



**HAL**  
open science

# Remédiation cognitive des fonctions exécutives chez l'enfant avec TDA/H : étude contrôlée d'un protocole informatisé

Kelly Minary

## ► To cite this version:

Kelly Minary. Remédiation cognitive des fonctions exécutives chez l'enfant avec TDA/H : étude contrôlée d'un protocole informatisé. Sciences cognitives. 2010. dumas-01302572

**HAL Id: dumas-01302572**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01302572>**

Submitted on 14 Apr 2016

**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.

**Kelly MINARY**

**Née le 18 / 09 / 1987**

**REMEDICATION COGNITIVE DES FONCTIONS  
EXECUTIVES CHEZ L'ENFANT AVEC TDA/H:**

**Etude contrôlée d'un protocole informatisé**

**Mémoire pour l'obtention du Certificat de Capacité d'Orthophoniste**

**Année Universitaire 2009 - 2010**

**Université Victor Segalen - Bordeaux 2**

# SOMMAIRE

<b>PREAMBULE .....</b>	<b>8</b>
<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>9</b>
<b>C H A P I T R E 1 - LE TDA/H OU TROUBLE DEFICITAIRE DE L'ATTENTION /</b>	
<b>HYPERACTIVITE.....</b>	<b>11</b>
I) DÉFINITION ET ÉVOLUTION DU CONCEPT .....	11
A) Définition du trouble déficitaire de l'attention/hyperactivité.....	11
B) Evolution du concept au cours du XX <sup>ème</sup> siècle.....	11
1. De 1900 à 1970 : Un long clivage : Facteurs neurobiologiques VS. Facteurs psychosociaux .....	12
2. De 1980 à nos jours : Un rapport étroit aux classifications .....	14
II) EPIDÉMIOLOGIE .....	15
A) Prévalence du trouble en population générale et scolaire.....	15
B) Age.....	15
C) Sexe ratio.....	16
D) Type de TDA/H .....	16
III) DESCRIPTION CLINIQUE DU TDA/H.....	16
A) Principales manifestations cliniques chez l'enfant .....	16
1. L'hyperactivité .....	17
2. L'impulsivité.....	17
3. L'inattention.....	18
B) Fluctuation de la symptomatologie .....	18
IV) CRITÈRES DIAGNOSTIQUES DU TDA/H ET DIFFÉRENTES FORMES CLINIQUES .....	19
A) Critères diagnostiques du TDA/H selon les classifications.....	19
B) Formes cliniques du TDA/H dans les classifications .....	20

C) Diagnostic différentiel .....	20
V) COMORBIDITÉ DU TDA/H .....	21
A) TDA/H et autres troubles psychiatriques.....	21
1. Troubles externalisés .....	21
2. Troubles internalisés .....	22
B) TDA/H et troubles des apprentissages et de communication.....	22
1. Troubles du langage oral.....	23
2. Troubles du langage écrit .....	24
3. Troubles praxiques.....	25
4. Troubles du raisonnement logico-mathématique.....	25
C) Autres troubles fréquemment associés.....	26
1. Syndrome Gilles de la Tourette et tics moteurs .....	26
2. Troubles de la vigilance et du sommeil.....	26
3. Troubles des fonctions exécutives.....	26
VI) EVOLUTION DÉVELOPPEMENTALE ET RETENTISSEMENTS DU TROUBLE AUX DIFFÉRENTS ÂGES DE LA VIE.....	27
A) Le TDA/H dans l'enfance.....	27
B) Le TDA/H à l'adolescence .....	28
C) Le TDA/H à l'âge adulte .....	28
D) Facteurs prédictifs de l'évolution du trouble.....	29
VII) LES DIFFÉRENTS MODES DE PRISE EN CHARGE DU TDA/H.....	29
A) Les psychothérapies : l'exemple des Thérapies Cognitives et Comportementales ....	30
1. Les interventions auprès de l'enfant .....	30
2. Les approches éducatives et familiales .....	30
3. Les aides pédagogiques.....	31
B) Les rééducations de déficits spécifiques.....	31
C) Les traitements pharmacologiques.....	31
D) Les interventions multimodales .....	33

<b>C H A P I T R E 2 - LES FONCTIONS EXECUTIVES DANS LE TDA/H.....</b>	<b>34</b>
I) DÉFINITION ET DESCRIPTION DES FONCTIONS EXÉCUTIVES .....	34
A) Définition des fonctions exécutives.....	34
B) Description des fonctions exécutives.....	35
II) APPROCHES CLINIQUES, ANATOMIQUES ET ANATOMO-FONCTIONNELLES DES FONCTIONS EXÉCUTIVES .....	36
A) Descriptions cliniques des troubles des fonctions exécutives chez des patients cérébro-lésés .....	36
B) Des approches anatomiques aux approches fonctionnelles des dysfonctionnements exécutifs .....	37
1. L'approche de Luria (1967) .....	37
2. Du « syndrome frontal » au « syndrome dysexécutif » .....	38
3. Données anatomo-fonctionnelles actuelles des lobes frontaux .....	39
C) Exploration des fonctions exécutives en imagerie cérébrale chez des sujets sains ...	40
III) EVOLUTION DES MODÈLES THÉORIQUES .....	41
A) Modèles anatomo-fonctionnels.....	41
B) Modèles cognitifs.....	42
C) Modèle alternatif.....	46
D) Vers une conception plurimodale des fonctions exécutives .....	47
IV) DÉVELOPPEMENT DES FONCTIONS EXÉCUTIVES.....	48
A) Développement du cortex pré-frontal et maturation cérébrale .....	48
B) Apport des études en psychologie développementale .....	50
1. Expérimentations chez les bébés .....	50
2. Expérimentations chez les enfants d'âge préscolaire .....	50
3. Expérimentations chez les enfants d'âge scolaire .....	51
V) RELATIONS ENTRE FONCTIONS EXÉCUTIVES ET ATTENTION .....	52
A) Définition de l'attention .....	52
B) Principales théories neuropsychologiques de l'attention.....	53

C) Interactions entre les processus attentionnels et exécutifs .....	54
VI) LES FONCTIONS EXÉCUTIVES ET LES APPRENTISSAGES .....	55
VII) PROFIL EXÉCUTIF DE L'ENFANT PRÉSENTANT UN TDA/H .....	56
A) Le TDA/H : un « syndrome dysexécutif » ? .....	56
1. Le modèle de Barkley (1997) .....	57
2. Le modèle de Sonuga-Barke (2002) .....	59
B) Spécificité du déficit exécutif chez l'enfant TDA/H .....	59
<b>CHAPITRE 3 - STRATEGIES D'INTERVENTION CIBLEES SUR LES FONCTIONS</b>	
<b>EXECUTIVES CHEZ LES SUJETS PRESENTANT UN TDA/H.....</b>	<b>61</b>
I) LA REMÉDIATION COGNITIVE EN NEUROPSYCHOLOGIE .....	61
A) Définition de la remédiation cognitive .....	61
B) Différentes applications de la remédiation cognitive .....	62
1. Selon la population concernée .....	62
2. La remédiation cognitive de l'attention chez les sujets TDA/H .....	62
C) Principes et intérêts de la remédiation cognitive .....	63
1. Principes fondateurs.....	63
2. Intérêts des programmes de remédiation cognitive .....	64
II) LES STRATÉGIES DE RESTAURATION DITES « TOP-DOWN » .....	65
III) LES STRATÉGIES D'INTERVENTION DITES « BOTTOM-UP » .....	68
A) Programmes non informatisés .....	68
B) Programmes informatisés .....	69
IV) LES INTERVENTIONS MULTIMODALES.....	70
<b>CHAPITRE 4 - METHODOLOGIE.....</b>	<b>73</b>
I) OBJECTIFS DE L'ÉTUDE .....	73
II) PRÉSENTATION DE LA POPULATION .....	73

