreprésentation de l'inhibition de réponses prédominantes (I) dans les épreuves lors desquelles le sujet doit inhiber une réponse habituelle ou automatique (7 tests sur les 10 sélectionnés). Il s'agit des subtests Tour Nepsy 1 (inhibition de la réponse automatique avec impulsivité de réponse dans la manipulation des boules), Marche-Arrête (inhibition de l'avancée automatique de la marche), Go No Go (inhibition du geste automatique de réponse sur la touche), Incompatibilité (inhibition de la réponse automatique et congruente avec la place de la flèche sur l'écran), Test de Stroop (inhibition de la lecture automatique), Inhibition Nepsy 2 (inhibition de la dénomination de la direction ou de la forme habituelles), Mondes contraires (inhibition de la dénomination du chiffre). Par exemple, lors de l'épreuve de la Tour de la Nepsy, l'enfant doit reproduire un modèle sur un boulier avec un nombre prédéfini de déplacement de boules ; cette épreuve étant initialement consacrée à l'évaluation de la planification visuo-motrice. Or, la réalisation de cette épreuve peut être impactée par des réponses impulsives, comme déplacer deux boules simultanément ou déposer une boule sur la table afin de permettre d'en positionner une autre. Cet outil permet donc d'observer l'inhibition de réponses non pertinentes (déplacement erroné) prédominantes (déplacement de boules) en rapport avec la tâche (déplacement de boules).

L'inhibition des réponses devenues non pertinentes (2) est, quant à elle, observée dans les épreuves avec un schéma modulé de réponse en produisant un effet d'inhibition proactive. Il s'agit des épreuves d'attention auditive condition 2 de la Nepsy (inhibition de la réponse automatique rouge préalablement entraînée), Cogner-frapper de la Nepsy (inhibition du geste préalablement entraîné dans la première

condition), Mondes contraires du TEA-ch (inhibition du chiffre préalablement dénommé), Test de Stroop (inhibition de la lecture préalablement entraînée) et Inhibition Nepsy2 (inhibition des formes et directions préalablement dénommées). Lors de cette dernière épreuve, l'enfant dénomme dans une première condition des formes ou directions, puis leur contraire ou une réponse non automatisée (exemple : dire en haut lorsqu'on perçoit une flèche qui va en bas), et enfin une alternance de réponses correctes ou inversées selon la couleur des items. Dans cette condition, le changement de procédure occupe une place centrale nécessitant ainsi d'inhiber la réponse typique, entraînée dans la première condition, au profit de réponses interférentes ou incongruentes. Cette épreuve permet d'observer le fonctionnement du jeune patient face aux changements de réponse, situations que l'on retrouve fréquemment en classe (par exemple : modification de type de formulation de questions au sein d'une évaluation).

L'inhibition des réponses sans rapport avec la tâche (3) se révèle plus difficile à évaluer d'un point de vue quantitatif, bien qu'elle soit significativement présente cliniquement (par exemple : patient qui interrompt la passation pour faire part d'un sujet sans rapport avec la tâche en cours). Concernant cette troisième modalité du modèle de Miyake & Friedman [3], seule la tâche de la Statue de la Nepsy explore explicitement l'inhibition des réponses non pertinentes (sans rapport avec la tâche) en les comptabilisant explicitement (« ouvre les yeux », « vocalise »...). Dans les autres subtests, la notation des réponses sans rapport avec la tâche est peu présente (seul le nombre de réussites est généralement pris en compte), mais doit être renseignée par les observations cliniques.

Une diversité des types d'inhibition présents dans ces tests est donc constatée conduisant ainsi le neuropsychologue à multiplier les outils, à détailler l'ensemble des scores obtenus (exemple de l'inhibition des réponses non pertinentes/devenues non pertinentes dans l'épreuve d'inhibition Nepsy2), à croiser les données quantitatives et qualitatives afin de définir un profil d'inhibition pour

chaque patient. Préciser les profils d'inhibition dans le TDAH lors de l'évaluation clinique et dans les recherches expérimentales permettrait à l'avenir d'améliorer la définition, la compréhension et les caractéristiques du trouble de l'inhibition dans le TDAH et des modèles cognitifs sous-jacents.

Place de l'inhibition dans les critères du DSM-5

Enfin, parallèlement à l'exploration neuropsychologique, le diagnostic du TDAH se réfère aux critères du DSM-5. De façon similaire à l'analyse cognitive précédente, ces critères peuvent être également examinés sous l'angle des modélisations cognitives de l'inhibition. Pour rappel, les critères du DSM-5 isolent trois présentations de TDAH (présentation combinée, présentation inattentive prédominante, présentation hyperactive/impulsive dominante) parmi lesquelles on retrouve l'inhibition de la réponse verbale (enfant qui interrompt la discussion par exemple) et l'inhibition de la réponse motrice (enfant qui se précipite). On relève que la plupart des critères des deux versants peut être impactée par un trouble de l'inhibition tel que :

- dans le versant inattention avec le critère « h », « se laisse facilement distraire par des stimuli externes » illustrant la situation de défaut d'inhibition des informations non pertinentes ;
- dans le versant hyperactivité et impulsivité avec le critère « g », « laisse souvent échapper la réponse à une question qui n'est pas encore entièrement posée », illustrant l'inhibition retenue, le contrôle de l'interférence interne ou l'inhibition des réponses prédominantes.

On retrouve donc des items sensibles au trouble de l'inhibition dans les deux versants, rendant les types de TDAH du DSM-5 peu spécifiques au phénotype cognitif. Par ailleurs, certains critères s'avèrent paradoxaux, tels que l'item « a » (« souvent ne parvient pas à prêter attention aux détails (...) »). Les parents rapportent fréquemment que l'enfant voit justement « trop » de détails, détails non pertinents et difficiles à inhiber (soit en rapport avec la tâche, soit devenus non pertinents, soit prédominants). Dans cet item, le défaut d'inhibition peut donc impacter la qualité de focalisation attentionnelle mais ne concourt pas à la confirmation du TDAH avec le DSM-5. De ce fait, ces critères sont faiblement contributifs pour qualifier un trouble d'inhibition dans le TDAH.

Afin de compléter l'analyse cognitive, les tests neuropsychologiques d'évaluation de l'inhibition sont ensuite examinés sous l'angle méthodologique et de validation normative.

Valeurs normatives des tests d'inhibition

Échantillons de référence

L'utilisation d'outils standardisés d'évaluation implique de comparer le sujet ou le patient avec un échantillon de référence ; l'examen de cet échantillon, sa taille, son

adéquation avec le sujet, le nombre de groupes d'âge, la validation normative et statistique constituent des repères en routine clinique pour apprécier la pertinence de ces outils. Parmi ceux-ci, le premier repère concerne la taille des échantillons pour laquelle, dans les outils sélectionnés, on peut constater une variabilité significative fluctuant de moins de 200 sujets à 1000 sujets. L'utilisation d'un test se référant à un échantillon conséquent doit rester prioritaire lors du bilan neuropsychologique, alors que celle avec échantillon réduit doit être confirmée par d'autres données (autres tests, observations cliniques, données anamnestiques). Par ailleurs, en pratique francophone, la nationalité de l'échantillon de référence est également à discuter. Bien que les fonctions d'inhibition puissent être considérées comme faiblement liées à la culture, comparativement aux fonctions langagières par exemple, on remarque que la validation normative de certaines batteries d'épreuves neuropsychologiques n'est pas similaire entre les échantillons anglophone et francophone. Par exemple, la répartition gaussienne d'un échantillon permettant l'utilisation de valeurs normatives n'est pas retrouvée dans l'échantillon français de la TEA-ch, contraignant ainsi le clinicien qui utilise l'échantillon français à s'appuyer sur des pourcentages cumulés, c'est-à-dire des fréquences relatives, sans donner d'indication sur la distribution des résultats de l'échantillon. Cet élément conduit donc à relativiser l'éventuelle similarité des échantillons francophones et anglophones, et à en tenir compte dans l'analyse des résultats (cf tableau de synthèse sur échantillon, tableau 1).

Classes d'âges et effets de seuil

Comparer son sujet ou patient à un échantillon impose également en neuropsychologie pédiatrique de référencer avec précision celui-ci à une classe d'âges. D'importantes variabilités sont de plus à souligner parmi ces différentes classes d'âges, entre les batteries d'épreuves et au sein même de celles-ci. Ces classes d'âges varient de six mois (pour les notes-standard globales de la NEPSY par exemple) à 23 mois (pour les notes-standard de la TEA-ch échantillon canadien par exemple). Considérant les fortes contraintes développementales, référencer son sujet dans une classe d'âges éloignée de plus de 12 mois avec son âge réel est également à considérer dans l'analyse et l'interprétation des résultats.

Par ailleurs, l'amplitude de ces classes d'âges conduit en routine clinique à constater des effets de palier et/ou de plafond de l'étalement. Ces effets de palier statistique sont probablement maximisés par les paliers développementaux ; en effet, certaines épreuves ciblent les processus d'inhibition des enfants les plus jeunes, et d'autres la période de l'adolescence : il est ainsi inévitable de constater une insuffisance de sensibilité de certaines épreuves entre les premières et dernières classes d'âges. Alors qu'une instabilité psychomotrice est fréquemment décrite en routine clinique, l'épreuve de la Statue de la

Nepsy 1, qui évalue l'inhibition motrice et le contrôle de l'impulsivité, n'est pas étalonnée pour les enfants les plus âgés.

■ Que retenir pour la pratique clinique ?

L'analyse des outils d'évaluation de l'inhibition en neuropsychologie pédiatrique conduit ainsi à identifier un certain nombre de critères à prendre en compte lors de cet examen. D'un point de vue théorique, les tests francophones explorent différents types d'inhibition avec une prédominance nette pour l'évaluation de l'inhibition des réponses prédominantes. Néanmoins, ces outils, sollicitant différents processus d'inhibition au sein d'une même épreuve, ne permettent pas de renseigner directement et spécifiquement le ou les type(s) d'inhibition déficitaire(s) ou efficiente(s) dans le TDAH. Pour ce faire, les résultats obtenus doivent être complétés par les observations qualitatives ; ils peuvent également conduire à apprécier un niveau d'intensité des fonctions déficitaires (faible, modéré et sévère) selon le nombre d'épreuves dont les résultats sont considérés comme pathologiques. En outre, une faible concordance entre les trois présentations de TDAH du DSM-5 et les profils d'inhibition est relevée. D'un point de vue méthodologique, les limites de validation normative, la nationalité des échantillons considérés, les classes d'âges et les effets de palier impliquent de croiser l'ensemble des résultats et d'analyser un profil cognitif global dans lequel la dissociation en défaveur des fonctions d'inhibition et attentionnelles comparativement aux autres fonctions cognitives est fondamentale. Compte tenu de la variabilité de sensibilité des épreuves, le bilan des fonctions d'inhibition ne peut donc reposer sur une épreuve unique – ce qui risquerait de conduire à des résultats faussement négatifs pour un diagnostic de trouble de l'inhibition et de TDAH – mais sur un ensemble de tests adaptés à l'âge et au profil du sujet. Il existe donc une hétérogénéité dans la contribution des tests à ce diagnostic qu'il convient de considérer en pratique clinique. Un arbre décisionnel à géométrie variable permettrait de réduire ces difficultés d'examen, en utilisant d'une part certaines épreuves en systématique, épreuves typiques possédant une forte contribution au diagnostic (épreuve de Go No Go par exemple) ou fortement adaptées à l'âge (épreuve de la Statue pour les plus jeunes par exemple), puis d'autre part des épreuves complémentaires en variant le type de réponse d'inhibition (motrice, verbale, prédominantes...) afin de préciser le profil cognitif. Cet examen à géométrie variable représenterait donc une alternative à un temps de réalisation de bilan trop conséquent. Le type d'outils (informatisé ou papier-crayon) et l'ajustement en fonction de l'âge (inhibition de réponse motrice pour les

sujets les plus jeunes par exemple) sont également à prendre en compte. Ce complément d'évaluation peut se préparer en amont de la passation, mais, pour tenir compte des observations cliniques et des premiers résultats, peut s'ajuster au fur et à mesure de la passation. Bien que nécessairement d'une durée conséquente, ce bilan complexe peut donc s'ajuster en fonction des objectifs et de la clinique. Les observations qualitatives s'avèrent également indispensables pour spécifier le type d'inhibition déficitaire et préciser les aides thérapeutiques appropriées. Ainsi, le profil cognitif identifié détermine les stratégies rééducatives et les aménagements pédagogiques les plus appropriés : par exemple, en cas de prédominance d'un défaut d'inhibition des informations non pertinentes, la demande de placement au premier rang en classe sera prioritaire, alors qu'en cas de défaut d'inhibition des informations devenues non pertinentes, toutes modifications d'objectifs pédagogiques en cours de tâche scolaire seront évitées ou précédées d'une pause. Préciser et sélectionner des aménagements pédagogiques ciblés permettraient également d'éviter de proposer une liste excessive d'aménagements inadaptée à la réalité scolaire.

Conjointement, l'utilisation d'outils multiples d'évaluation des fonctions d'inhibition met en exergue le caractère protéiforme des processus d'inhibition tel que les différentes modélisations cognitives le suggèrent, sans qu'une synthèse consensuelle ne soit actuellement possible. Ces éléments, le développement multimodal de l'inhibition ainsi que son implication dans le TDAH conduisent ainsi à considérer différents phénotypes cognitifs dans ces troubles chez l'enfant, phénotypes à déterminer dans les recherches à venir. L'évaluation de l'inhibition chez l'enfant suspect d'un TDAH représente donc un pôle important et complexe de l'évaluation neuropsychologique des fonctions attentionnelles et exécutives et peut également être effectuée lorsque les critères du DSM-5 relatifs au TDAH sont négatifs – puisqu'ils ne paraissent pas spécifiques au trouble de l'inhibition – permettant ainsi un repérage exhaustif des enfants porteurs d'un trouble de l'inhibition, notamment dans des contextes de troubles cognitifs associés et de pathologies neuropédiatriques.

Remerciements

Les auteurs souhaitent remercier l'hôpital Nord-Ouest de Villefranche-sur-Saône et le Dr Rebaud pour leur implication dans ce travail.

Liens d'intérêts

les auteurs déclarent ne pas avoir de lien d'intérêt en rapport avec l'article.

Références

- Collette F, Salmon E. Fonctionnement exécutif et réseaux cérébraux. *Rev neuropsychol* 2014; 6, pp. 53-77.
- Andres P. L'inhibition : une approche neuropsychologique et cognitive. In : Meulemans T, Collette F, Van der Linden M, eds. *Neuropsychologie des fonctions exécutives*. Marseille: Solal, 2004, p. 53-77.
- Miyake A, Friedman NP, Emerson MJ, et al. The unity and diversity of executive functions and their contribution to complex "frontal lobe" tasks: a latent variable analysis. *Cogn Psychol* 2000; 41 : 49-100.
- Diamond A. Executive functions. *Annu rev psychol* 2013; 64 : 135-68.
- Roy A, Le Gall D, Roulin JL, et al. Les fonctions exécutives chez l'enfant: approche épistémologique et sémiologie clinique. *Rev neuropsychol* 2012; 4 : 287-97.
- Emord V, Joyal C, Poissant H. Neuroanatomie structurelle et fonctionnelle du trouble déficitaire d'attention avec ou sans hyperactivité (TDAH). *Encéphale* 2009; 35 : 107-14.
- Glozman JM, Chevchenko IA. Executive function in children with ADHD. *Psychol Neurosci* 2014; 7 : 453-60.
- American Psychiatric Association (DSM-V). *Manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux (5^e édition)*. Paris: Masson, 2015.
- Barkley RA. Behavioral inhibition, sustained attention and executive functions: constructing a unifying theory of ADHD. *Psychol bull* 1997; 121 : 65-94.
- Wodka EL, Mahone EM, Blankner JG, et al. Evidence that response inhibition is a primary deficit in ADHD. *J clin exp neuropsychol* 2007; 29 : 345-56.
- Sonuga-Barke EJ. Psychological heterogeneity in ADHD: a dual pathway model of behaviour and cognition. *Behav brain res* 2002; 130 : 29-36.
- Schachar R, Logan GD, Robay P, et al. Restraint and Cancellation: Multiple inhibition deficits in Attention Deficit Hyperactivity Disorder. *J abnorm child psychol* 2007; 35 : 229-38.
- Kipp K. A developmental perspective on the measurement of cognitive deficits in attention-deficit/hyperactivity disorder. *Biol psychiatry* 2005; 57 : 1256-60.
- Clement C. Hypothèses et modèles théoriques du TDAH: vers une approche holistique du trouble. *J théor comport cogn* 2010; 20 : 79-86.
- Caci H. Épidémiologie. In : Bange F, éd. *TDAH: trouble déficitaire de l'attention/hyperactivité*. Paris: Dunod, 2014, pp. 44-9.
- Sonuga-Barke EJS, Coghill D. Introduction: the foundations of next generation attention-deficit/hyperactivity disorder neuropsychology: building on progress during the last 30 years. *J child psychol psychiatry* 2014; 55 : 12.
- Vantalon V. Expression phénotypique du TDAH en fonction de l'âge. *Ann méd psychol* 2014; 172 : 287-92.
- Poissant H, Neault S, Dallaire M, et al. Développement de l'autorégulation et de l'inhibition chez des enfants présentant un trouble déficitaire de l'attention avec ou sans hyperactivité. *Encéphale* 2008; 34 : 161-9.
- Korkman M, Kirk U, Kemp S. *NEPSY, bilan neuropsychologique de l'enfant, 1997. [Adaptation française]*. Montreuil: ECPA, 2003.
- Kuntsi J, Stevenson J, Oosterlaan J, et al. Test-retest reliability of a new delay aversion task and executive function measures. *Br J Dev Psychol* 2001; 19 : 339-48.
- Catala C, Meulemans T. Diagnostic, évaluation et prise en charge du trouble déficitaire de l'attention avec/sans hyperactivité : le point de vue du neuropsychologue. *Neuropsychiatr Enfance Adolesc* 2013; 61 : 340-7.
- Allain P, Aubin C, Le Gall D. L'évaluation des fonctions exécutives : intérêts et limites des tests « papier-crayon ». In : Pradat-Diehl P, Azouvi P, Brun V, eds. *Fonctions exécutives et Rééducation*. Paris: Masson, 2006, pp. 46-56.
- Korkman M, Kirk U, Kemp S. *NEPSYII, bilan neuropsychologique de l'enfant. [Adaptation française]*. Montreuil: ECPA, 2012.
- Manly T, Robertson IH, Anderson V, Mimm-Smith L. *TEA-III, test d'évaluation de l'attention chez l'enfant*. Montreuil: ECPA, 2004.
- Albaret JM, Miglione L. *Stroop, test d'attention sélective de Stroop*. Montreuil: ECPA, 1999.
- Zimmerman P, Fimm B. *TAP, Tests d'évaluation de l'attention, version 2.3. [Adaptation française Leclercq M.]*. Psytest, 2012.
- Purper-Ouakil D, Wohl M, Cortese S, et al. Le trouble déficitaire de l'attention-hyperactivité (TDAH) de l'enfant et de l'adolescent. *Ann méd psychol* 2006; 164 : 63-72.



**Un trouble attentionnel (TDAH) a été
diagnostiqué chez votre enfant et il a entre 9 et
13 ans ?**

**Participez à une recherche sur les programmes
de rééducation cognitive dans le TDAH !**

Pourquoi ?

Afin d'améliorer les pratiques de prise en charge et de rééducation du trouble attentionnel, nous cherchons à évaluer les programmes de rééducation cognitive dans le Trouble déficitaire de l'attention (TDAH) chez des enfants de 9 à 13 ans. Les enfants participants à cette recherche bénéficient d'un programme de 24 séances individuelles de 45 mn réalisées dans le service de pédiatrie de l'hôpital Nord Ouest de Villefranche sur Saône. Les effets des remédiations sont mesurés par un bilan neuropsychologique avant et après le programme.

La participation est libre et gratuite.

Contact

Si vous êtes intéressés, vous pouvez contacter Mme Seguin au

Secrétariat : 0474092795

Ou par mail : charlotte.seguin@isc.cnrs.fr

Annexe n°13 : Courrier d'informations

Dr Philippe REBAUD

CHEF DE SERVICE

10003050522

Secrétariat

☎ 04 74 09 28 53

Fax : 04 74 09 28 50

Dr Marie TOCHON

Secrétariat Nourissons

☎ 04 74 09 28 58

Dr Michèle CHAMBON

10003063285

Dr Jessica JAILLET

10004087093

Cadre de Santé

☎ 04 74 09 28 64

Secrétariat Grands-Enfants

☎ 04 74 09 28 54

Dr Laurence LANGEVIN

10003067187

Dr Guillaume MESTRALLET

10004390463

Dr Laure WARIN

10004035514

Cadre de Santé

☎ 04 74 09 28 74

Secrétariat Urgences Pédiatriques

☎ 04 74 09 68 43

Dr Tahar ALTIDJIB

P E D I A T R I E / N E O N A T O L O G I E

Gleizé,
Le 23 octobre 2013

Madame, Monsieur,

Votre enfant a bénéficié d'un bilan neuropsychologique au cours duquel un trouble attentionnel a été diagnostiqué.

Actuellement, en dehors des aménagements pédagogiques à mettre en place à l'école, et d'une possibilité de traitement médical par psychostimulant, il n'y a pas de rééducation attentionnelle neuropsychologique proposée en France, limitant donc les possibilités d'aides thérapeutiques spécifiques à ce type de trouble.

Or, des rééducations attentionnelles proposées aux enfants porteurs d'un trouble attentionnel existent dans d'autres pays (comme au Canada¹), rééducations qui montrent des résultats positifs et des bénéfices pour les enfants, telles qu'une amélioration de la concentration, une augmentation de la qualité de vie et une réduction de la distractibilité et de l'impulsivité.

Afin de développer ce type de rééducation en France, une recherche est menée dans le service de pédiatrie de l'Hôpital Nord Ouest de Villefranche pour évaluer les meilleures conditions de ces rééducations attentionnelles.

Nous vous proposons que votre enfant y participe.

Ces programmes de rééducation s'appuient sur des techniques de remédiation (stratégies de gestion du trouble attentionnel) et de rééducation au travers d'exercices de stimulation et de jeux ludiques.

Le programme comprend une phase d'évaluation de l'attention, une phase de rééducation et une phase d'évaluation après la rééducation pour mesurer les effets de cette rééducation. Ce programme dure 4 mois environ et est composé de 2 séances hebdomadaires de 45 mn. Ces séances seront réalisées dans le service de pédiatrie de l'hôpital de Villefranche sur Saône hors temps scolaire. Des sessions sont organisées tous les 4 mois.

L'objectif est d'évaluer le meilleur programme de prise en charge en comparant une rééducation spécifique de l'attention et une rééducation cognitive globale. Les enfants participant à la recherche seront inclus dans l'un des deux programmes au hasard (répartition randomisée par informatique).

Il est donc proposé à votre enfant de bénéficier d'une rééducation dans le cadre de cette étude dont la participation est entièrement libre et gratuite. L'accès à ce protocole repose sur des critères d'inclusion (âge, profil neuropsychologique...) et la participation des parents et de l'enfant. L'inclusion sera effective à la suite de la phase évaluative si les critères sont remplis.

Cette recherche, dirigée par le Pr V. Des Portes, Chef de service de Neuropédiatrie à l'HFME de Bron, est affiliée à L'université Lyon 2 et au Laboratoire L2C2 Apprentissages et Communication (Institut des Sciences Cognitives Bron, CNRS UMR5304) et a été présentée au comité d'éthique de l'Hôpital de Villefranche sur Saône. Le promoteur de cette étude, l'Hôpital de Villefranche, a souscrit une assurance sous le numéro 01011769-14003 auprès de la compagnie HDI Gerling, Tour Opus 12, la défense 9, 77 Esplanade du Général de Gaulle, F 92 914 PARIS LA DEFENSE CEDEX pour couvrir les risques liés à cette étude. Cette recherche est déclarée à la CNIL sous le numéro 1685438 v0.

Si vous êtes intéressés par la participation à cette étude, merci de contacter le secrétariat (04 74 09 27 95) ou Mme Seguin (charlotte.seguin@isc.cnrs.fr).

Mme SEGUIN

I Trouble déficitaire de l'attention avec hyperactivité, soigner, éduquer, surtout valoriser, Chevalier et al., 2006, coll. Santé et société



Charlotte SEGUIN

Psychologue-Neuropsychologue

cseguin@hopitalnordouest.fr

Secrétariat Pédiopsychiatrique

☎ 04 74 09 27 95

Plateau d'Ouilly

BP 80 436

69 655 Villefranche sur saone cedex



Laboratoire L2C2, apprentissage et communication, ISC, CNRS, UMR 5304

67 Boulevard Pinel 69500 Bron

P E D I A T R I E / N E O N A T O L O G I E

Annexe n°14 : Formulaire de recueil du consentement et documents du CPP

Version 2 du 13 sept. 13

FORMULAIRE DE RECUEIL DU CONSENTEMENT POUR LES PARENTS/TITULAIRE DE L'AUTORITE PARENTALE

Etude 2013 : évaluation des remédiations neuropsychologiques des troubles de l'inhibition chez l'enfant

Ce document a pour objectif de vous donner les informations relatives à cette étude de façon à vous permettre d'exercer au mieux votre liberté de décision. Ce document est obligatoire et son contenu est défini par [le Code de la Santé Publique, article L 1122-1](#). Il décrit précisément l'étude et mentionne toutes les autorisations réglementaires obtenues pour sa mise en œuvre. Vous devez conserver ce document. N'hésitez pas à poser des questions si vous ne comprenez pas certains éléments.

La signature du formulaire de consentement devenue obligatoire par l'application du code de la Santé Publique (livre I, titres 2 et 3 du CSP, loi Huriet - Sérusclat), n'affecte

Vous avez été contacté suite au bilan neuropsychologique proposé à votre enfant pour vous proposer de participer à une étude visant à évaluer les remédiations neuropsychologiques des troubles de l'attention chez l'enfant.

Vous êtes intéressé pour faire participer votre enfant à cette étude. Pour ce faire, un rappel des objectifs de l'étude, du déroulement, des dispositifs de l'étude et un recueil de votre engagement ainsi que celui de votre enfant sont présentés ci-après.

PRESENTATION ET OBJECTIFS DE L'ETUDE

La prévalence du trouble attentionnel chez l'enfant sans antécédent est estimée entre 3 à 7% selon les auteurs. On retrouve ce trouble dans les affections neuropédiatriques, chez les enfants nés prématurément et chez les enfants sans antécédents. L'évaluation neuropsychologique de ces troubles devient courante en pédiatrie, neuropédiatrie et pédopsychiatrie. Mais, les programmes neurocognitifs de prise en charge spécifique au trouble attentionnel sont peu développés en France (Deforge, 2011, Développements). Prenant appui sur les programmes déjà existants en Amérique du Nord, sur les modélisations cognitives du trouble de l'attention isolant le trouble de l'inhibition comme central, et sur les données de prise en charge des troubles cognitifs spécifiques chez les adultes, l'objectif de cette recherche est de développer un protocole de remédiation neuropsychologique des troubles de l'inhibition chez l'enfant et d'en évaluer les effets.

DEROULEMENT DE L'ETUDE

Cette étude est réalisée en trois temps : une évaluation initiale, des séances de remédiation, et une évaluation post-remédiation. Le planning prévisionnel est organisé sous forme de sessions se déroulant sur l'année scolaire. 60 enfants vont être inclus dans l'étude. Une session se déroule sur 15 semaines avec 2 séances de 45 minutes hebdomadaires, séances proposées hors temps scolaire. Une évaluation 6 mois après le protocole sera effectuée. Les sessions seront réalisées dans le service de pédiatrie sur l'hôpital de Villefranche sur Saône. L'étude comprend un groupe expérimental et un groupe contrôle, afin de déterminer si l'aspect spécifique de la remédiation neuropsychologique permet d'améliorer les conduites attentionnelles.

PARTICIPATION

La participation à cette étude est libre et gratuite.

BENEFICES ATTENDUS ET RISQUES PREVISIBLES

Il n'y a pas de risque spécifique lié à la participation à cette étude. Tous les examens (bilans neuropsychologiques) sont sans douleur. Tous les exercices proposés à votre enfant sont adaptés et présentés sous forme de jeux ludiques ou d'exercices papier-crayon ou informatisés.

DISPOSITIONS REGLEMENTAIRES

Conformément aux articles L. 1121-1 et suivants du Code de la Santé Publique, le Comité de Protection des Personnes Sud Est III a étudié ce projet et a émis en avis favorable à sa réalisation en octobre 2013.