A) Présentation générale .....	73
B) Critères d'inclusion .....	74
1. Le diagnostic : .....	74
2. L'âge : .....	74
3. La scolarité : .....	74
4. Le sexe : .....	74
5. L'examen psychométrique : .....	74
6. Consentement parental : .....	75
C) Critères d'exclusion .....	75
1. Retard mental : .....	75
2. Troubles sensoriels : .....	75
3. Troubles psychiatriques : .....	75
4. Eloignement géographique : .....	75
5. Prise en charge : .....	75
III) PRÉSENTATION DES OUTILS UTILISÉS .....	76
A) Protocole d'évaluation .....	76
1. Présentation générale .....	76
2. Données cliniques .....	77
3. Evaluation des processus attentionnels : KITAP .....	77
4. Evaluation écologique des fonctions exécutives : la BADS-C .....	79
5. Tâche de copie de figure complexe .....	84
B) Protocole informatisé de remédiation cognitive des fonctions exécutives chez les enfants TDA/H .....	84
1. Présentation du protocole .....	84
2. Description des modules du programme de remédiation cognitive des fonctions exécutives (Hacques, 2009) .....	87
IV) ANALYSE DES RÉSULTATS .....	97

<b>C H A P I T R E 5 - PRESENTATION DES RESULTATS .....</b>	<b>98</b>
I) PRÉSENTATION DES PROFILS DE LA POPULATION À T0.....	99
A) Données générales de la population à T0 .....	99
B) Comparaison des profils attentionnels des groupes à T0 .....	100
C) Comparaison des profils exécutifs des groupes à T0 .....	101
D) Comparaison des performances au test de copie de figure complexe à T0.....	101
II) EFFETS DE LA REMÉDIATION COGNITIVE.....	102
A) Evolution des compétences exécutives des groupes.....	102
1. Groupe rééduqué (groupe d'étude) .....	102
2. Groupe non rééduqué (groupe contrôle) .....	104
B) Evolution des profils attentionnels des groupes.....	105
1. Groupe rééduqué (groupe d'étude) .....	105
2. Groupe non rééduqué (groupe contrôle) .....	106
C) Evolution des performances des groupes au test de copie de figure complexe .....	107
1. Groupe rééduqué (groupe d'étude) .....	107
2. Groupe non rééduqué (groupe contrôle) .....	107
III) COMPARAISON DES PROFILS DES GROUPES À T1 .....	108
A) Comparaison des profils attentionnels des groupes à T1.....	108
B) Comparaison des profils exécutifs des groupes à T1.....	109
C) Comparaison des performances à une tâche de copie de figure complexe à T1 ...	110
IV) EFFETS DU TRAITEMENT MÉDICAMENTEUX .....	111
A) Comparaison des performances des enfants traités (méthylphénidate) et des enfants non traités à T0.....	111
1. Profils attentionnels des enfants traités et des enfants non traités à T0.....	111
2. Compétences exécutives des enfants traités et des enfants non traités à T0 .....	112
3. Performances des enfants traités et des enfants non traités à une tâche de copie de figure complexe à T0 .....	112



B) Comparaison des performances des enfants sans traitement médicamenteux des groupes étude et contrôle à T1 .....	113
1. Profils attentionnels des enfants sans traitement médicamenteux à T1.....	113
2. Compétences exécutives des enfants sans traitement médicamenteux à T1 .....	114
3. Performances des enfants sans traitement médicamenteux à une tâche de copie de figure complexe à T1 .....	115
C) Comparaison des performances des enfants avec traitement médicamenteux du groupe étude et du groupe contrôle à T1 .....	115
1. Profils attentionnels des enfants avec traitement à T1.....	115
2. Compétences exécutives des enfants avec traitement médicamenteux à T1 .....	116
3. Performances des enfants avec traitement médicamenteux à une tâche de copie de figure complexe à T1 .....	117
V) EVALUATION QUALITATIVE DU PROTOCOLE DE RÉÉDUCATION.....	117
<b>DISCUSSION.....</b>	<b>123</b>
I) RAPPEL DES RÉSULTATS .....	123
II) DISCUSSION DES RÉSULTATS.....	124
III) BIAIS ET LIMITES MÉTHODOLOGIQUES DE L'ÉTUDE .....	134
A) La population.....	134
B) La procédure d'évaluation .....	134
IV) PERSPECTIVES.....	136
<b>CONCLUSION .....</b>	<b>137</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>1378</b>
<b>ANNEXES .....</b>	<b>13752</b>

# - PREAMBULE -

Avant toute chose, je souhaiterais vivement rendre hommage au remarquable travail de recherche en orthophonie qu'Anelise Hacques a accompli en 2009. Je m'y suis naturellement beaucoup intéressée puisqu'il constitue une base indispensable au projet de mémoire que j'ai moi-même entrepris. C'est donc avec une grande admiration que j'ai découvert le fruit de longs mois de travail.

Anelise a su mener à bien ce projet avec un dynamisme et une rigueur exemplaires. Je sais combien elle s'y est investie et à quel point cela était important à ses yeux. C'est d'ailleurs parce qu'elle y a pris tant de plaisir et de satisfaction que je suis d'autant plus fière et enthousiaste d'avoir poursuivi le travail qu'elle m'avait d'une certaine façon « confié ».

Je lui suis très reconnaissante de l'aide qu'elle m'a apportée, de sa bienveillance naturelle et de sa confiance. Je tiens à lui témoigner toute ma sollicitude et mes pensées les plus sincères dans les difficultés qu'elle traverse. Pour finir, je souhaite que ce travail soit dans la continuité du sien, et à la hauteur de ses espérances.

Kelly MINARY

## INTRODUCTION

**Le Trouble Déficitaire de l'Attention / Hyperactivité**, également appelé TDA/H, représente actuellement l'un des motifs de consultation les plus courants en pédopsychiatrie. Depuis plus d'un siècle, ce trouble a fait l'objet de diverses descriptions.

Le TDA/H est considéré comme un véritable enjeu de santé publique puisqu'il concerne près de 5% de la population générale et constitue donc le trouble psychopathologique le plus fréquent. Ce syndrome d'origine neuro-développementale est principalement caractérisé par trois manifestations symptomatiques: l'inattention, l'hyperactivité, l'impulsivité. Affectant les capacités d'apprentissage et d'adaptation des enfants, il est particulièrement invalidant et génère le plus souvent de nombreuses répercussions dans la vie familiale, sociale, scolaire et professionnelle du sujet à plus long terme. Il nécessite donc une démarche diagnostique rigoureuse ainsi que l'élaboration d'un projet thérapeutique plurimodal et pluridisciplinaire adapté impliquant l'entourage du sujet TDA/H. Le projet thérapeutique va s'articuler autour d'une prise en charge médicale, familiale, psychosociale et psychothérapeutique. Si besoin, une rééducation des troubles associés mais aussi une remédiation des troubles intrinsèques peuvent être mises en place.

**Les fonctions exécutives** désignent les processus cognitifs conscients mis en jeu à plusieurs niveaux lors de la réalisation d'une tâche non routinière, conflictuelle ou complexe. Elles sont constamment sollicitées dans la vie quotidienne et dans les apprentissages.

De nombreuses études ont décrit des programmes de réhabilitation des fonctions exécutives chez les patients cérébro-lésés et chez les adultes schizophrènes. En revanche, il existe dans la littérature très peu de données relatives à la **remédiation des fonctions exécutives chez l'enfant TDA/H**.

En 2009, Anelise Hacques a traduit et utilisé la BADS-C qui est un outil d'évaluation standardisé et écologique des fonctions exécutives chez l'enfant. Sa description du profil exécutif des enfants TDA/H l'a amenée à élaborer un **protocole informatisé de remédiation cognitive des fonctions exécutives spécifiquement adapté à cette population**. Cette étude préliminaire sur un enfant TDA/H évoquait l'intérêt du programme de remédiation cognitive et soulevait de nombreuses questions :

Est-il possible d'améliorer les fonctions exécutives chez des enfants TDA/H en stimulant de manière spécifique ces mêmes fonctions ? Quels sont les effets du traitement médicamenteux sur les fonctions exécutives et qu'apporte la rééducation aux enfants bénéficiant d'un traitement ? Quel est l'impact d'une prise en charge des fonctions exécutives de l'enfant TDA/H sur son attention ? Enfin, quelle est la faisabilité d'un tel programme de remédiation ?