Cette recherche a été présentée au comité d'éthique du centre hospitalier de Villefranche sur Saône. Ce projet est déclaré à la CNIL sous le numéro 1685428 v0. Conformément aux dispositions de la loi relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés, vous disposez

également d'un droit d'opposition à la transmission des données couvertes par le secret professionnel susceptibles d'être utilisées dans le cadre de cette recherche et d'être traitées.

CONFIDENTIALITE

Les données concernant votre enfant et celles consignées dans le dossier médical, telles que les informations sur sa santé et les résultats des tests réalisés pendant l'étude, seront reportés dans un cahier d'observation spécifique identifié par les initiales de l'enfant et un numéro. Ces données resteront strictement confidentielles et ne seront pas rendues publiques. Les informations provenant des données du dossier de votre enfant ne seront utilisées que pour cette étude et les publications qui en découleront à partir des résultats obtenus. Son identité sera protégée dans tous les cas. Les détails médicaux qui concernent votre enfant et les détails personnels ne pourront être utilisés pour d'autres objectifs ni être communiqués à des tiers sans votre autorisation.

PRESENTATION DU CONSENTEMENT

Vous êtes entièrement libre d'accepter ou de refuser que votre enfant participe à cette recherche. Si vous acceptez que votre enfant y participe, mais que vous changez d'avis au cours de celle-ci, vous pouvez interrompre sa participation. Vous aurez accès aux résultats globaux de cette étude lorsqu'ils seront disponibles en fin de protocole, soit d'ici septembre 2016.

L'investigateur, tout comme le promoteur, peut interrompre à tout moment la participation de votre enfant à l'étude ou arrêter l'étude dans sa globalité pour des raisons médicales ou administratives.

Si vous souhaitez que votre enfant participe à cette étude, nous vous demandons de bien vouloir signer le formulaire de consentement ci-joint.

NOTICE D'INFORMATION ENFANT

Tu es venu à l'hôpital pour faire un bilan qui a montré que tu es gêné pour te concentrer. Cela s'appelle le trouble déficitaire de l'attention qui t'empêche de bien te concentrer en classe, de bien écouter les consignes et de contrôler ton comportement. Souvent les enfants qui ont un trouble de l'attention oublient leurs affaires, et bougent en classe.

Pour t'aider à mieux gérer ce trouble de l'attention, nous te proposons de venir faire des exercices faciles et amusants deux fois par semaine sur l'hôpital. Nous utiliserons des jeux, l'ordinateur et nous réfléchirons ensemble à comment d'aider à mieux contrôler ce trouble de l'attention.

Tu pourras poser toutes les questions que tu veux. C'est toi qui décide si tu veux participer. Tu peux même changer d'avis.

Si tu es d'accord pour participer, tu peux écrire ton nom et signer sur le papier.

NOTICE D'INFORMATION PARENTS

Votre enfant a bénéficié d'un bilan neuropsychologique au cours duquel un trouble attentionnel a été identifié et pour lequel un avis hospitalier a été demandé.

Une étude va être menée dans le service de pédiatrie pour améliorer la prise en charge des troubles attentionnels, et nous vous proposons que votre enfant y participe.

On estime que 3 à 7% des enfants présentent un trouble de l'attention. La prise en charge de ces troubles développée en Amérique du Nordⁱⁱ est nommée « remédiation neuropsychologique » et permet une amélioration du trouble attentionnel en proposant des techniques de remédiation cognitive et de rééducation spécifique. Il s'agit d'exercices de stimulation et de mise en place de stratégies de gestion du trouble attentionnel.

Afin d'évaluer l'intérêt de ces remédiations, la recherche menée à l'Hôpital de Villefranche comprendra une phase d'évaluation du trouble attentionnel (avant la remédiation, juste après la remédiation et 6 mois après) et une phase de remédiation comprenant 2 séances hebdomadaires de 45 mn pendant 15 semaines consécutives, soit 4 mois environ. Ces séances seront réalisées dans le service de pédiatrie de l'hôpital de Villefranche sur Saône hors temps scolaire, les lundis et jeudis de 16h00 à 20h00. Le protocole de remédiation est composé d'exercices ludiques sous forme de jeux, d'exercices informatisés, et de développement de stratégies de gestion.

L'objectif est d'apprécier si ce type de prise en charge apporte de meilleurs résultats que les prises en charge actuelles cognitives globales ; la recherche comprendra donc un groupe expérimental (remédiation du trouble de l'attention) et un groupe contrôle (remédiation cognitive générale) avec une répartition randomisée des enfants, c'est-à-dire au hasard par informatique. Les enfants participants à l'étude pourront donc bénéficier d'une remédiation spécifique ou d'une remédiation cognitive générale.

Il est donc proposé à votre enfant d'être sélectionné dans cette étude dont la participation est entièrement libre et gratuite. L'accès à ce protocole repose sur des critères d'inclusion (âge, profil neuropsychologique...) et la participation des parents et de l'enfant. L'inclusion sera effective à la suite de la phase évaluative si les critères sont remplis.

Cette recherche, dirigée par le Pr V. Des Portes, Chef de service de Neuropédiatrie à l'HFME de Bron, est affiliée à l'université Lyon 2 et au Laboratoire L2C2 Apprentissages et Communication (Institut des Sciences Cognitives Bron, CNRS UMR5304) et a été présentée au comité d'éthique de l'Hôpital de Villefranche sur Saône. Le promoteur de cette étude, l'Hôpital de Villefranche, a souscrit une assurance sous le numéro 01011769-14003 auprès de la compagnie HDI Gerling, Tour Opus 12, la défense 9, 77 Esplanade du Général de Gaulle, F 92 914 PARIS LA DEFENSE CEDEX pour couvrir les risques liés à cette étude. Cette recherche est déclarée à la CNIL sous le numéro 1685438 v0.

Vous trouverez ci-joint une lettre d'information destinée aux représentants légaux pour vous informer des dispositifs protégeant votre enfant dans la recherche biomédicale.

Vous pouvez accepter ou refuser de participer. Si vous êtes d'accord, nous allons vous demander de signer le consentement ci-après.

FORMULAIRE DE CONSENTEMENT PARENTS

(Fait en 2 exemplaires : un exemplaire est remis aux parents, l'autre est conservé par l'investigateur)

Nom du participant :

Prénom du participant :

Adresse du participant :

Dr Rebaud, investigateur de l'étude nous a proposé ainsi qu'à notre enfant de participer à une étude menée par Mme Seguin, Psychologue-neuropsychologue, intitulée :

Evaluation des remédiations des troubles de l'inhibition chez l'enfant

Elle nous a informé oralement et par écrit de ce projet. Nous avons pu poser toutes les questions que nous souhaitions et avons reçu des réponses claires. Nous avons eu un temps de réflexion pour prendre notre décision.

En conséquence, nous soussigné(e)set
 parents* de né(e) le
 déclarons avoir entièrement compris les informations relatives à cette étude et c'est librement et volontairement que nous acceptons que notre enfant y participe.

Nous avons compris que nous pouvions refuser que notre enfant participe sans que cela ait de conséquences sur la prise en charge de notre enfant. Notre consentement ne décharge pas l'investigateur et le promoteur de leurs responsabilités à l'égard de notre enfant.

Nous avons noté que cette recherche a été présentée au comité d'éthique du centre hospitalier de Villefranche sur Saône, est déclarée à la CNIL et conformément aux articles L. 1121-1 et suivants du code de la santé publique, le comité de protection des personnes du Est II a étudié ce projet et a émis en avis favorable à sa réalisation.

Nous avons noté que les données recueillies lors de cette recherche demeureront strictement confidentielles. Seules les personnes collaborant à ce protocole seront habilitées à les consulter.

Nous avons noté que cette recherche a pour but de promouvoir ce type de remédiation en cas de résultats positifs. Pour ce faire, les données chiffrées pourront être publiées dans des communications écrites sans que le nom de votre enfant ne soit mentionné et en préservant les données confidentielles.

Deux exemplaires de ce formulaire de consentement ont été établis : un remis aux parents* (ou un chacun en fonction du statut familial) et un remis à l'investigateur. Les deux parents doivent être signataires du consentement.

SIGNATURES :

Père*	Mère*	Mme Seguin
Date :	Date :	Date :

* ou titulaires de l'autorité parentale

FORMULAIRE DE CONSENTEMENT ENFANT

(Fait en 2 exemplaires : un exemplaire est remis à l'enfant, l'autre est conservé par l'investigateur)

Nom du l'enfant participant :.....

Prénom du participant :.....

Adresse du

participant :.....

.....

Le Dr Rebaud, et Mme Seguin m'ont proposé ainsi de participer à une étude intitulée :

Evaluation des remédiations des troubles de l'inhibition chez l'enfant

Elle m'a expliqué en quoi consiste ce projet. J'ai pu poser toutes les questions que je souhaitais et j'ai reçu des réponses claires.

J'ai compris que je participe à une étude permettant d'améliorer la prise en charge des enfants porteurs d'un trouble attentionnel.

SIGNATURES :

Mineur	Mme Seguin
Date :	Date :

Lettre d'information destinée aux représentants légaux
Protection de l'enfant dans la recherche biomédicale.
Une approche solidaire des progrès de la médecine.

Madame, Monsieur,

Vous êtes sollicités pour autoriser la participation de votre enfant à une recherche biomédicale. Les

Comités de Protection des Personnes (CPP) ont élaboré ce document pour vous aider à prendre votre décision en toute liberté et confiance. Il est complémentaire à la notice d'information et au consentement spécifique à la recherche qui vous est proposée.

Que sont les Comités de Protection des Personnes ?

Les CPP sont des organismes officiels et indépendants créés en France en 1988 par la Loi Huriet-

Sérusclat, pour encadrer la recherche biomédicale sur l'être humain. Ils sont répartis dans toutes les

régions. Chaque comité est composé de 14 personnes bénévoles et nommées par le préfet de région. La moitié d'entre elles sont des professionnels de santé et l'autre moitié sont des représentants de la

société civile, dont deux représentants d'associations de malades. Le comité s'assure en toute indépendance :

1. du bien-fondé scientifique de chaque projet de recherche, de la qualité de la méthode et des moyens de traitement mis en oeuvre,
2. du respect des garanties légales de protection des enfants.

Un CPP a assuré cette mission pour la recherche qui vous est aujourd'hui proposée.

Qui permet les recherches biomédicales ?

1. **Une autorité compétente** (Afssaps⁵ ou DGS⁶) qui, après s'être assurée de la sécurité des médicaments et des techniques utilisés, délivre une autorisation.

2. **Un Comité de Protection des Personnes (CPP)** tel que décrit plus haut, qui délivre un avis favorable.

Aucune recherche biomédicale ne peut être entreprise sur l'être humain sans cette autorisation et cet

avis. C'est en particulier le cas pour la recherche qui vous est aujourd'hui proposée.

5 **Afssaps** : Agence Française de Sécurité Sanitaire des Produits de Santé - <http://agmed.sante.gouv.fr>

6 **DGS** : Direction Générale de la Santé, Ministère chargé de la Santé – <http://www.recherche-biomedicale.sante.gouv.fr/>

Quels sont les acteurs de la recherche ?

· **Un investigateur**, qui est le plus souvent un médecin, mais parfois un autre professionnel de santé (psychologue ou chirurgien-dentiste par exemple). C'est lui qui vient de vous remettre ce

document. IL est chargé de conduire cette recherche avec chaque enfant participant.

· **Un promoteur**, qui organise, gère la recherche et en fournit les moyens aux investigateurs. Il

peut s'agir d'un industriel travaillant dans le domaine de la santé, d'un hôpital, d'un organisme public de recherche, d'une association à but non lucratif ou d'un individu.

Qui peut participer à une recherche biomédicale ?

Tout le monde, à l'occasion d'une maladie qui peut être tout à fait bénigne ou plus grave, ou d'un

examen. Le médecin qui soigne votre enfant peut vous proposer qu'il participe à une recherche biomédicale.

Pourquoi participer ?

Votre enfant bénéficie de traitements (du simple sachet de paracétamol aux techniques les plus sophistiquées) mis au point antérieurement grâce à des recherches biomédicales. Aujourd'hui, la

recherche pour laquelle vous êtes sollicités permettra l'évaluation d'un nouveau traitement supposé plus efficace ou mieux toléré, concernant sa maladie.

Comment participer à un programme de recherche biomédicale ?

Un investigateur, souvent en charge des soins de votre enfant, vous propose sa participation à une recherche biomédicale : il vous en explique les enjeux, la procédure et les contraintes.

Vous êtes tout à fait libres d'accepter ou de refuser.

Si vous refusez, votre enfant sera soigné selon le traitement habituel préconisé pour sa maladie. Si vous acceptez, votre enfant recevra aussi une information appropriée, par vous-même et par le médecin investigateur. **Il aura le droit de s'exprimer et son refus éventuel sera respecté.**

Vous et votre l'enfant serez libres de retirer votre consentement à tout moment sans aucun préjudice. Votre enfant bénéficiera alors des meilleurs traitements disponibles déjà validés.

Votre enfant ou vous-mêmes pourrez toujours changer d'avis.

Ce document est destiné à vous aider

à prendre votre décision en toute liberté et en confiance.

Transparence de l'information et volontariat.

Ces principes sont essentiels pour les CPP, qui sont particulièrement vigilants afin de protéger à vos cotés les intérêts de votre enfant.