C'est pourquoi nous avons voulu **évaluer l'efficacité de ce protocole de remédiation des fonctions exécutives chez des enfants de 7 à 10 ans ayant reçu le diagnostic de TDA/H**.

Dans un premier temps, nous décrivons le Trouble Déficitaire de l'Attention / Hyperactivité. Nous définirons le concept des fonctions exécutives et ses liens avec le TDA/H et exposerons les différentes stratégies d'intervention visant à remédier au déficit exécutif chez les sujets TDA/H. Nous présenterons par la suite notre population, nos outils et nos résultats.

# - CHAPITRE 1 - LE TDA/H OU TROUBLE DEFICITAIRE DE L'ATTENTION / HYPERACTIVITE

## I) Définition et évolution du concept

### **A) Définition du trouble déficitaire de l'attention/hyperactivité**

Dans la littérature récente, les auteurs se réfèrent aux classifications et s'accordent pour définir le plus souvent le TDA/H par les symptômes comportementaux cliniques qui le caractérisent (inattention, hyperactivité, impulsivité). Toutefois, nous pouvons également retenir la définition issue du Manuel Diagnostique et Statistique des troubles mentaux dans sa quatrième version (DSM-IV, l'American Psychiatric Association, 1996) selon laquelle le TDA/H désigne :

*« Un mode persistant d'inattention et / ou d'hyperactivité – impulsivité plus fréquent et sévère que ce qu'on observe habituellement chez les sujets d'un niveau de développement similaire ».*

### **B) Evolution du concept au cours du XX<sup>ème</sup> siècle**

L'hyperactivité telle que nous la connaissons aujourd'hui a fait l'objet de multiples descriptions depuis plus d'un siècle, et les terminologies la désignant se sont souvent vues modifiées. De nombreuses études ont été menées afin d'en déterminer l'étiologie, la prévalence et la nosographie.

Il est pour le moins anecdotique que le trouble soit décrit pour la première fois en 1844, dans une bande dessinée que le Dr Hoffmann H. (cité par Barkley, 1997 ; Dumas, 2007 ; Wahl, 2009) offre à son fils pour le divertir. Les illustrations d'un repas de famille contribuent à rendre l'histoire de Philippe-qui-gigote d'autant plus cocasse: « Philippe n'écoutait guère ce que lui disait son père. Il gigotait, Se balançait, Se dandinait, Et trépignait. »

Par ailleurs, James W. (cité par Barkley et al., 2003) décrit chez ces enfants un tempérament de nature explosive dans son ouvrage *Principles of Psychology*.

Mais des études plus sérieuses sont menées par la suite et nous permettent de distinguer grossièrement plusieurs périodes marquées par l'évolution des théories d'une part, et celle de la terminologie d'autre part.

## 1. De 1900 à 1970 : Un long clivage : Facteurs neurobiologiques VS. Facteurs psychosociaux

En 1897, Bourneville (cité par Bursztejn, 2001 ; Wahl, 2009) décrit assez précisément les signes d'instabilité chez l'enfant, mais Still, pédiatre anglais, (cité par Barkley et al., 2003 ; Bouvard et al., 2006 ; Dumas, 2007) est véritablement le premier à publier, en 1902, une description clinique détaillée des manifestations d'inattention et de manque d'inhibition chez plusieurs enfants. Devant l'absence d'étiologie commune, il postule l'existence de prédispositions familiales et suggère l'implication probable d'une « lésion cérébrale minime ».

Mais cette approche se voit rapidement controversée par les critiques car aucune preuve d'atteinte lésionnelle n'est avancée. De plus, il existe sur le plan comportemental des signes n'étant nullement liés à une étiologie neurologique. Le concept de « dysfonctionnement cérébral mineur » (*minimal brain dysfunction* – MBD) succède alors à celui de « lésion cérébrale minime » dans les années 50 (Barkley, 1997 ; Bursztejn, 2001 ; Bouvard et al., 2006).

A cette même période, des travaux s'inscrivant dans une perspective neuro-physiologique s'intéressent plus spécifiquement aux comportements impulsifs des enfants hyperactifs. Ces derniers résulteraient d'un filtrage insuffisant des stimuli par le thalamus (Barkley et al., 2003 ; Bouvard et al., 2006).

Durant ces années, les recherches portent plus sur l'étiologie du syndrome que sur la description des signes cliniques observables. Cependant, aucune de ces recherches n'apporte de preuves scientifiques et la nature neurobiologique du trouble demeure incertaine. Emerge alors en 1960, chez Burks puis Chess, (cités par Barkley, 1997) la notion de « syndrome de l'enfant hyperactif » qui suppose la présence chez l'enfant de gestes moteurs quotidiens excessifs en regard de ceux constatés chez un enfant normal du même âge.

Certains auteurs, en désaccord avec cette hypothèse trop réductrice, s'intéressent davantage au développement psycho-socio-affectif de ces enfants (Fournier et al., 2004 ; Thomas et Willems, 2001).

Parmi eux, Wallon H. (cité par Fournernet et al., 2004 ; Dumas, 2007) publie en 1925 une thèse intitulée *L'enfant turbulent* dans laquelle il affirme que des difficultés d'adaptation sociale chez les enfants hyperactifs proviendraient de perturbations au niveau de leur développement personnel psycho-affectif.

Abramson J., s'inscrit dans la lignée des travaux de son prédécesseur puisqu'il décrit dans sa thèse (1940) qu'un trouble du développement affectif peut engendrer un déficit attentionnel, une instabilité motrice ou une déficience intellectuelle (Fournernet et al., 2004).

Heuyer G. (cité par Fournernet et al., 2004 ; Wahl, 2009), quant à lui, expose dans sa thèse (1951) deux facteurs développementaux qui seraient à l'origine du syndrome d'instabilité. D'une part, un sentiment d'insécurité empêcherait l'instauration d'objet stable. D'autre part, la séparation précoce ou durable susciterait une carence affective chez l'enfant.

Selon Ajuriaguerra J. (1974, cité par Fournernet et al., 2004 ; Wahl, 2009 ; Thomas et Willems, 2001), les troubles moteurs sont au cœur du syndrome et constituent une sorte de bouclier les protégeant de sentiments envahissants tels que l'anxiété et la frustration.

La seconde édition du Manuel Diagnostique et Statistique des troubles mentaux (APA, 1968) s'imprègne d'ailleurs de l'approche d'inspiration analytique très en vogue à cette époque. Les différentes manifestations comportementales y sont regroupées sous l'appellation « réactions hyperkinétiques de l'enfant ». Le diagnostic repose sur une souffrance affective et ne peut, dès lors, être établi qu'en l'absence de lésion cérébrale (Dumas, 2007).

→ L'historique non exhaustif de cette période permet de retracer l'évolution des courants de pensée s'intéressant à l'hyperactivité, ainsi que celle des différentes hypothèses concernant l'origine des troubles et leurs modes d'expression. Mais aujourd'hui encore, il subsiste des divergences théoriques autour du TDA/H qui suscitent de nombreuses discussions.

## 2. De 1980 à nos jours : Un rapport étroit aux classifications

Le DSM-III (APA, 1980) marque une rupture avec l'orientation psychanalytique. Il dresse avant tout une description des signes cliniques et des critères diagnostiques en psychopathologie. La nouvelle terminologie de « trouble déficitaire de l'attention avec hyperactivité » confère beaucoup plus d'importance au trouble attentionnel. Ainsi, bien que le diagnostic repose sur l'analyse des trois critères que sont l'inattention, l'impulsivité et l'hyperactivité, cette définition insinue que la présence du seul déficit attentionnel serait suffisante pour poser le diagnostic.

Dans la version révisée du DSM III, le DSM-III-R (APA, 1987) le trouble de l'attention avec hyperactivité se voit remplacé par l'appellation « hyperactivité avec déficit de l'attention ». Les quatorze critères diagnostiques nouvellement établis sont regroupés en une seule liste. A cette période, l'hyperactivité occupe donc à nouveau une place primordiale dans l'étape diagnostique, alors que l'inattention est reléguée au rang de catégorie résiduelle. Il est spécifié que les recherches sont insuffisantes pour déterminer les critères diagnostiques du trouble attentionnel (Barkley, 1997).

Enfin, les classifications les plus récentes auxquelles les cliniciens se réfèrent de nos jours sont la CIM-10, publiée par l'Organisation Mondiale de la Santé en 1993, ainsi que la classification américaine du DSM-IV (APA, 1994) dans laquelle est adoptée l'expression « déficit de l'attention/hyperactivité (TDAH)». De plus, le DSM-IV distingue trois sous-types de TDA/H selon les symptômes majeurs observés :

- Le TDA/H de type inattentif,
- Le TDA/H de type hyperactif-impulsif
- Le TDA/H de type mixte qui inclut des critères d'inattention et d'hyperactivité-impulsivité.

➔ L'élaboration et l'évolution des classifications au cours des ces cinquante dernières années ont permis une meilleure définition du TDA/H, ainsi que de ses diverses formes cliniques et de ses critères diagnostiques. Ainsi, les classifications consensuelles contribuent à une certaine harmonisation des pratiques diagnostiques aussi bien dans le domaine de la recherche que dans la pratique clinique.



## II) Epidémiologie

A ce jour, de nombreuses études épidémiologiques ont été menées à travers le monde afin de déterminer la fréquence du trouble au sein de la population. Néanmoins, les chiffres diffèrent nettement d'une étude à l'autre. Cette variation peut être corrélée avec la diversité de plusieurs paramètres tels que les échantillons étudiés, les personnes auprès desquelles sont recueillies les informations, les critères diagnostiques retenus ainsi que les méthodes d'évaluation utilisées (Szatmari, Offord et Boyle cités par Campbell, 2000 ; Dumas 2007).

### **A) Prévalence du trouble en population générale et scolaire**

Selon un rapport de l'Inserm publié en 2003 (Bailly et al., 2003), 200 000 enfants âgés de 4 à 19 ans seraient hyperactifs en France. De plus, des études ont démontré que le trouble concerne toutes les cultures et toutes les strates socio-économiques (Dinklag et Barkley, 1992, cités par Zesiger et Eliez, 2009).

De récentes études épidémiologiques rapportent les données chiffrées suivantes :

- En population générale, le TDA/H constitue le trouble psychopathologique le plus fréquent avec une prévalence du trouble le plus souvent estimée à 5% selon les critères du DSM-IV (Vantalon, 2005 ; Bouvard et al., 2006).
- Dans la population scolaire, près de 8 à 10% des enfants d'âge scolaire présenteraient ce trouble (APA, 2003).

Toutefois, l'estimation moyenne du taux de prévalence dissimule une fluctuation très importante de la présence du trouble selon l'âge, le sexe ou encore les symptômes principaux observés (Bouvard et al., 2006 ; Dumas, 2007).

### **B) Age**

La prévalence globale est majorée durant l'enfance alors qu'elle tend à diminuer à l'adolescence. En effet, près de 20% des formes diagnostiquées dans l'enfance s'amointrissent voire disparaissent à l'adolescence (Martin-Guehl, 2004). Mais cette diminution concerne davantage les garçons que les filles. De plus, la symptomatologie se modifie avec l'âge : l'hyperactivité et l'impulsivité sont généralement de moins en moins saillantes alors que l'inattention perdure à l'adolescence et à l'âge adulte (Bouvard et al., 2006).

### **C) Sexe ratio**

Le trouble affecte davantage les garçons que les filles dans des rapports qui varient de 2 à 4 garçons pour une fille en population générale, et peut atteindre jusqu'à 9 garçons pour une fille en population clinique (Bouvard et al., 2006). Les garçons présentent plus fréquemment des formes de TDA/H où les manifestations externalisées d'hyperactivité et d'impulsivité priment sur l'inattention. Au contraire, les filles développent des formes où l'inattention est au premier plan. Nombre d'auteurs supposent d'ailleurs que la fréquence du TDA/H chez la fille serait sous-estimée en raison des troubles internalisés qui sont peu visibles et se révèlent plus tardivement. Il se pourrait également que beaucoup d'entre elles ne soient même jamais diagnostiquées (Zesiger et Eliez, 2009).

### **D) Type de TDA/H**

La distinction de trois sous-types de TDA/H dans le DSM-IV (APA, 1996) constitue également un facteur de variation de la prévalence du trouble. En effet, les études démontrent que la forme mixte (ou combinée) est celle qui est rencontrée le plus couramment alors que le TDA/H de type hyperactif-impulsif demeure bien moins répandu et représente seulement 1 à 2% des cas (Berquin, 2005).

## **III) Description clinique du TDA/H**

### **A) Principales manifestations cliniques chez l'enfant**

Pour réaliser une description de la symptomatologie du TDA/H, il n'est pas anodin de choisir l'exemple de l'enfant présentant une forme mixte. En effet, ce sous-type est le plus répandu et c'est après l'entrée en CP que sont dépistés et diagnostiqués nombre de ces troubles car les exigences scolaires ne cessent de croître en termes de rigueur, de rythme et d'attention. Le TDA/H est une entité nosologique hétérogène dont les symptômes sont inappropriés dans leur intensité, surviennent dans des situations diverses, et persistent dans le temps (Bouvard et al., 2006). Dans la littérature, la description repose sur les observations des cliniciens, de l'entourage ou des enseignants.

Les ouvrages exposant la sémiologie du TDA/H étant nombreux et riches en informations, nous avons souhaité en faire une synthèse à partir d'une revue de la littérature non exhaustive (Mouren, 2004 ; Vantalou, 2005 ; Berquin, 2005 ; Bouvard et al., 2006 ; Lecendreux et al., 2007)

## 1. L'hyperactivité

Ce symptôme est d'autant plus présent que le sujet est jeune et il entrave de façon durable et non négligeable la vie familiale, sociale, scolaire et professionnelle de celui-ci. Les jeunes enfants sont le plus souvent perçus comme vifs et agités mais dès l'entrée en CP leur comportement est jugé turbulent et perturbateur. L'hyperactivité, à la fois motrice et comportementale, est mal régulée et excessive en comparaison aux enfants du même âge. Elle se manifeste par une agitation incessante, désorganisée et sans but. L'enfant ne peut rester en place : il se lève sans permission, parcourt l'espace, se tortille sur sa chaise, se balance, sautille ou manipule les objets à sa portée. De plus, l'enfant ne module pas son intensité vocale, il parle fort, fait du bruit et émet parfois des bruitages incongrus. Ses commentaires sont le plus souvent inappropriés et sans lien avec le contexte ou la conversation à laquelle il tente de prendre part (APA, 2003 ; OMS, 1994 ; Mouren, 2004). Enfin, il est courant qu'une hyperactivité diurne aille de pair avec une agitation motrice nocturne importante, des difficultés d'endormissement et des impatiences locomotrices vespérales (Lecendreux et al., 2004 ; Konofal, 2005 ; Bouvard et al., 2006).