Annexe n° 15 : cahier d'observation

**EVALUATION DES REMEDIATIONS NEUROPSYCHOLOGIQUES DES
TROUBLES DE L'INHIBITION
RECUEIL DES DONNEES VIA ENTRETIEN ET DOSSIER
FICHE D'IDENTIFICATION DU SUJET NUMERO :**

Nom de l'enfant

Prénom de l'enfant

Adresse

Téléphone

Date de naissance

Naissance à terme ou prématurée (notifier le terme)

Audition vérifiée

Vision vérifiée

Développement du langage oral dans la norme ou à vérifier

Développement du langage écrit dans la norme ou à vérifier

Développement des acquisitions manuelles et visuo-spaciales dans la norme ou à vérifier

Classe scolaire :

Temps de réalisation des devoirs :

Temps d'exposition aux écrans

- ☐ moins d'une heure par jour en moyenne
- ☐ de une à trois heure(s) par jour en moyenne
- ☐ de trois à cinq heures par jour en moyenne
- ☐ plus de cinq heures par jour en moyenne

Mode de vie urbain ou non urbain

Consultation pédiatrique ou pédopsychiatrique hospitalière

Qualité du sommeil : calme ou agité

Consentement recueilli : oui non

Autorisation pour utilisation du droit à l'image : oui non

Date évaluation initiale 1 & 2 :

Date remédiation :

Date évaluation postérieure 1 & 2 :

ICV :

Bilans déjà effectués en amont :

Profil neuropsychologique et troubles cognitifs éventuellement associés :

Prises en charge en amont :

Prises en charge pendant la recherche :

Indicateurs de troubles du spectre autistique dans cs médicale ou psy :

Traitement en cours :

EVALUATION DES REMEDIATIONS NEUROPSYCHOLOGIQUES DES TROUBLES DE L'INHIBITION
RECUEIL DES DONNEES QUANTITATIVES

Évaluation initiale **1** évaluation post-intervention **1** **2** **+6 mois** (entourer)

- ☐ Questionnaire écologique de qualité de vie
☐ Critères DSM4-DSM5
☐ Résultats indice de compréhension verbale :

	Résultats											
Questionnaire de la BRIEF	Résultats échelle d'inhibition :											
Questionnaire type qualité de vie <i>Uniquement en fin de protocole</i>	Questionnaire à remplir par les parents pour recueillir les données écologiques sur les situations quotidiennes d'inhibition											
Subtest Marche-arrête	Note brute : Note standard :											
Subtest Mondes contraires	Note brute monde à l'envers : Note standard monde à l'envers :											
Subtest Tour	Note brute : Note standard :											
Subtest Cogner-frapper	Note brute : Percentile :											
Subtest Attention auditive	Attention auditive Attention focalisée <i>Omissions</i> <i>Fausse alarmes</i> Attention sélective <i>Omissions</i> <i>Fausse alarmes</i>											
Subtest Inhibition	Somme totale d'erreurs (forme et flèches) Durée totale dénomination Durée totale inhibition Durée totale changement											
Subtest Go non go												
GO/NO GO	Moyenne	Médiane	%	Ecart-type	%	Correctes	Fausse	%	Omissions	%	Aberrantes	
2 stimuli dont 1 cible (9-15 ans)												
5 stimuli dont 2 cibles (9-19 ans)												
Subtest incompatibilité TOTAL												
Test de Stroop	Nombres d'items traités : Résultats en écart-type pour la condition interférente :											
Subtest Statue	Note brute percentile											
Séquences lettres-chiffres												

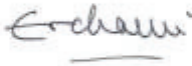
Annexe n°16 : autorisation CPP

[illegible]

Et ainsi qu'il a été convenu en séance du 18 septembre 2013,

le Comité émet saavis favorable à la réalisation de cette étude

Le Comité vous suggère que conformément au Livre I, Titre II et III du Code de la Santé Publique rejoignant les recherches épidémiologiques, nous solliciterions volontiers de pouvoir avoir faire l'objet d'une demande d'avis consultative auprès de ce même comité. Par ailleurs, le Comité solliciterait pour ces informations être destinées au réseau de rapport final qui sera rédigé à l'issue de cette étude.

Daté: 09 ^e octobre 2013	Pour le Comité, Le Président, Professeur François CHAPUIS 
---------------------------------------	--

K.L.

- Liste des pièces transmises dans le cadre de ce protocole,
- Liste des membres du Comité présents lors de la séance du 09^e octobre 2013.
- L'ensemble des documents relatifs à la demande.

CPP SUD-EST III
Bâtiment 12 - 1^{er} étage
Groupement Hospitalier
Edouard Herriot
5 Place d'Arsonval
69437 LYON CEDEX 03

Annexe n° 18 : déclaration clinicalgouv

Clinica
Protocol 3

ClinicalTrials.gov Protocol and Results Registration System (PRS) Receipt
Release Date: 03/31/2015

Assessment of Neurocognitive Rehabilitations of Inhibition of Disorders in ADHD in Children (ERNITDAH)

This study is enrolling participants by invitation only.

Sponsor:	L'hôpital Nord-Ouest - Villefranche Villefranche sur Saône
Collaborators:	
Information provided by (Responsible Party):	Charlotte SEGUIN, L'hôpital Nord-Ouest - Villefranche Villefranche sur Saône
ClinicalTrials.gov Identifier:	NCT02405299

Purpose

This research aims to assess the cognitive rehabilitations in attention deficit disorder (ADHD) in children, the objective is to demonstrate what are the most relevant cognitive factors for rehabilitative to improve the inhibition of disorders in ADHD.

Condition	Intervention	Phase
ADHD	experimental groups	N/A

Study Type: Interventional

Study Design: Treatment, Parallel Assignment, Single Blind (Subject), Randomized, Efficacy Study

Official Title: Evaluation Des rééducations Neuropsychologiques Des Troubles de l'inhibition Chez l'Enfant Avec un TDAH

Further study details as provided by Charlotte SEGUIN, L'hôpital Nord-Ouest - Villefranche Villefranche sur Saône:
Primary Outcome Measure:

- scores to neuropsychological testing inhibition before and after rehabilitation in experimental groups. [Time Frame: 5 months] [Designated as safety issue: No]
comparison of the results obtained by the experimental subjects neuropsychological tests before and after rehabilitation (standard notes to NEPSY subtests, TAP, TEA-III, Stroop test)

Secondary Outcome Measures:

- scores to neuropsychological testing inhibition before and after rehabilitation in control group. [Time Frame: 5 months] [Designated as safety issue: No]
comparison of the results obtained by the control group subjects neuropsychological tests before and after rehabilitation (standard notes to NEPSY subtests, TAP, TEA-III, Stroop test)

Estimated Enrollment: 60

Study Start Date: October 2013

Estimated Primary Completion Date: December 2016

Estimated Study Completion Date: December 2016

Aims	Assigned Interventions
Experimental: Experimental Group neuropsychological remediation disorder-specific of inhibition (bottom-up and top-down protocol): 24 bi-weekly sessions (30 subjects)	experimental groups exercises of cognitive and neuropsychological stimulation of inhibition (paper and pencil exercises and computerized exercises) created for the experience; cognitive stimulation exercises for children in the form of cognitive and metacognitive games with rehabilitation objective disorder of inhibition
Placebo Comparator: Control Group non-specific and general cognitive neuropsychological remediation (comprehension, syntactic, visuospatial) : 24 bi-weekly sessions (30 subjects)	experimental groups exercises of cognitive and neuropsychological stimulation of inhibition (paper and pencil exercises and computerized exercises) created for the experience; cognitive stimulation exercises for children in the form of cognitive and metacognitive games with rehabilitation objective disorder of inhibition

Detailed Description

This study examines the effect of neuropsychological rehabilitation on the disorder inhibition in the child with ADHD.

Sample Includes: 60 subjects aged 9-13 years with disorder of inhibition evaluated with neuropsychological test. Neuropsychological rehabilitation protocol was developed and evaluated.

This study use baseline and includes a control group and an experimental group. The type of cognitive procedure (up / down, or rehabilitative / metacognitive) is examined.

► Eligibility

Ages Eligible for Study: 9 Years to 13 Years

Genders Eligible for Study: Both

Accepts Healthy Volunteers: No

Criteria

Inclusion Criteria:

- presence of a disorder of inhibition (assessed by neuropsychological subtests) as part of an ADHD with normal intellectual potential (ICV WISC4) in children born at term or preterm (<33SA).

Exclusion Criteria:

- patient refusal and family to participate in the study
- subjects with sensory disorders, psychological or unsupported, subjects carrying other cognitive disorders, prevalent disorder of inhibition
- subjects with psychostimulant treatment at inclusion in the study

► Contacts and Locations

Locations:

France

soquin

Villeneuve Sur Saône, Rhône, France, 69400

► More Information



SPIRIT 2013 Checklist: Recommended items to address in a clinical trial protocol and related documents*

Section/item	Item No	Description	Addressed on page number
Administrative information			
Title	1	Descriptive title identifying the study design, population, interventions, and, if applicable, trial acronym	____1____ _____
Trial registration	2a	Trial identifier and registry name. If not yet registered, name of intended registry	____2,3____ _____
	2b	All items from the World Health Organization Trial Registration Data Set	_____ _____
Protocol version	3	Date and version identifier	____7____ _____
Funding	4	Sources and types of financial, material, and other support	_____ 15_____
Roles and responsibilities	5a	Names, affiliations, and roles of protocol contributors	____1____ _____
	5b	Name and contact information for the trial sponsor	____1____ 5_____
	5c	Role of study sponsor and funders, if any, in study design; collection, management, analysis, and interpretation of data; writing of the report; and the decision to submit the report for publication, including whether they will have ultimate authority over any of these activities	15, 7, 8,10

5d	Composition, roles, and responsibilities of the coordinating centre, steering committee, endpoint adjudication committee, data management team, and other individuals or groups overseeing the trial, if applicable (see Item 21a for data monitoring committee)	15, 10, 7
----	--	-----------

Introduction

Background and rationale	6a	Description of research question and justification for undertaking the trial, including summary of relevant studies (published and unpublished) examining benefits and harms for each intervention	3, 4,5,6
	6b	Explanation for choice of comparators	7,8,9
Objectives	7	Specific objectives or hypotheses	7
Trial design	8	Description of trial design including type of trial (eg, parallel group, crossover, factorial, single group), allocation ratio, and framework (eg, superiority, equivalence, noninferiority, exploratory)	7,8

Methods: Participants, interventions, and outcomes

Study setting	9	Description of study settings (eg, community clinic, academic hospital) and list of countries where data will be collected. Reference to where list of study sites can be obtained	7,8
Eligibility criteria	10	Inclusion and exclusion criteria for participants. If applicable, eligibility criteria for study centres and individuals who will perform the interventions (eg, surgeons, psychotherapists)	8
Interventions	11a	Interventions for each group with sufficient detail to allow replication, including how and when they will be administered	10,11,12,13
	11b	Criteria for discontinuing or modifying allocated interventions for a given trial participant (eg, drug dose change in response to harms, participant request, or improving/worsening disease)	15
	11c	Strategies to improve adherence to intervention protocols, and any procedures for monitoring adherence (eg, drug tablet return, laboratory tests)	15
	11d	Relevant concomitant care and interventions that are permitted or prohibited during the trial	15, 8

Outcomes	12	Primary, secondary, and other outcomes, including the specific measurement variable (eg, systolic blood pressure), analysis metric (eg, change from baseline, final value, time to event), method of aggregation (eg, median, proportion), and time point for each outcome. Explanation of the clinical relevance of chosen efficacy and harm outcomes is strongly recommended	8,9,10,
Participant timeline	13	Time schedule of enrolment, interventions (including any run-ins and washouts), assessments, and visits for participants. A schematic diagram is highly recommended (see Figure)	7
Sample size	14	Estimated number of participants needed to achieve study objectives and how it was determined, including clinical and statistical assumptions supporting any sample size calculations	10
Recruitment	15	Strategies for achieving adequate participant enrolment to reach target sample size	8

Methods: Assignment of interventions (for controlled trials)

Allocation:

Sequence generation	16a	Method of generating the allocation sequence (eg, computer-generated random numbers), and list of any factors for stratification. To reduce predictability of a random sequence, details of any planned restriction (eg, blocking) should be provided in a separate document that is unavailable to those who enrol participants or assign interventions	10
Allocation concealment mechanism	16b	Mechanism of implementing the allocation sequence (eg, central telephone; sequentially numbered, opaque, sealed envelopes), describing any steps to conceal the sequence until interventions are assigned	8,9
Implementation	16c	Who will generate the allocation sequence, who will enrol participants, and who will assign participants to interventions	15
Blinding (masking)	17a	Who will be blinded after assignment to interventions (eg, trial participants, care providers, outcome assessors, data analysts), and how	10
	17b	If blinded, circumstances under which unblinding is permissible, and procedure for revealing a participant's allocated intervention during the trial	10

Methods: Data collection, management, and analysis

Data collection methods	18 a	Plans for assessment and collection of outcome, baseline, and other trial data, including any related processes to promote data quality (eg, duplicate measurements, training of assessors) and a description of study instruments (eg, questionnaires, laboratory tests) along with their reliability and validity, if known. Reference to where data collection forms can be found, if not in the protocol	8,9,10
	18 b	Plans to promote participant retention and complete follow-up, including list of any outcome data to be collected for participants who discontinue or deviate from intervention protocols	10
Data management	19	Plans for data entry, coding, security, and storage, including any related processes to promote data quality (eg, double data entry; range checks for data values). Reference to where details of data management procedures can be found, if not in the protocol	10
Statistical methods	20 a	Statistical methods for analysing primary and secondary outcomes. Reference to where other details of the statistical analysis plan can be found, if not in the protocol	8,9,10_
	20 b	Methods for any additional analyses (eg, subgroup and adjusted analyses)	10
	20 c	Definition of analysis population relating to protocol non-adherence (eg, as randomised analysis), and any statistical methods to handle missing data (eg, multiple imputation)	_____

Methods: Monitoring

Data monitoring	21 a	Composition of data monitoring committee (DMC); summary of its role and reporting structure; statement of whether it is independent from the sponsor and competing interests; and reference to where further details about its charter can be found, if not in the protocol. Alternatively, an explanation of why a DMC is not needed	10,16, 7
	21 b	Description of any interim analyses and stopping guidelines, including who will have access to these interim results and make the final decision to terminate the trial	10,16,7
Harms	22	Plans for collecting, assessing, reporting, and managing solicited and spontaneously reported adverse events and other unintended effects of trial interventions or trial conduct	_____

Auditing	23	Frequency and procedures for auditing trial conduct, if any, and whether the process will be independent from investigators and the sponsor	16
----------	----	---	----

Ethics and dissemination

Research ethics approval	24	Plans for seeking research ethics committee/institutional review board (REC/IRB) approval	15
Protocol amendments	25	Plans for communicating important protocol modifications (eg, changes to eligibility criteria, outcomes, analyses) to relevant parties (eg, investigators, REC/IRBs, trial participants, trial registries, journals, regulators)	15
Consent or assent	26	Who will obtain informed consent or assent from potential trial participants or authorised surrogates, and how (see Item 32)	16
	26	Additional consent provisions for collection and use of participant data and biological specimens in ancillary studies, if applicable	_____
Confidentiality	27	How personal information about potential and enrolled participants will be collected, shared, and maintained in order to protect confidentiality before, during, and after the trial	9
Declaration of interests	28	Financial and other competing interests for principal investigators for the overall trial and each study site	15
Access to data	29	Statement of who will have access to the final trial dataset, and disclosure of contractual agreements that limit such access for investigators	1,15,16
Ancillary and post-trial care	30	Provisions, if any, for ancillary and post-trial care, and for compensation to those who suffer harm from trial participation	_____
Dissemination policy	31	Plans for investigators and sponsor to communicate trial results to participants, healthcare professionals, the public, and other relevant groups (eg, via publication, reporting in results databases, or other data sharing arrangements), including any publication restrictions	10
	31	Authorship eligibility guidelines and any intended use of professional writers	16
	31	Plans, if any, for granting public access to the full protocol, participant-level dataset, and statistical code	_____

Appendices

Informed consent materials	32	Model consent form and other related documentation given to participants and authorised surrogates	_____
Biological specimens	33	Plans for collection, laboratory evaluation, and storage of biological specimens for genetic or molecular analysis in the current trial and for future use in ancillary studies, if applicable	_____ _____

*It is strongly recommended that this checklist be read in conjunction with the SPIRIT 2013 Explanation & Elaboration for important clarification on the items. Amendments to the protocol should be tracked and dated. The SPIRIT checklist is copyrighted by the SPIRIT Group under the Creative Commons "[Attribution-NonCommercial-NoDerivs 3.0 Unported](#)" license.

Annexe n°20 : questionnaire satisfaction

Evaluation qualitative, qualité de vie, fin de protocole
Remédiation neuropsychologique des troubles de l'attention, CH Villefranche-ISC CNRS

Afin d'évaluer le protocole de remédiation que votre enfant vient de réaliser, quelques questions vous sont proposées afin d'améliorer ce type de prise en charge. Pour cela, nous avons besoin de votre avis avec ces quelques questions. Nous vous proposons d'y répondre avec votre enfant en tenant compte de son avis (certaines questions sont adressées directement à votre enfant). Merci d'entourer la proposition avec laquelle vous êtes d'accord (d'accord, pas vraiment d'accord, pas du tout d'accord).

- 1. J'ai bien compris ce que c'est qu'un trouble de l'attention (TDAH)**
d'accord pas vraiment d'accord pas du tout d'accord
- 2. je trouve que mon enfant a pris conscience de ses difficultés**
d'accord pas vraiment d'accord pas du tout d'accord
- 3. je trouve que nous avons bien identifié les situations à risque sur le plan attentionnel (devoirs, écrans, oublis, consignes, sommeil...)**
d'accord pas vraiment d'accord pas du tout d'accord
- 4. nous avons trouvé des aides pour améliorer l'attention**
d'accord pas vraiment d'accord pas du tout d'accord
- 5. nous arrivons à trouver ensemble des solutions pour faire face aux difficultés d'attention**
d'accord pas vraiment d'accord pas du tout d'accord
- 6. je me sens moins gêné pour me concentrer**
d'accord pas vraiment d'accord pas du tout d'accord
- 7. je vois le lien entre les exercices faits à l'hôpital et les problèmes d'attention à la maison et à l'école**
d'accord pas vraiment d'accord pas du tout d'accord
- 8. j'ai observé des changements d'attention ou de comportement depuis le début du protocole**
d'accord pas vraiment d'accord pas du tout d'accord

- 9. je trouve que les répercussions des difficultés d'attention à la maison ont diminuées**
d'accord pas vraiment d'accord pas du tout d'accord
- 10. je trouve que les répercussions des difficultés d'attention en classe ont diminuées**
d'accord pas vraiment d'accord pas du tout d'accord
- 11. je trouve que les résultats scolaires se sont améliorés**
d'accord pas vraiment d'accord pas du tout d'accord
- 12. je trouve que les répercussions des difficultés d'attention sont mieux comprises à l'école**
d'accord pas vraiment d'accord pas du tout d'accord
- 13. nous trouvons que le contact avec les autres enfants est plus facile qu'avant le protocole**
d'accord pas vraiment d'accord pas du tout d'accord
- 14. nous trouvons qu'il est plus facile pour mon enfant de respecter les tours de parole**
d'accord pas vraiment d'accord pas du tout d'accord
- 15. les séances du protocole ont été aidantes au quotidien**
d'accord pas vraiment d'accord pas du tout d'accord
- 16. les outils proposés dans les séances sont utilisés à la maison pour gérer le trouble de l'attention**
d'accord pas vraiment d'accord pas du tout d'accord
- 17. Commentaires libres (si vous souhaitez apporter des commentaires et observations pour améliorer ce protocole, n'hésitez pas à en faire part ci-après) :**

MERCI POUR VOTRE PARTICIPATION

Annexe n°21 : activités groupe B (groupe contrôle)

Evaluation des remédiations neuropsychologiques des troubles de l'inhibition dans le TDAH
Hopital Nord Ouest Villefranche
L2C2, ISC CNRS

GROUPE B

Objectif : stimulation cognitive

24 séances de 45mn, 2 activités par séance : 1 activité papier-crayon (20mn), 1 pause (5mn), 1 activité informatisée (20mn),

Contenu des séances		
1	Atelier visuo-spatial (papier crayon) Transformations spatiales	Flexibilité et syntaxe http://pontt.net/2011/04/motsquichangentlaphrase/
2	Atelier visuo-spatial (papier crayon) Construction spatiale	charade: http://pontt.net/2009/06/pptxcharadesetmemoiredetravail/
3	Atelier visuo-spatial (papier crayon) Transformation spatiale (1 ou 2 fois)	PP les dauphins http://pontt.net/2012/01/pptxdorthographe/
4	Atelier visuo-spatial (papier crayon) Composition de figures	PP le troll et les loups http://pontt.net/2012/01/pptxdorthographe/
5	Atelier visuo-spatial (papier crayon) Horizontalité-verticalité	PP Syllabes en desordre http://pontt.net/2012/05/syllabesflashendesordre/
6	Atelier visuo-spatial (papier crayon) Localisation spatiale	PP Syllabes en desordre suite http://pontt.net/2012/05/syllabesflashendesordre/
7	Atelier visuo-spatial (papier crayon) Localisation spatiale	PP mots polysémiques http://pontt.net/2014/10/mots-polysemiques/
8	Atelier visuo-spatial (papier crayon) Localisation spatiale	PP mot juste http://pontt.net/2011/07/motjuste/
9	Atelier visuo-spatial (papier crayon) Localisation spatiale	PP voc mathématique http://pontt.net/2011/02/pptxvocabulairelogico-mathematique/
10	Atelier visuo-spatial ((papier crayon) Localisation spatiale	PP anagrammes http://pontt.net/2010/11/anagrammes/
11	Mémoire de travail (lobo) 2 parties (3 jetons par parties) avec règle unique du 77	PP anagrammes http://pontt.net/2010/11/anagrammes/
12	Mémoire de travail (lobo) 2 parties (3 jetons par parties) avec règles du 77 + doublet (11,22,33...)	Subitizing (niveau 2) http://pontt.net/category/logicomathematiques/lm_fichiers/
13	Mémoire de travail (lobo) 2 parties (3 jetons par parties) avec règles du 77 + doublet (11,22,33...)	Empan visuo-spatial http://pontt.net/2010/03/pptxempanvisuo-spatial/ Faire uniquement les empan de 5 (27 à 38, 89 à 108, 134 à 148, 174 à 193) (si trop difficile faire des empan de 4)

14	Activation lexicale et phonologique (ultimo) 1 partie (ou 2 si rapide) avec 2 cartes	Image mentale et rotation mentale http://pontt.net/2007/06/partage-de-fichiers-120pptmemoirevisuelleetimagierimentale/
15	Activation lexicale et phonologique (ultimo) 1 ou 2 parties avec 4 cartes	Mémoire de travail (Nback) http://pontt.net/2010/01/pptletotalfait10/
16	Activation lexicale et phonologique (ultimo) 1 ou 2 parties avec 4 cartes	Traitement séquentiel et repères temporels http://pontt.net/2010/10/questionsdetemps/
17	Compréhension verbale (50 nouvelles) Faire une dizaine de texte 1 ^{ère} nouvelle lue par l'expérimentateur, les suivantes lues par les sujets	Traitement catégoriel et séquentiel (le poids) http://pontt.net/?s=poids&submit=Recherche (sauf les exercices avec la balance)
18	Compréhension verbale (50 nouvelles) idem	Traitement séquentiel et catégoriel (durée) http://pontt.net/?s=duree&submit=Recherche
19	Compréhension verbale (50 nouvelles) idem	Traitement séquentiel (taille) http://pontt.net/2009/05/pptseriationetlangage/
20	Laoupala Flexibilité et recherche visuo-spatiale (Le 1 ^{er} qui gagne 5 cartes) 1 ou 2 parties	Traitement séquentiel et raisonnement deductif http://pontt.net/2010/07/pptxlespirates/
21	Laoupala Flexibilité et recherche visuo-spatiale (Le 1 ^{er} qui gagne 5 cartes) 1 ou 2 parties	Mémoire de travail visuelle http://pontt.net/2009/01/pptxlemotquiment/
22	Repérage spatial Même ou différent 100 exer à faire en 3 séances	Mémoire visuelle http://pontt.net/2009/01/pptmemorisationdimagesetreponsesaquestions/
23	Repérage spatial Même ou différent idem	Flexibilité et phonologie http://pontt.net/2009/02/pptxrebus1et2/
24	Repérage spatial Même ou différent idem	- mémoire visuelle : http://pontt.net/2009/03/pptmemoirevisuelleetreconnaissance/

**Annexe n°22 : exemple d'une activité sur informatique du groupe contrôle
(repères temporels sur le site le pontt.net)**



**Annexe n°23 : exemple d'une activité sur informatique du groupe contrôle
(superposition mentale sur le site le pontt.net)**



Annexe n°24 : exemple d'activités groupe contrôle (jeux commercialisés)



Annexe n°25 : exemples d'exercices de l'atelier de raisonnement logique

Horizontalité - Verticalité - Série H

H4

Dessiner l'eau dans le bocal quand on le pose sur le côté :

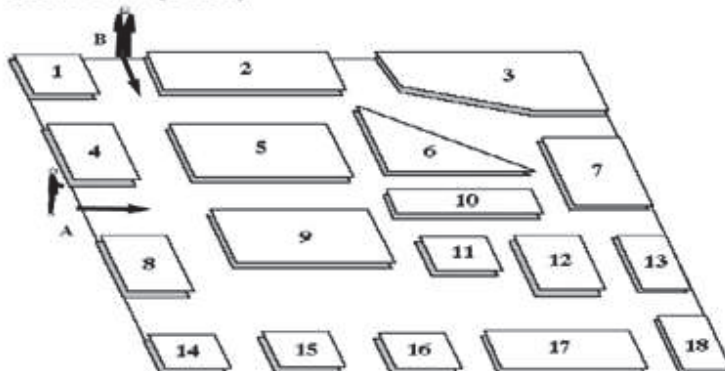


H5

Remplir le bocal vide en utilisant l'eau représentée par ce morceau de carton bleu :



Photo N°9 (Suite)



7- Déplacer les personnages selon les indications suivantes :

- Le personnage A prend la première rue à sa gauche, puis la première rue à droite, puis à nouveau la première rue à droite. Enfin, le personnage A va tout droit. En face de quel bâtiment se retrouve-t-il ?

Annexe n°26 : consigne activités rééducatives les panneaux

Consignes : nous allons faire des petits exercices dans lesquels il y a des panneaux du code de la route. Il faut que tu retrouves certains panneaux. Attention, il y a la sonnerie en début de feuille pour te dire de te préparer à faire attention

Le patient doit bien comprendre la consigne avant la réalisation, ne pas hésiter à paraphraser et à illustrer la consigne pour minimiser l'impact de la compréhension et de la mémoire de travail. Pendant les tâches, corriger les erreurs directement pendant la réalisation afin de renforcer le feed-back et l'apprentissage sans erreur (après correction, réutiliser le renforçateur pré-attentif)

Objectif et consignes : Stimulation du processus d'inhibition en séquentialisant le processus et en renforçant les mécanismes

Alternance stimuli visuo-perceptif/visuo-sémantique. Alternance des modalités de réponses pour inhiber la réponse automatique. Introduction des différents types d'inhibition, de façon séquentielle avec renforçateur pré-attentif. S'assurer d'une bonne compréhension, faire un modèle sur papier libre. Ne pas laisser le modèle de réponse devant le patient pour éviter un appariement direct de type pré-attentif pour forcer le traitement séquentiel.

SENS INTERDIT

1 – On va utiliser des panneaux de sens interdit. Est-ce que tu connais ces panneaux ? un panneau de sens interdit est composé d'un rond rouge avec un rectangle blanc à l'intérieur. Dessiner un panneau de sens interdit sur un papier libre pour s'assurer de la reconnaissance du panneau.