## 2. L'impulsivité

L'impulsivité concerne tant la sphère motrice et comportementale que les activités cognitives (Berquin, 2005). Ce symptôme se caractérise notamment par une intolérance à l'attente, et une impatience marquée. De plus, ces enfants ne se repèrent que dans l'immédiateté et éprouvent ainsi des difficultés à concevoir ou anticiper le temps et les successions d'actions. C'est pourquoi ils ne peuvent pas différer leurs désirs, les récompenses ou encore les punitions, ce qui occasionne colères, frustrations et parfois incompréhension (Berquin, 2005). A cela s'ajoutent des difficultés à organiser et planifier des tâches. De plus, ces enfants peinent à inhiber une réponse comportementale ou motrice automatique, en raison d'un déficit d'auto-contrôle. Ainsi, ils n'écoutent pas ou ne lisent pas l'intégralité des énoncés et

ils se précipitent pour répondre aux questions. Certains auteurs évoquent même un défaut de « censure sociale » (Bouvard et al., 2006) car ils interrompent les autres, ne respectent pas les tours de rôle ou de parole, et interviennent de manière intempestive. Enfin, l'impulsivité peut conduire ces enfants à s'engager dans des activités motrices dangereuses, sans même en percevoir les risques (Mouren, 2004).

### 3. L'inattention

Les difficultés attentionnelles revêtent un aspect temporel et organisationnel (Dumas, 2007). Les enfants présentant un trouble attentionnel se montrent très sensibles aux distracteurs externes visuels, auditifs ou kinesthésiques (Berquin, 2005). Ils semblent ne pas écouter et sont fréquemment décrits comme « dans la lune » ou rêveurs. Toutefois, des travaux en psychologie expérimentale ont démontré qu'il s'agirait davantage d'une moins bonne persévérance dans l'effort que d'une distractibilité (Bouvard et al., 2006). En effet, ces enfants abandonnent plus facilement face à l'obstacle ou l'échec (Dumas, 2007). Par ailleurs, ils oublient ou perdent souvent leurs affaires.

Les processus attentionnels sont moins efficaces et plus particulièrement l'attention soutenue et l'attention sélective (Berquin, 2005). Ces enfants ne peuvent donc pas maintenir leur attention tant dans les activités scolaires que les activités ludiques. Ils se lassent vite et passent rapidement d'une tâche à l'autre. En outre, ces enfants mènent rarement à terme seuls leurs devoirs et les tâches domestiques, jugés trop contraignants. Ils éprouvent également des difficultés pour s'organiser dans leur travail ou une tâche complexe, et mémorisent mal les consignes (Touzin, 1999).

## **B) Fluctuation de la symptomatologie**


Il existe une variation parfois considérable de l'expression des symptômes d'un moment à l'autre de la journée, d'une situation à l'autre et d'un individu à l'autre (Mouren, 2004 ; Bouvard et al., 2006 ; Lecendreau et al., 2007). C'est la raison pour laquelle toutes les personnes amenées à rencontrer des enfants présentant un TDA/H doivent conjuguer plusieurs paramètres afin d'instaurer des conditions optimales. Certaines situations exacerbent les symptômes alors que d'autres permettent de les atténuer. Il est donc souhaitable d'instaurer pour ces enfants : une situation duelle, nouvelle, attrayante et variée plutôt qu'une situation de groupe, monotone, répétitive ou exigeant un effort intellectuel important. Le support

informatique et la réalité virtuelle seront ainsi préférés au support ordinaire « papier-crayon ». De plus, les tâches doivent nécessairement être structurées par un système de récompense et un renforcement positif immédiat (Mouren, 2004).

## IV) Critères diagnostiques du TDA/H et différentes formes cliniques

### A) Critères diagnostiques du TDA/H selon les classifications

Comme nous l'avons vu précédemment, la CIM-10 ainsi que la version révisée du DSM-IV s'imposent comme des outils de référence incontournables pour établir le diagnostic du TDA/H. Ces classifications décrivent des symptômes très similaires, mais il subsiste néanmoins des distinctions dans l'algorithme diagnostique que nous exposerons dans le tableau comparatif ci-dessous.

<b>CIM-10 (OMS, 1994)</b>	 <b>DSM-IV-TR (APA, 2003)</b>
<u>« Trouble hyperkinétique »</u>	<u>« Trouble déficit de l'attention/hyperactivité »</u>
Au moins six symptômes d'inattention <b>et</b> trois symptômes d'hyperactivité <b>et</b> un symptôme d'impulsivité sont présents.	Au moins six symptômes d'inattention <b>ou</b> d'hyperactivité-impulsivité sont présents.
Ces symptômes persistent depuis au moins six mois.	Ces symptômes persistent depuis au moins six mois.
Le degré de ces symptômes est mal adapté et ne correspond pas au niveau développemental de l'enfant.	Le degré de ces symptômes est inadapté, et ne correspond pas au niveau développemental de l'enfant.
Le trouble survient avant l'âge de 7 ans.	Certains des symptômes ayant provoqué une gêne fonctionnelle étaient présents avant 7 ans.
Le trouble possède un caractère envahissant. Les critères doivent être remplis dans plus d'une situation et il faut que les informations proviennent de plusieurs sources.	Un certain degré de gêne fonctionnelle lié aux symptômes est présent dans au moins deux types d'environnements différents.
Les symptômes d'inattention et d'impulsivité causent une souffrance et une altération du fonctionnement social, scolaire ou professionnel, cliniquement significative.	Il existe une altération cliniquement significative du fonctionnement social, scolaire et professionnel.
<u>Diagnostiques différentiels</u> : le trouble observé ne répond pas aux critères d'un trouble envahissant du développement, d'un épisode maniaque, d'un épisode dépressif ou d'un trouble anxieux.	Ces symptômes ne surviennent pas exclusivement au cours d'un trouble envahissant du développement, d'une schizophrénie, d'un trouble psychotique ou d'un trouble mental.

## **B) Formes cliniques du TDA/H dans les classifications**

Dans la CIM-10 (OMS, 1994), une différenciation est opérée entre :

- « la perturbation de l'activité et de l'attention »,
- « le trouble hyperkinétique et trouble des conduites »,
- « le trouble hyperkinétique sans précision » (catégorie résiduelle).

Dans le DSM-IV (APA, 1996), le trouble est subdivisé en trois sous-types selon les symptômes prédominants observables au cours des 6 derniers mois :

- « Déficit de l'attention/hyperactivité, type mixte »
- « Déficit de l'attention/hyperactivité, type inattention prédominante »
- « Déficit de l'attention/hyperactivité, type hyperactivité-impulsivité prédominante ».

Dans le DSM-IV-TR (APA, 2003), il est stipulé qu'il existe par ailleurs une catégorie « TDA/H non spécifié » dédiée aux troubles pour lesquels les manifestations d'inattention ou d'hyperactivité/impulsivité sont évidentes mais ne remplissent pas tous les critères du TDA/H.

## **C) Diagnostic différentiel**

Tout d'abord, l'enfant présentant un TDA/H se distingue de l'enfant turbulent car il n'utilise pas comme lui un système d'exploration planifié dans son agitation mais une hyperactivité motrice non structurée et sans but (Le Heuzey, 2003).

De plus, le diagnostic de TDA/H exclut les tableaux cliniques secondaires à un trouble envahissant du développement, un déficit cognitif, un trouble sensoriel, une épilepsie, une endocrinopathie, à des troubles des apprentissages ou aux séquelles d'un traumatisme crânien.

Le TDA/H se distingue également des effets secondaires parfois induits par des médicaments tels que les corticoïdes, les antihistaminiques, les antiépileptiques ou les psychotropes qui peuvent s'assimiler à de l'hyperactivité (Bouvard et al., 2006).

Le TDA/H n'est pas non plus la résultante de conditions environnementales défectueuses (manque de cadre éducatif ou carences socio-affectives).

Enfin, bien qu'il existe d'étroites similitudes entre la sémiologie du TDA/H et celle des troubles bipolaires, la principale différence réside dans l'agrégation familiale (Bouvard et al., 2006).

## V) Comorbidité du TDA/H

Si le TDA/H peut être observé isolément, il se trouve souvent associé à d'autres signes cliniques faisant état d'une comorbidité avec d'autres troubles qui peuvent affecter bien plus encore la sphère de la personnalité, des émotions, des apprentissages et du comportement (Zesiger et Eliez, 2009). De plus, le TDA/H a un effet délétère sur les performances scolaires de l'enfant et peut même entraîner son exclusion de l'établissement (Le Heuzey, 2003).

### **A) TDA/H et autres troubles psychiatriques**

Wilens (2002), cité par Mouren (2004), rapporte dans son étude que le taux d'enfants d'âge scolaire (7 à 9 ans) atteints de TDA/H et présentant une comorbidité psychiatrique s'élèverait à 80%.

D'après l'étude de Green et al. (2002), citée par Mouren (2004), voici les principaux troubles psychopathologiques rencontrés dans une population d'enfants TDA/H :

<b>Troubles comorbides</b>	<b>Estimation de la prévalence</b>
Troubles oppositionnels	35,2 %
Troubles anxieux	25,8 %
Troubles des conduites	25,7 %
Troubles dépressifs	18,2 %

#### 1. Troubles externalisés

Comme le soulignent Jensen et al. (1997) cités par Bouvard et al. (2006), l'association TDA/H d'une part et troubles des conduites / troubles oppositionnels d'autre part est particulièrement fréquente (42 à 93 %). D'après Barkley (1998), les enfants hyperactifs adoptent plus facilement un comportement provoquant et opposant que les enfants du même âge sans hyperactivité. Près d'un tiers des

enfants TDA/H ayant des troubles externalisés autres associés pourraient devenir des adolescents participant à des activités délinquantes ou antisociales.

Un ensemble d'études (Barkley et al., 1990 ; Biederman et al., 1992 ; Gillberg et al., 2004) citées par Dumas (2007) rapportent que 50 à 67 % des enfants suivis pour un TDA/H souffrent également d'un **trouble oppositionnel avec provocation**. Selon Barkley (1998), cette comorbidité élevée pourrait être imputée à un déficit d'autorégulation des mouvements d'humeur tels que la colère et l'hostilité. Les mêmes études soulignent par ailleurs que 20 à 50 % de ces enfants TDA/H présentant déjà un trouble oppositionnel auraient de surcroît un **trouble des conduites**.

Cette comorbidité entre le TDA/H et les autres troubles externalisés semble augmenter avec l'âge mais touche davantage les garçons que les filles (Bouvard et al., 2006 ; Dumas, 2007).

## 2. Troubles internalisés

En comparaison aux troubles du comportement, les troubles émotionnels peuvent longtemps être négligés ou passer inaperçus chez les sujets présentant un TDA/H. Pourtant, la proportion d'enfants hyperactifs souffrant de **troubles anxieux** ne représenterait pas moins de 25 % (Barkley et al., 2003 ; Bouvard et al., 2006). Par ailleurs, 20 à 30 % des enfants hyperactifs développent un **trouble de l'humeur**, de type dépressif à l'adolescence (Barkley et al., 2002). Concernant le lien entre TDA/H et trouble bipolaire, les avis des chercheurs demeurent partagés. Barkley (2003) spécifie que le TDA/H n'augmente probablement pas les risques de **troubles bipolaires**, mais des signes cliniques d'hyperactivité peuvent précéder ou accompagner un tel trouble.

### **B) TDA/H et troubles des apprentissages et de communication**

Si l'on se réfère au Manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux (APA, 2003), les troubles des apprentissages, anciennement appelés troubles des acquisitions scolaires, comprennent : le trouble de la lecture, le trouble du calcul, le trouble de l'expression et le trouble des apprentissages non spécifié. Ces terminologies désignent donc respectivement la dyslexie, le trouble du raisonnement logico-mathématique (ou dyscalculie) et la dysorthographe. Les troubles du langage



oral (dont la dysphasie) et le trouble des acquisitions motrices (dont la dyspraxie) font l'objet de chapitres différents.

Selon la définition de l'Interagency Committee on Learning Disabilities (1987), cité par Touzin (1999), la notion de « troubles des apprentissages » fait référence à « *un groupe hétérogène de troubles, se manifestant par des difficultés significatives dans l'acquisition et l'utilisation des capacités d'écouter, de parler, de lire, d'écrire, de raisonner ou de réaliser des calculs mathématiques* », et ces troubles sont intrinsèques à l'individu.

Dans la littérature, les auteurs évoquent une comorbidité très hétérogène entre le TDA/H et les troubles des apprentissages variant de 10 à 92 % selon les études (Touzin, 1999, 2004 ; Bouvard et al., 2006 ; Mazeau, 2006 ; Dumas, 2007).

### 1. Troubles du langage oral

Le TDAH constitue le trouble externalisé ayant la plus forte co-occurrence avec un trouble de la parole et/ou du langage. En effet, trois quarts des enfants présentant un trouble du langage sont atteints de TDAH, et à l'inverse, un trouble du langage est diagnostiqué chez près de deux tiers des enfants hyperactifs, d'après une étude de Love et Thompson (1988), citée par Touzin (1999). On retrouve chez les enfants TDAH des **retards simples de langage oral** ou des **dysphasies de développement**.

Les principales difficultés que rencontrent les enfants peuvent porter sur : la morphosyntaxe, l'organisation, la planification et la séquentialité du langage, ou bien encore l'utilisation du langage dans son aspect social et pragmatique. Il est important de retenir que ces difficultés peuvent s'exprimer sur le versant expressif comme sur le versant réceptif du langage (Touzin, 1999).

Par ailleurs, une étude a été menée par Mc Innes et ses collaborateurs en 2003 (citée par Chevrie-Muller et al., 2007) sur l'empan de la mémoire de travail verbale chez les enfants TDAH et chez un groupe contrôle. D'après les résultats, l'empan de mémoire verbale est identique pour les deux groupes, mais la manipulation des données en mémoire de travail chez les enfants atteints de TDAH est inférieure à celle du groupe contrôle. Cette même capacité de manipulation pourrait donc être à l'origine des troubles du langage oral chez les enfants hyperactifs.

## 2. Troubles du langage écrit

Dans la littérature, il existe de nombreux articles au sujet de l'association entre le TDA/H et les troubles développementaux du langage écrit (**dyslexie, dysorthographe**). Selon Semrud-Clikeman et al. (1992), cette comorbidité serait estimée à 23 %. De plus, une étude française a été réalisée par Bouvard et al. (2002) sur une population de 560 enfants hyperactifs. Parmi eux, 27,50 % avaient un trouble de la lecture alors que 33 % présentaient un trouble de l'expression écrite.

Devant une telle comorbidité, les hypothèses concernant les liens entre dyslexie et TDA/H se multiplient. Certains auteurs tels que Kaplan et al. (1998) envisagent l'existence d'une étiologie commune sous-tendant les deux troubles. Selon lui, on retrouverait chez ces sujets un développement atypique du cerveau qui s'exprimerait différemment selon sa localisation, son moment d'apparition et sa sévérité. Selon August et al. (1990), les enfants présentant une association des deux syndromes en cumuleraient les différents déficits.

Enfin, Laberge et Samuels (1974, cités par Basse et al., 1999) supposent qu'un trouble visuo-attentionnel entraverait la focalisation de l'attention sur l'information pertinente et entraînerait un trouble durable de l'apprentissage de la lecture. De plus, la dyslexie que présentent les enfants hyperactifs correspond à la description que fait Valdois de la **dyslexie d'origine visuo-attentionnelle** (1995). En effet, la lecture des enfants TDA/H est caractérisée par une grande lenteur et des erreurs à composante visuo-attentionnelle dont les plus fréquentes sont : des extinctions visuelles, des inversions spatiales et séquentielles, des ajouts par anticipation, des substitutions par des formes graphiques proches, des sauts de lignes ou de mots. En transcription, le graphisme est peu appliqué et les ratures sont nombreuses. La **dysorthographe** se manifeste le plus souvent par des erreurs de correspondance phonie-graphie, des élisions, des substitutions ainsi que des erreurs de segmentation des mots (Touzin, 1999, 2004).