Sur cette feuille, il y a plein de panneaux. A toi de barrer le plus vite possible tous les panneaux de sens interdit, c'est-à-dire les panneaux rouges avec le rectangle blanc à l'intérieur (phase pré-attentive, automatisation et effet faible d'interférence visuo-perceptive, 24/35) 1 sonnerie

2 – maintenant, sur cette nouvelle feuille, il y a d'autres panneaux. A toi de barrer tous les panneaux de sens interdit (rouges avec un rectangle blanc à l'intérieur) quand ces panneaux sont entourés par un grand cadre blanc ((phase 2, ajout d'une interférence proactive faible de type visuo-perceptive double, 6/18) 1 sonnerie

3 – cette fois-ci, on change et on mélange. A toi d'entourer le panneau lorsque le fond du grand cadre est blanc et le petit rectangle foncé. Attention, le grand cadre est blanc et le petit rectangle foncé (consignes à redonner pour éviter une surcharge de mémoire de travail, phase 3, interférences proactives cumulées visuo-perceptives) 1 sonnerie

4 – un autre exercice : cette fois-ci, à toi d'entourer le panneau quand le centre est le plus clair (phase 4, effet d'interférence sémantique) 1 sonnerie

5- *on refait pareil mais lorsque tu as terminé la ligne, tu fais un petit trait devant la ligne* (montrer un petit trait sur une ligne sur une feuille vierge, phase 5, inhibition différée) 1 sonnerie

6 – *On revient aux panneaux du début. A toi d'entourer les panneaux qui ne sont pas des panneaux de sens interdit* (inhibition proactive de la réponse prédominante avec négation)

DIRECTIONS

1- *Maintenant, on va utiliser des panneaux de directions d'autoroute. Est-ce que tu as déjà pris l'autoroute ? Alors, parmi tous ces panneaux d'autoroute, à toi d'entourer le panneau sur lequel la direction de Lyon est indiquée* (phase 1, automatisation de la sélection d'informations pertinentes parmi des distracteurs, stimuli visuo-sémantiques, effet d'interférence faible centré sur le surcharge d'informations sémantiques (noms de villes et de différences de forme des panneaux)). 1*sonnerie/ 1^{ère} page stimuli hiérarchisés, 2^{ème} page stimuli confondus

2- *Maintenant, on imagine que tu approches de la ville de Lyon et que tu veux aller dans le centre de Lyon. Tu dois alors entourer les panneaux sur lesquels la direction de Lyon-centre est indiquée, attention c'est bien Lyon-centre* (effet d'interférence sémantique de niveau moyen, 1*sonnerie/ 1^{ère} page stimuli hiérarchisés, 2^{ème} page stimuli confondus)

3- *maintenant, à toi de barrer le panneau sur lequel Lyon écrit en dernier sur le panneau ; attention Lyon en dernier* (interférence proactive et introduction de la réponse différée avec un allongement du délai de réponse, interférence visuo-perceptive par reconnaissance directe) 1 sonnerie en début d'items

4- *Sur cette feuille, il y a d'autres panneaux. Tu dois maintenant retrouver et barrer le panneau sur lequel Lyon est écrit après Geneve* (interférence proactive, allongement du délai de réponse et interférence sémantique) 1 sonnerie en début d'items

5- *Maintenant, tu dois toujours repérer Lyon sur les panneaux, et entourer toute la ligne si tu vois Lyon sur au moins 2 panneaux* (effet d'inhibition différée, 1 sonnerie en début d'items)

6 – *Maintenant, tu dois entourer les panneaux sur lesquels Lyon n'est pas écrit* (inhibition proactive de la réponse prédominante avec négation)

PIETONS

1- *Maintenant, on va utiliser des panneaux avec des piétons. Il faut retrouver certains panneaux. Tout d'abord, je vais te demander de retrouver et d'entourer tous les panneaux sur lesquels il y a un enfant à droite de l'adulte (faire un dessin pour vérifier la bonne compréhension de la droite et la gauche).* Phase pré-attentive, phase d'automatisation, 1 sonnerie

2- *on change, maintenant il faut barrer tous les panneaux avec un enfant à gauche.* Phase 2, effet d'interférence proactive faible visuo-perceptive 1 sonnerie

3- ***maintenant, à toi d'entourer 2 panneaux côte à côte quand ces 2 panneaux montrent un enfant à droite.*** Phase d'interférence proactive modéré visuo-perceptive avec allongement du délai de réponse par inhibition1 sonnerie

4- ***A toi de barrer 2 panneaux côte à côte, lorsque ces deux panneaux sont identiques.*** Effet d'interférence proactive forte (type de personnages) 1 sonnerie

5- ***A toi de barrer toute la ligne quand il y a au moins 2 panneaux côte à côte avec 2 enfants à droite sur la même ligne*** (fort effet d'interférence proactive, interférences cumulées avec fort délai d'allongement de la réponse) 1 sonnerie

6- ***A toi d'entourer les panneaux sur lesquels il n'y a pas d'enfant à droite sur le panneau*** (interférence proactive de la réponse dominante degré fort avec négation).

VITESSES

1- ***Alors, maintenant, on va utiliser des panneaux de limitation de vitesse. Ces panneaux indiquent la vitesse maximale autorisée sur la route. Sur cette première feuille, il faut que tu retrouves et que tu entoures les panneaux de limitation de vitesse à 20km/H*** (faire un dessin sur une feuille libre pour s'assurer de la compréhension et de la reconnaissance du panneau). Phase 1 d'automatisation de la tâche et sonnerie pour renforcement de l'effet pré-attentif

2- ***Sur cette nouvelle feuille, il faut retrouver et barrer les panneaux de limitation de vitesse à 30km/h dont les chiffres sont écrits en noir. Attention il y a des chiffres écrits en gris que tu ne dois pas barrer.*** Phase 2 introduction d'une interférence proactive sur l'effet initial d'automatisation de type modéré et visuo-perceptive1 sonnerie

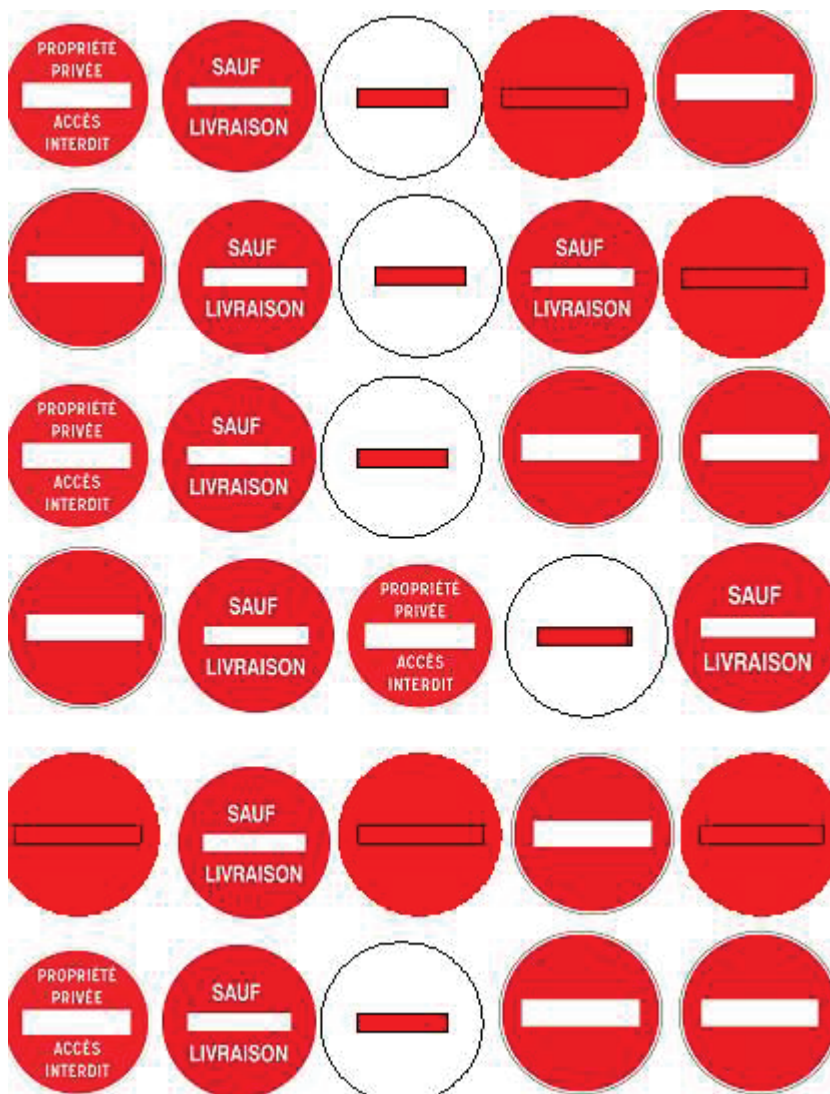
3- ***Attention, on change. Cette fois-ci tu dois entourer tous les panneaux de limitation de vitesse à 30km/h écrits en noir sur fond gris.*** Introduction d'une interférence double (chiffres+couleurs) proactive, 1 sonnerie

4- ***Alors, tu dois toujours retrouver les panneaux de 30Km/h et barrer cette fois-ci toute la ligne lorsque tous ces panneaux de 30Km/h sur la ligne sont noirs sur fond gris. Il faut bien barrer toute la ligne.*** Renforcement de l'inhibition différée avec interférence proactive double visuo-perceptive

5- ***Cette fois-ci, tu dois toujours entourer toute la ligne cette fois-ci uniquement lorsque sur la ligne tu trouveras une alternance entre les 20 km/h et les 30 km/h, c'est-à-dire chacun son tour*** (une fois 30 et une fois 20). Renforcement de l'inhibition différée avec interférence proactive visuo-sémantique

6- ***Pour terminer, tu dois barrer les panneaux sur lesquels il n'y a pas marqué 20Km/h, ni 30KM/H*** (inhibition proactive forte de la réponse prédominante avec gestion de la négation)

Annexe n°27 : exemple matériel panneaux (1 et 2)



20	30	50	20	70	30
30	50	80	30	30	80
20	30	50	30	80	80
30	30	50	20	20	80
70	50	80	30	30	80
30	50	20	80	40	90
30	30	50	20	70	30

Annexe n° 28 : sonnerie



Annexe n°29 : consignes protocole rééducatif, le correcteur, séances 1 & 2

Consignes : *pour ce nouveau jeu, c'est toi qui va noter mes réponses. Je te donne des réponses et tu dois entourer 1 si c'est une réponse juste et 0 si c'est une réponse fausse. C'est donc toi qui va corriger mes réponses et pour cela je vais te donner une feuille avec les réponses.*

1- Pour le premier exercice, je te donne des numéros de quai de gare, tu dois contrôler si je dis les bons numéros de quai de gare pour voir si les trains arrivent sur le bon quai. C'est toi qui corrige mes réponses. Il y a des réponses justes et des réponses fausses. Sur ta feuille, il y a les réponses justes ou les réponses fausses :

- *les réponses justes sont entourées de gris, si je donne la réponse juste tu entoures un point,*
- *les réponses fausses ne sont pas entourées de gris, si je donne la réponse fausse, tu entoures 0 point.*

D'abord on essaye en haut de la feuille. (sonnerie pour l'essai et sonnerie pour la tâche)

2- Pour ce deuxième exercice, c'est la même chose avec des numéros de route. Tu dois contrôler si je te prends la bonne route. Les bonnes réponses sont entourées de gris et si je te donne la bonne réponse, tu entoures 1 point. Les mauvaises réponses ne sont pas entourées de gris, alors si je te donne la mauvaise réponse, tu entoure la note 0. (sonnerie pour l'essai et sonnerie pour la tâche)

3- Pour ce troisième exercice, je dois prendre un moyen de transport en ville. Je dois trouver si pour aller à un endroit de la ville, il faut prendre le bus 0, le bus 1, le métro 0 ou le métro 1. Toi, tu dois vérifier la bonne réponse. Si je donne la bonne réponse (soulignée en gris), tu me donnes un point. Si je donne la mauvaise réponse (non soulignée), tu me donnes 0 point. (sonnerie pour l'essai et sonnerie pour la tâche)

4- Cette fois-ci, je dois dire si je vais partir en vacances en car ou en train. Pour certaines destinations de vacances, il faut prendre le car 0, pour d'autres le Car 1, le train 0, ou le train 1. Toi, tu dois vérifier la bonne réponse. Si je donne la bonne réponse (soulignée en gris), tu me donnes un point. Si je donne la mauvaise réponse (non soulignée), tu me donnes 0 point. (sonnerie pour l'essai et sonnerie pour la tâche)

5- pour ce dernier exercice, je dois me déplacer en ville en cherchant mon train, mon tram, mon arrêt de tram ou mon quai de gare. Tu dois vérifier si je ne me trompe pas de transport pour aller à mon travail. Si je donne la bonne réponse (en gris), tu me donnes un point. Si je donne la mauvaise réponse, tu me donnes 0 point (sonnerie essai et tâche).

Corriger en cas d'erreur. Sonnerie en début de tâche.

Augmentation séquentielle du niveau d'interférence

Interférence visuo-sémantique entre 0 et 1 double (contenu de réponse et modalité de réponse)

Stimulation de l'interférence niveau modéré 1 & 2 à élevée 3,4 et 5.

Consignes : tu te souviens, la dernière fois, tu as corrigé mes réponses ; je devais dire si j'avais pris la route 1 ou le Train 0 pour aller en vacances par exemple. Cette fois-ci, tu vas toujours corriger mes réponses sur d'autres choses.

N'oublie pas, tu dois entourer 0 si c'est une réponse fausse et 1 si c'est une réponse juste. C'est donc toi qui va corriger mes réponses et je vais te donner une autre feuille de réponse.

1- Pour le premier exercice, imagine que je fais un exercice de géométrie avec des carrés et des croix. Je dois te dire si dans mon exercice de géométrie, j'ai dessiné un carré ou une croix. C'est toi qui corrige mes réponses. Sur ta feuille, il y a les réponses justes ou les réponses fausses :

- les réponses justes sont entourées de gris, si je donne la réponse juste tu dois faire une croix dans le carré*
- les réponses fausses ne sont pas entourées de gris, si je donne la réponse fausse, tu ne dois pas faire de croix dans le carré*

D'abord on essaye en haut de la feuille. (sonnerie pour l'essai et sonnerie pour la tâche)

2- Pour ce deuxième exercice, j'ai un peu tout mélangé dans mon cahier de géométrie et je vais dire d'autres mots en plus de croix et carré. Toi, tu dois toujours bien corriger mes réponses. Les réponses justes sont entourées de gris et tu dois faire une croix dans le carré. Si mes réponses sont fausses (elles ne sont pas entourées de gris) et tu ne dois pas faire une croix dans le carré. (sonnerie pour l'essai et sonnerie pour la tâche)

3- Pour ce troisième exercice, je dois te dire si la réponse dans le livre de géométrie est écrite en blanc ou noir. Tu dois toujours corriger mes réponses. Les réponses justes sont entourées de gris et les réponses fausses non. Si je donne la bonne réponse, tu dois noircir la case en fin de ligne. Si je donne une réponse fausse, tu ne fais rien. (sonnerie pour l'essai et sonnerie pour la tâche)

4- Cette fois-ci, j'ai encore un peu tout mélangé avec les couleurs noires et blanches dans le cahier de géométrie. Tu dois toujours corriger mes réponses. Si c'est la bonne réponse, tu noircis la case en fin de ligne. Si c'est la mauvaise réponse, tu ne fais rien. (sonnerie pour l'essai et sonnerie pour la tâche)

5 – pour ce dernier exercice, je dois suivre la consigne du professeur/maitresse et tu dois corriger ce que je fais. Si c'est la bonne réponse, tu dois noircir la case en fin de ligne, si c'est la mauvaise, tu ne fais rien (sonnerie pour l'essai et pour la tâche).

Corriger en cas d'erreur. Sonnerie en début de tâche.