→ En somme, ces données soulignent la nécessité de systématiser l'évaluation du langage écrit chez l'enfant présentant un TDA/H (Touzin, 1999) afin de proposer la prise en charge la plus complète et adaptée pour l'enfant.

### 3. Troubles praxiques

Chez les enfants hyperactifs, une **dyspraxie** ou un trouble du développement moteur peuvent être diagnostiqués. D'après Barkley (2003), près de 60 % des enfants TDA/H présenteraient une coordination motrice déficitaire ou un trouble développemental de la coordination motrice. Il précise également que la coordination motrice fine est de moins bonne qualité. De plus, la reproduction rapide de gestes simples serait moins affectée que l'exécution de séquences motrices complexes et coordonnées. Ces observations laissent supposer que le contrôle moteur ferait défaut chez ces enfants. La dyspraxie est très invalidante dans les activités de la vie quotidienne et occasionne une lenteur importante dans les activités motrices.

La **dyspraxie visuo-spatiale** constitue la forme la plus fréquente et associe un trouble du geste de nature dyspraxique et un trouble visuo-spatial. Elle affecte les différents domaines scolaires (lecture, écriture, arithmétique, géométrie...)

### 4. Troubles du raisonnement logico-mathématique

Les difficultés en mathématiques des enfants TDA/H ont fait l'objet de très peu de recherches jusqu'à présent. Selon une étude de Seidman et al. (2001) rapportée par Chevrie-Muller (2007), un « trouble de l'apprentissage de l'arithmétique » existerait chez la moitié des enfants présentant un TDA/H et ce, d'autant plus que la forme inattentive prédomine, en raison d'un dysfonctionnement exécutif.

D'après une récente étude épidémiologique réalisée par Capano et ses collaborateurs (2008) auprès de 476 enfants TDA/H âgés de 7 à 13 ans, 18,1% d'entre eux présenteraient un « trouble des mathématiques » et 10% cumuleraient une dyslexie et une dyscalculie.

En outre, Mai Xuan (2003) met en corrélation chez les enfants TDA/H le **trouble logico-mathématique** avec le déficit d'inhibition et de planification. Elle remarque que les enfants en échec dans les tâches exécutives le sont également dans les épreuves mathématiques.

## C) Autres troubles fréquemment associés

### 1. Syndrome Gilles de la Tourette et tics moteurs

Dans la littérature, nous retrouvons une association fréquente entre le TDA/H et les tics ou plus particulièrement le syndrome de Gilles de la Tourette. Les études révèlent qu'il existe des tics ou du moins des antécédents familiaux chez plus de 50% des sujets atteints de TDA/H. Ainsi, les cliniciens doivent se montrer particulièrement vigilants face à cette comorbidité élevée car les traitements médicamenteux des symptômes du syndrome de Gilles de la Tourette et du TDA/H ont des effets antagonistes gênants (Le Heuzey, 2003).

### 2. Troubles de la vigilance et du sommeil

En dépit des apparences, « *le TDA/H peut être compris comme la manifestation comportementale et neurocognitive d'un trouble du maintien de l'éveil avec alternance d'excès d'éveil (hyperéveil) et de phases d'hypovigilance* » (Lecendreux et al., 2004). Des études ont montré que les enfants présentant un TDA/H s'endorment parfois plus vite en journée que les enfants contrôles lorsque les conditions sont favorables au sommeil : position allongée, absence de stimulation, de nuisances sonores ou lumineuses (Palm, 1992 ; Lecendreux et al. 2000). D'ailleurs ce constat est valable lors des trajets en voiture. Les troubles du sommeil, estimés à environ 50% dans la population des enfants TDA/H (Lecendreux et al., 2004) peuvent aussi bien être quantitatifs (hyposomnie ou hypersomnie) que qualitatifs (sommambulisme, réveil précoce, syndrome des jambes sans repos). Plusieurs auteurs (Pichiatti et al., 1998 ; Chervin et al., 2002 cités par Konofal, 2005) ont pu mettre en évidence une motricité nocturne excessive chez des enfants présentant un TDA/H. De plus, d'après une étude réalisée par Konofal (2003, cité dans 2005), la prévalence du syndrome des jambes sans repos parmi des enfants présentant un TDA/H s'élève à 44% et représente donc un taux élevé d'association.

### 3. Troubles des fonctions exécutives

Les enfants TDA/H présentent très souvent une atteinte des fonctions exécutives. Cependant, il n'existe actuellement aucune donnée renseignant la prévalence des troubles des fonctions exécutives dans le cadre du TDA/H. Nous développerons ce trouble dans le second chapitre.

## VI) Evolution développementale et retentissements du trouble aux différents âges de la vie

« Le développement "colore" le tableau clinique, qui tout en restant repérable par sa continuité à travers les différents âges de la vie, n'en présente pas moins des particularités, chez le jeune enfant, l'enfant plus âgé et l'adolescent » (Mouren, 2005). De plus, cette évolution détermine les répercussions du trouble dans de multiples domaines, et constitue un véritable facteur de vulnérabilité.

### **A) Le TDA/H dans l'enfance**

En premier lieu, le trouble a des répercussions sur le fonctionnement scolaire et les apprentissages. Sur le plan cognitif, l'hyperactivité est à l'origine de difficultés plus ou moins importantes, d'une fluctuation des résultats, voire d'échec scolaire et de redoublement. Ces enfants essuient de nombreuses réprimandes et punitions et leur comportement peut même conduire à l'exclusion.

Le TDA/H nuit également à l'intégration sociale de ces enfants : les relations avec leurs pairs ou les enseignants n'ont de cesse de se dégrader (Finck, 1999). La plupart d'entre eux connaissent disqualification et rejet de la part de leurs pairs (Mouren, 2005). Du reste, ils deviennent facilement des boucs émissaires et sont rarement invités.

Le fonctionnement familial est lui aussi perturbé. Certains enfants subissent des situations de rejet ou de maltraitance par la famille. Les relations du couple s'en trouvent souvent mises à mal et les parents sont plus facilement sujets au stress, à la dépression et au retrait social (Barkley, 1997).

D'un point de vue émotionnel, leur vécu constant de l'échec, du rejet et de punitions les conduit à une faible estime d'eux-mêmes, à la démotivation et à l'impuissance apprise (Mouren, 2005).

L'état de santé des enfants atteints d'un TDA/H doit également être au centre des préoccupations car ils sont souvent victimes d'accidents traumatiques plus graves que leurs pairs en raison de leurs prises de risques répétées et de leur inconscience du danger (Di Scala, 1998, cité par Bouvard et al., 2006).

## **B) Le TDA/H à l'adolescence**

Un consensus international sur le TDA/H (Barkley et al., 2002) a permis de rappeler les conséquences en chaîne parfois « dévastatrices » que peut générer ce trouble. Les données chiffrées rapportées par la suite sont issues du consensus.

A l'adolescence, les troubles attentionnels et organisationnels persistent voire s'amplifient et accentuent les difficultés scolaires. Des études ont mis en évidence un taux d'abandon des études nettement supérieur chez les adolescents hyperactifs que chez les jeunes tout-venants, s'élevant de 32 à 40 %.

40 à 50 % des adolescents atteints d'un TDA/H sont susceptibles d'adopter des comportements de délinquance voire des comportements antisociaux.