Changement d'items interférents

Interférence non proactive visuo-sémantique 1 & 3, visuo-phonologique 2, 4 & 5

Annexe n° 30 : exemple d'items de l'activité le correcteur

Protocole rééducatif, modalité écrite, le correcteur, 1^{ère} séance

QUAI DE LA GARE			
expérimentateur	decouper ✂	sujet	
Essai		Réponses	
- Quai 0		- Quai 0	Quai 1 0 1
- Quai 1		- Quai 0	Quai 1 0 1
- Quai 1		- Quai 0	Quai 1 0 1
- Quai 0		- Quai 0	Quai 1 0 1
Tâche		Réponses	
Quai 0		- Quai 0	Quai 1 0 1
Quai 1		- Quai 0	Quai 1 0 1
Quai 1		- Quai 0	Quai 1 0 1
Quai 0		- Quai 0	Quai 1 0 1
Quai 0		- Quai 0	Quai 1 0 1
Quai 0		- Quai 0	Quai 1 0 1
Quai 1		- Quai 0	Quai 1 0 1

Protocole rééducatif, modalité écrite, le correcteur, 1^{ère} séance

DEPLACEMENTS EN VILLE					
expérimentateur	decouper ✂	sujet			
Essai		Réponses			
- Quai 1		- Quai 1	Arrêt 01	Tram 1	Train 01 0 1
- Train 0		- Quai 1	Arrêt 01	Tram 1	Train 01 0 1
- Tram 1		- Quai 1	Arrêt 01	Tram 1	Train 01 0 1
- Arrêt 01		- Quai 1	Arrêt 01	Tram 1	Train 01 0 1
Tâche		Réponses			
Quai 0		- Quai 1	Arrêt 01	Tram 1	Train 01 0 1
Train 1		- Quai 1	Arrêt 01	Tram 1	Train 01 0 1
Quai 1		- Quai 1	Arrêt 01	Tram 1	Train 01 0 1
Train 0		- Quai 1	Arrêt 01	Tram 1	Train 01 0 1
Train 01		- Quai 1	Arrêt 01	Tram 1	Train 01 0 1
Arrêt 01		- Quai 1	Arrêt 01	Tram 1	Train 01 0 1
Train 01		- Quai 1	Arrêt 01	Tram 1	Train 01 0 1



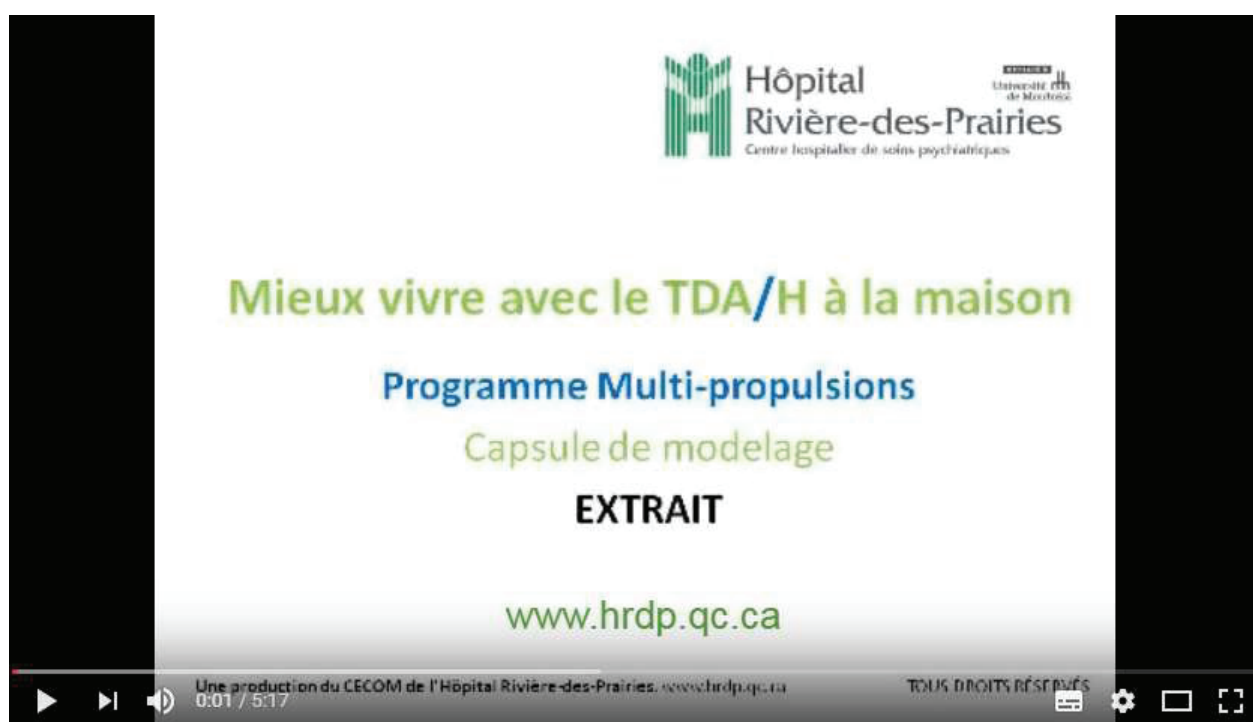
CARRE/CROIX		
expérimentateur	decouper ✂	sujet
Essai		Réponses
- Carré		- Carré Croix ☐
- Croix		- Carré Croix ☐
- Croix		- Carré Croix ☐
- Carré		- Carré Croix ☐
Tâche		Réponses
1. Carré		- Carré Croix ☐
2. Carré		- Carré Croix ☐
3. Croix		- Carré Croix ☐
4. Croix		- Carré Croix ☐
5. Croix		- Carré Croix ☐
6. Croix		- Carré Croix ☐

Annexe n° 31 : 1ères pages des diaporamas supports des séances familiales



Annexe n°32 : vidéo sur la gestion du TDAH, Hopital Rivière des Prairies

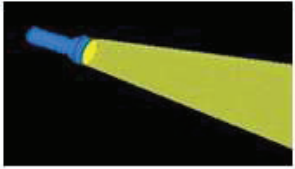
<https://www.youtube.com/watch?v=t5KSMOJj1Lo&t=1s>



Mieux vivre avec le TDA/H à la maison (programme Multi-propulsions)

Annexe n°33 : exemple de mission pour un sujet

M.
Janvier 2014

STOP		
DECOUPAGE DE CONSIGNES		
SELECTIONNER LE PLUS IMPORTANT		

Annexe n° 34 : aménagements pédagogiques et courrier d'accompagnement à destination de l'enseignant du sujet

AMENAGEMENTS EN CLASSE POUR LES ENFANTS PRESENTANT UN TROUBLE ATTENTIONNEL

DE QUOI A T IL BESOIN ?	QUELS AMENAGEMENTS SONT POSSIBLES ?
De mouvement D'espace De liberté dans son rythme	L'utiliser comme messenger Multiplier les occasions de se déplacer Lui permettre de s'étirer et même de se déplacer si cela ne gêne pas trop le cours Mettre en place des codes qu'il utilisera quand il aura vraiment besoin de bouger. Lui apprendre à repérer les symptômes avant coureurs du "clash" Lui laisser plus de temps s' il a pris du retard en s'efforçant de ne pas le stresser Laisser une large place au sport et à l'exercice physique

De conditions optimales pour se concentrer	Le placer près de l'adulte, à côté d'un élève calme, loin de la fenêtre ou de toute source de distraction (ordinateur en marche, enfants travaillant en groupe..) Dégager son bureau de toute source de distraction; Ne lui donner son matériel qu'au fur et à mesure (à moduler suivant l'âge) Lui donner des indices contextuels (signal, attitude du maître, horaires..) qui lui rappellent qu'il doit particulièrement mobiliser son attention.
---	--

D'aides pour compenser sa désorganisation	Avoir un double du matériel à la maison pour les devoirs. L'aider à la planification de ses actions par quelques mots qui précisent la chronologie des actions. L'accompagner dans l'exploration perceptive (visuelle et auditive) face à un document écrit ou sonore; Donner une trame logique, raisonnementale, stratégique pour les récits, les jeux.. Lui donner un travail sur un matériel concret et unique avec une seule tâche à la fois. Favoriser l'apprentissage par étapes afin d'éviter la surcharge d'informations Insister sur les mots clés des consignes ou des énoncés. L'autoriser à gommer ou raturer les erreurs d'inattention
--	--

D'aménagement de son temps	Diminuer les exigences en fin de journée, fin de semaine ou lors des périodes de fatigue manifeste Préférer les débuts de journée ou de semaine pour les activités cognitives nécessitant une forte mobilisation et pour les apprentissages nouveaux Quand c'est possible prévoir des séquences courtes, voire très courtes requérant son attention (la durée évoluera au fil des apprentissages) Instaurer des pauses entre les différentes parties d'une activité Lui laisser plus de temps pour une tâche ou diminuer la longueur de la tâche
De l'optimisation de ses compétences	Recentrer l'enfant sur sa tâche par la parole, le toucher, le contact visuel. Redonner la consigne individuellement, en étant près de l'enfant et en maintenant le contact visuel voire physique. Vérifier la compréhension avant que l'enfant s'engage dans l'exercice L'aider à mettre en place des stratégies de mémorisation. En dictée, lui apprendre à faire plusieurs relectures ciblées (une pour la ponctuation, une pour les pluriels, une pour la conjugaison....)

De restauration de l'image pour lui même, sa famille, l'école....	Eviter les mots inadéquats comme paresse, manque de motivation Lui expliquer et expliquer à la classe ce qu'est son trouble, le nommer Lui faire prendre conscience de son impulsivité en lui signalant ses comportements inadaptés sans porter de jugement de valeur sur sa personne Face à un comportement inadapté, non tolérable, rappeler le cadre, les limites, le règlement de la classe..
De revalorisation de ses capacités et de ses qualités	Valoriser ses capacités et ses qualités (il est rapide, il est serviable, il sait bien...) Créer un climat de confiance pour qu'il puisse s'exprimer et redemander une explication ou une reformulation de la consigne Instaurer en classe une bonne tolérance pour ce trouble mais aussi pour d'autres (dyslexie par exemple) pour ne pas avoir de moqueries ou d'apitoiement; Lui donner la possibilité de participer à des activités pour lesquelles il peut avoir des aptitudes ou des motivations particulières et où il peut être valorisé (arts plastiques, chant, sport, récits d'imagination, poésie...) éventuellement hors de la classe (autre classe, atelier...) Favoriser et contractualiser les liens entre l'enfant, la famille, la classe, le Rased et tous les intervenants (médecins, orthophonistes, psychomotriciens..)

Vous avez dans votre classe un enfant présentant un déficit attentionnel et/ ou un trouble d'hyperactivité

Trois **caractéristiques** permettent de reconnaître cette difficulté:

- ❑ L'inattention (difficulté à maintenir son attention, éparpillement de la pensée, saut "du coq à l'âne", impossibilité de faire abstraction des perturbations de l'environnement: bruit, changement,)
- ❑ L'agitation (enfant qui bouge beaucoup, parle fort et constamment....)
- ❑ L'impulsivité (réaction immédiate, spontanée, parfois disproportionnée au moindre stimuli)

Les causes ont une base d'ordre **neurophysiologique** (fonctionnement ralenti de certaines régions cérébrales du à une production insuffisante de certaines neuro hormones) Ce dysfonctionnement peut être aidé par une médication psychostimulante.

Mais beaucoup de travaux et d'observations sont en cours, il reste encore énormément à découvrir

Mieux comprendre change beaucoup de choses pour les parents, l'enseignant et surtout pour l'enfant. Cela permet de distinguer ce que l'enfant ne **PEUT** pas faire de ce qu'il ne **VEUT** pas faire et d'éviter les comportements inadéquats qui peuvent être destructeurs pour ces enfants fragiles; en effet les difficultés de ces enfants se situent aussi sur le plan émotionnel (dévalorisation stress, fatigue, jugement..)

Il importe de garder à l'esprit combien le cadre scolaire, de par sa nature même, est un milieu particulièrement difficile pour l'enfant hyper actif. Il doit rester assis, attendre son tour... et son attention est en permanence sollicitée.

Les fonctions d'**attention** sont multiples.

On observe plusieurs types d'attention:

- ❑ Attention soutenue ou vigilance
- ❑ Attention sélective qui sert à faire des choix, à faire le tri parmi les informations
- ❑ Attention divisée qui permet de faire deux activités en même temps telles qu'écouter l'enseignant et écrire en même temps

Les fonctions d'attention permettent donc de s'organiser, de contrôler son travail et ses activités, d'être disponible pour les apprentissages..

Par ailleurs l'attention est limitée, on ne peut la solliciter que sur un temps donné. La journée scolaire étant longue, il est donc indispensable d'effectuer des pauses régulières.

Les conseils qui suivent sont le fruit de l'expérience d'enseignants confrontés à ce problème et de la réflexion d'équipes hospitalières de neuro pédiatrie et neuro psychologie

Ils ne sont pas tous applicables "tels quels " et doivent être modulés en fonction de l'âge de l'enfant, du cours suivi, de la gravité de son trouble et du fonctionnement de la classe.

Chacun y prendra ce qui lui semble pertinent.

Ils ont été rédigés par Michèle Delorme, maître E au Rased de Lagnieu



Charlotte SEGUIN
Psychologue-
Neuropsychologue

Secrétariat
Pédopsychiatrie
☎ 04 74 09 27 95
L'hôpital Nord Ouest
Plateau d'Ouilly
BP 80 436
69 655 Villefranche sur
saône cedex



Laboratoire L2C2,
apprentissage et
communication,
Institut des Sciences
Cognitives,
CNRS, UMR 5304
67 Boulevard Pinel
69500 Bron
charlotte.seguin@isc.cnrs.fr

., T R I E / N E O N A T O L O G I E

Gleizé, Le 10 janvier 14

Madame, Monsieur,

Dans votre classe, vous avez un élève qui présente des difficultés d'attention. Suite à son diagnostic, des propositions de gestion du trouble attentionnel vous sont proposées en collaboration avec la famille et l'enfant.

Il ne s'agit pas d'appliquer l'ensemble des propositions mais de piocher dans celles qui vous paraissent le plus pertinentes dans votre situation de classe. Les aménagements sont regroupés selon les répercussions des trois catégories de symptômes (inattention, hyperactivité, impulsivité).

Ces propositions d'aménagements ont été réalisées par Mme Delorme, enseignante en RASED.

Merci pour votre attention !

Mme SEGUIN

Annexe n°35 : agenda efficacité des missions

Remédiation des troubles de l'attention
Hopital de Villefranche, ISC CNRS

AGENDA : EFFICACITE DES MISSIONS AU QUOTIDIEN

NOM DE L'ENFANT :

MISSION CHOISIE :

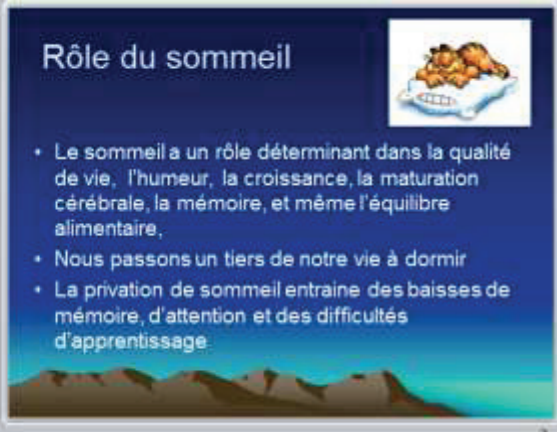
		Matériel utilisé (oui/non)	efficace	non efficace
	Lundi			
	Mardi			
	Mercredi			
	Jeudi			
	Vendredi			
	Samedi			
	Dimanche			
	Lundi			
	Mardi			
	Mercredi			
	Vendredi			
	Samedi			
	Dimanche			

Annexe n° 36 : capture d'écran diaporama séance n°8 protocole métacognitif



Attention, sommeil, rythme, anxiété et émotions

Remédiation des troubles de l'attention
Hôpital de Villefranche, ISC CNRS



Rôle du sommeil

- Le sommeil a un rôle déterminant dans la qualité de vie, l'humeur, la croissance, la maturation cérébrale, la mémoire, et même l'équilibre alimentaire,
- Nous passons un tiers de notre vie à dormir
- La privation de sommeil entraîne des baisses de mémoire, d'attention et des difficultés d'apprentissage

Annexe n° 37: diaporama séance n°12 protocole metacognitif



FONCTIONS D'ATTENTION, ECRANS, GESTION DU TEMPS

Remédiation des troubles de l'attention
Hôpital de Villefranche, ISC CNRS



Utilisation de la montre comme aide externe au TDAH

- Objectif:
 - prendre conscience du temps qui passe,
 - identifier les signes de fatigue,
 - respecter son besoin de pauses,
 - contraster le travail
- Déterminer le temps nécessaire de travail en accord avec son emploi du temps et son attention
- Début et fin de devoirs
- Nombre de pauses?
- Faire sonner sa montre, son réveil, son téléphone

Annexe n°38 : diaporama n°1 pour séance métacognitive



LE TROUBLE DE L'ATTENTION

C'EST QUOI?

Remédiation des troubles de l'attention
Hôpital de Villefranche, ISC CNRS

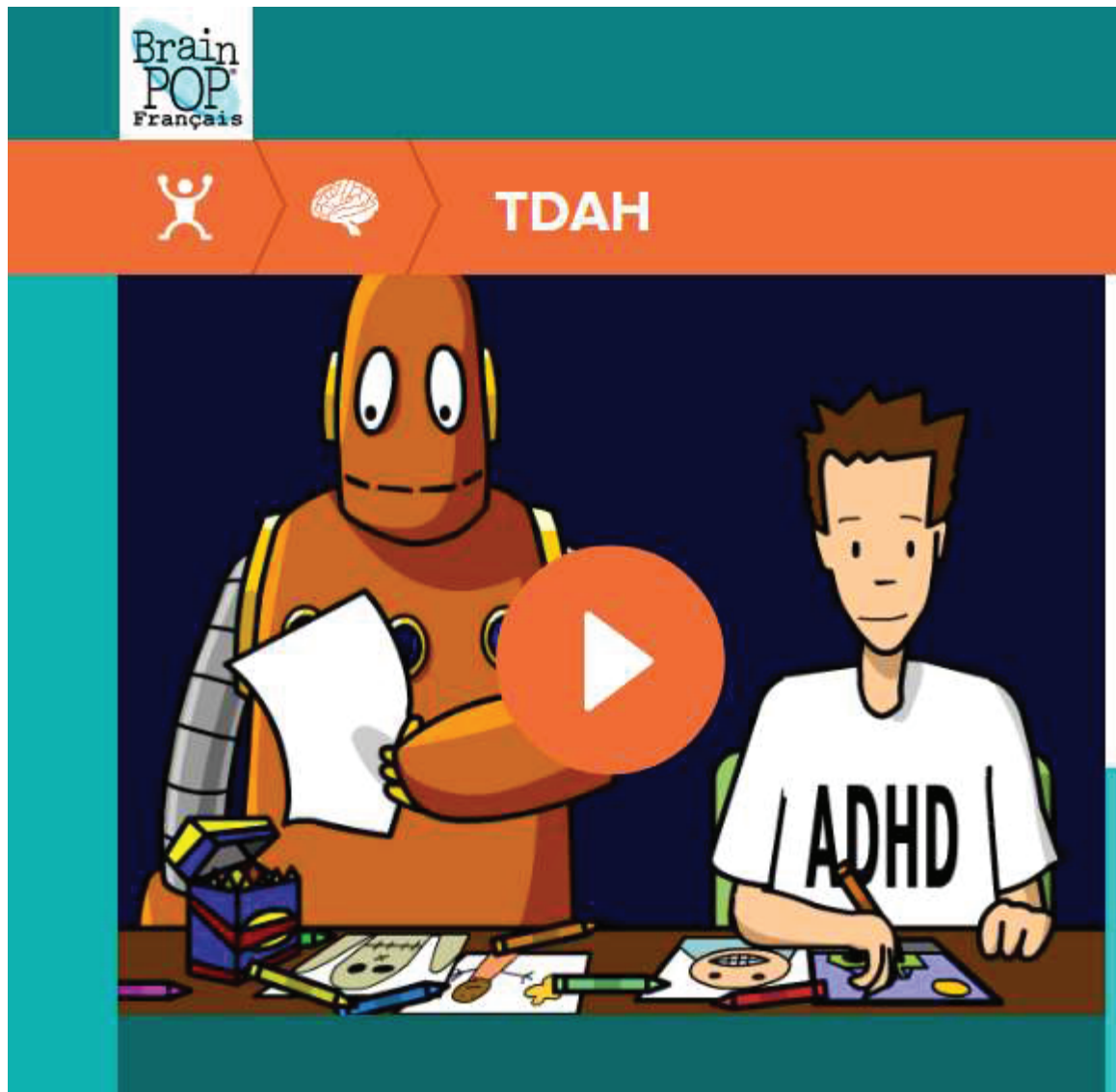


Le trouble de l'attention est appelé **TROUBLE DEFICITAIRE DE L'ATTENTION** ou **TDAH**

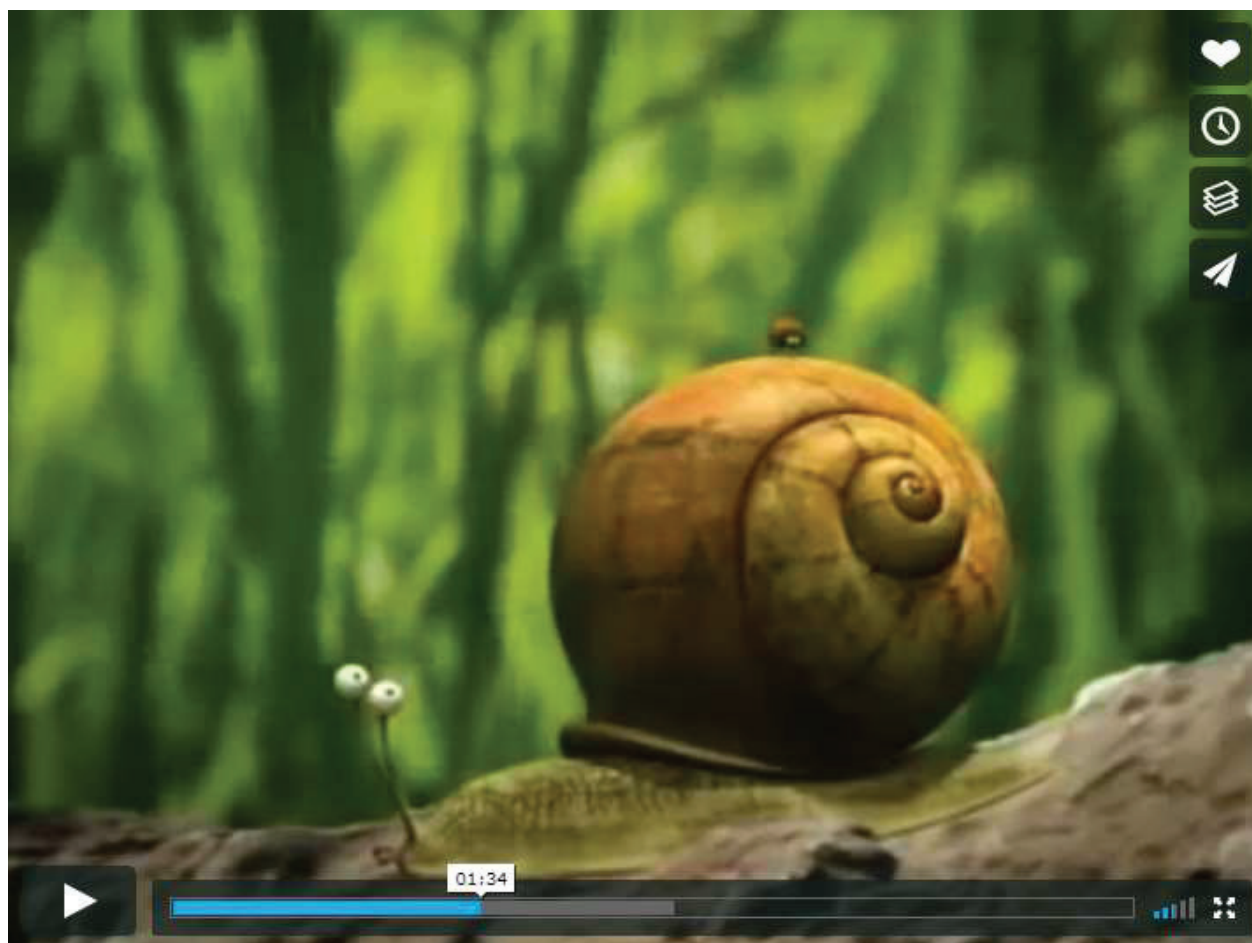
C'est un trouble qui concerne les enfants et les adultes

Ce trouble touche 3 à 5% de la population, cela veut dire environ 1 enfant par classe d'école

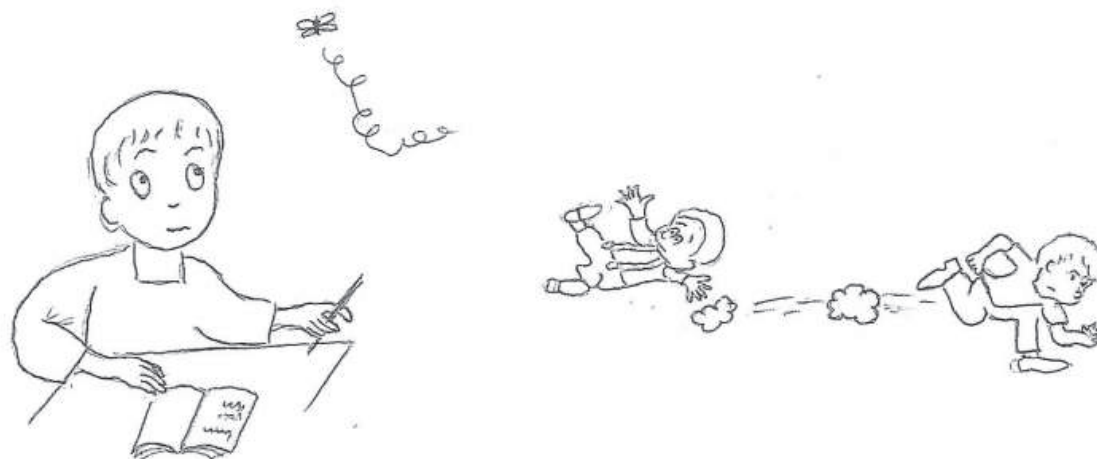
Annexe n°39 : capture d'écran de la vidéo de la séance métacognitive n°2
<https://fr.brainpop.com/sciencesdelavie/cerveauettroublesneurologiques/tdah/>



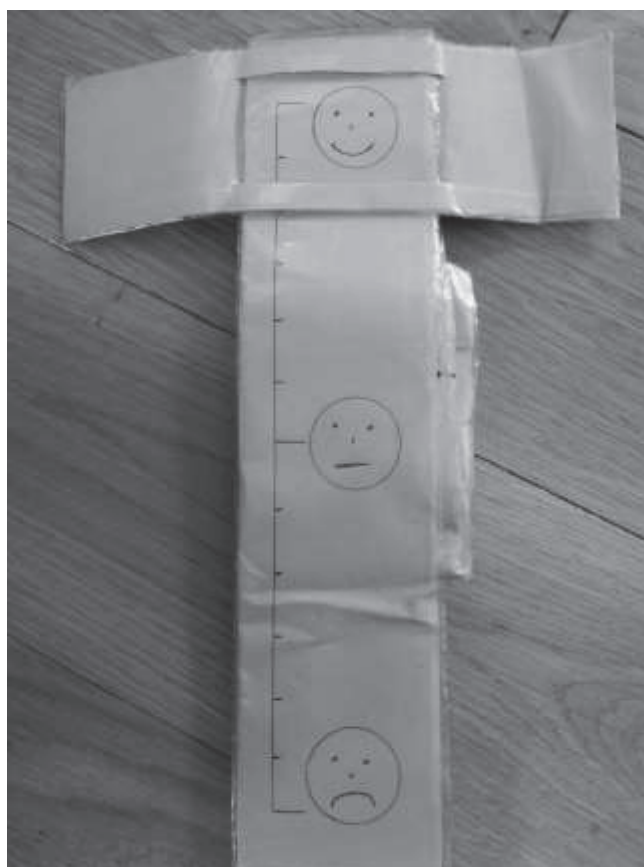
Annexe n° 40 : capture d'écran de la video de la séance metacognitive n°2
<https://vimeo.com/89198033>



Annexe n° 41 : dessins créés pour le protocole utilisés pour la séance metacognitive n°2



Annexe n°42 : échelle utilisée pour déterminer le niveau d'attention du sujet en début et fin de séance



Annexe n° 43 : Echelle d'attention utilisée en séance

Dates des séances	Type d'évaluation	smiley
	Autoévaluation début de séance	
	Autoévaluation fin de séance	
	Evaluation neuropsychologue fin de séance	
	Autoévaluation début de séance	
	Autoévaluation fin de séance	
	Evaluation neuropsychologue fin de séance	
	Autoévaluation début de séance	
	Autoévaluation fin de séance	
	Evaluation neuropsychologue fin de séance	
	Autoévaluation début de séance	
	Autoévaluation fin de séance	
	Evaluation neuropsychologue fin de séance	
	Autoévaluation début de séance	
	Autoévaluation fin de séance	
	Evaluation neuropsychologue fin de séance	
	Autoévaluation début de séance	