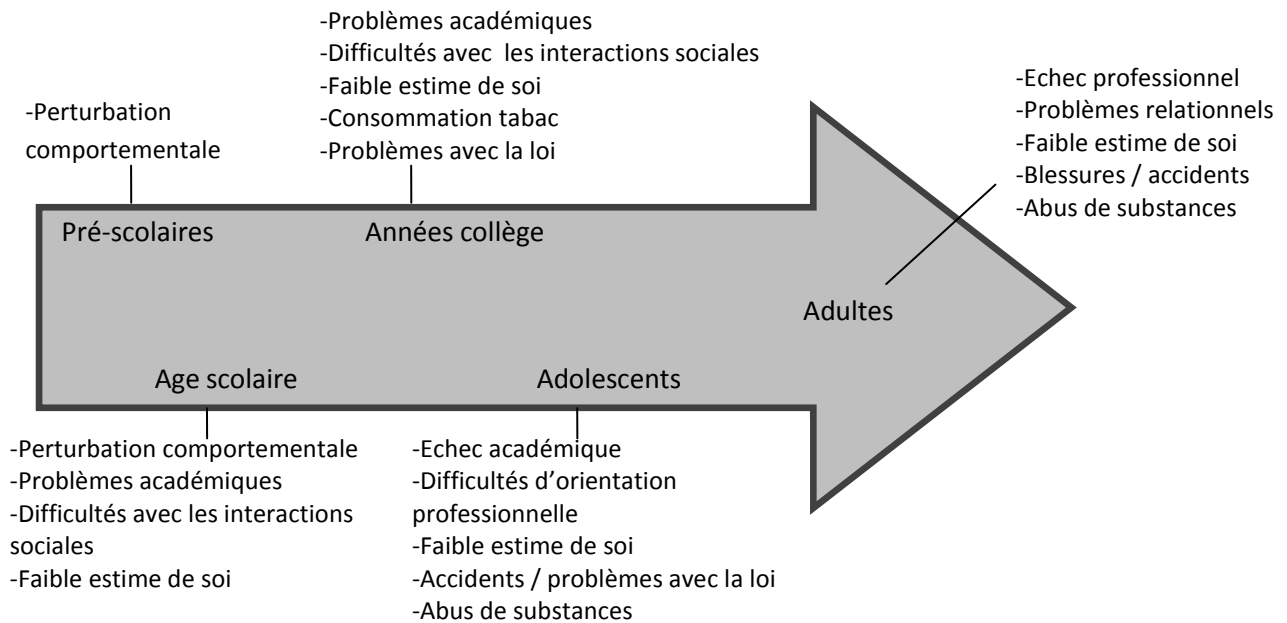
Le TDA/H constitue également un facteur de risque non négligeable à la consommation de toxiques et favoriserait des conduites d'addiction plus importantes et plus précoces (Biederman et al., 1998). Le TDA/H augmente nettement les risques de contracter des maladies sexuellement transmissibles (16 %), de grossesses accidentelles chez les adolescentes (40 %) et d'excès de vitesse. Ces conduites à risques semblent sous-tendues par la recherche de sensations et de nouveauté.

## **C) Le TDA/H à l'âge adulte**

Les manifestations d'hyperactivité s'atténuent chez l'adulte ou semblent moins saillantes. Toutefois une certaine impatience motrice et une énergie excessive peuvent être cliniquement observées. Pour pallier le déficit attentionnel, l'adulte a tendance à s'adapter aux situations ou plutôt il met en place des conduites d'évitement. En effet, il esquive ou « zappe » volontiers les situations ou activités jugées trop longues ou pénibles.

En contrepartie, les déficits exécutifs prennent plus d'ampleur. Certains adultes élaborent des moyens compensatoires pour remédier à leur défaut de planification ou d'organisation (agenda, mémos...).

D'après un article de Barkley (2002), l'impulsivité se révèle davantage sur le plan thymique : les adultes TDA/H se mettent plus facilement en colère, ils s'emportent vite et se montrent intolérants à l'attente ou l'ennui. Par ailleurs, l'impulsivité peut avoir des répercussions légales et sanitaires (mises en danger), professionnelles (démission, licenciement) et relationnelles (ruptures d'avec les partenaires).



## D) Facteurs prédictifs de l'évolution du trouble

La présence de certains facteurs laisse présager de l'évolution du trouble et permet d'en faire le pronostic. Entre autre, une bonne efficacité cognitive permet une meilleure adaptation de l'enfant sauf en cas de rejet de la part des pairs. De plus, un bon fonctionnement familial et un cadre éducatif voire rééducatif semblent indispensables à une évolution positive. Il est probable que de multiples facteurs environnementaux jouent un rôle particulier dans le développement et l'évolution de l'enfant. En tout état de cause, le pronostic s'annonce bien meilleur si le trouble est isolé, s'il est diagnostiqué et pris en charge précocement.

## VII) Les différents modes de prise en charge du TDA/H

La prise en charge de l'enfant présentant un TDA/H s'impose dès lors que le diagnostic est posé. Les stratégies thérapeutiques envisageables sont multiples et s'intègrent dans une prise en charge pluridisciplinaire à visée multidimensionnelle. De plus, les propositions thérapeutiques doivent nécessairement s'adapter à la fois aux besoins mais aussi aux disponibilités de l'enfant et de sa famille. Tout au moins, elles visent à : atténuer les symptômes d'hyperactivité-impulsivité ainsi que ceux

occasionnés par les troubles associés, favoriser les apprentissages et améliorer les conditions socio-familiales (Revol, 1999).

## **A) Les psychothérapies : l'exemple des Thérapies Cognitives et Comportementales**

Selon Revol (1999), la prise en charge psychothérapique est plus que souhaitable dans la majorité des cas. Les psychothérapies comportementales visent essentiellement à accroître chez l'enfant le contrôle de ses réactions alors que les psychothérapies d'inspiration analytique ont pour principal objectif l'atténuation des perturbations émotionnelles. Enfin, les psychothérapies systémiques ou familiales cherchent à resituer l'enfant dans ses interactions immédiates avec l'environnement. Les actions entreprises s'en trouvent d'autant plus efficaces qu'elles sont simultanément menées au niveau de l'enfant, de ses parents, et de ses éducateurs. C'est dans cette dynamique plurielle que s'inscrivent les thérapies cognitives et comportementales (ou T.C.C.) présentées ci-contre :

### 1. Les interventions auprès de l'enfant

Il est nécessaire que l'enfant atteint de TDA/H soit pris en charge en tenant compte de son environnement tant familial que social et scolaire. Les T.C.C. se proposent de modifier de façon notable le comportement de l'enfant en ayant principalement recours à des techniques d'auto-contrôle.

### 2. Les approches éducatives et familiales

Selon nombre d'auteurs (Revol, 1999 ; Saiag, 2004 ; Bouvard et al., 2006, Thomas et al., 2007), l'aide éducative et familiale est indispensable dans la prise en charge du TDA/H. L'aide familiale consiste en premier lieu en une guidance parentale associant information et conseils préalables. En outre, des traitements cognitivo-comportementaux proposés aux parents (Saiag, 2004) ont pour vocation de les aider à mieux gérer les problèmes générés par le trouble de leur enfant. Le programme d'intervention le plus courant a été élaboré par Barkley (1997) et peut être appliqué à un groupe de parents. Il comporte 10 étapes progressives d'entraînement dont le thème principal est la non-compliance, c'est-à-dire la difficulté qu'ont les enfants hyperactifs à adhérer à des règles familiales, sociales ou scolaires. Ce type



d'intervention profite tant aux parents qu'aux enfants car il favorise le rétablissement de meilleures relations intrafamiliales.

### 3. Les aides pédagogiques

Un contact avec l'école s'avère indissociable du reste de la prise en charge de l'enfant. Cela permet entre autre de sensibiliser les enseignants au TDA/H, de leur expliquer le syndrome et ses répercussions et de leur fournir des conseils pour faciliter les apprentissages et optimiser les capacités attentionnelles de l'enfant. De plus, les aides pédagogiques apportent aux enseignants les moyens pratiques pour mettre en place un système de gestion de la classe adapté.

#### **B) Les rééducations de déficits spécifiques**

Comme nous l'avons évoqué précédemment, les difficultés d'apprentissages ainsi que les troubles spécifiques sont très fréquemment associés au TDA/H. Ces déficits peuvent ainsi constituer une indication de prise en charge en neuropsychologie, en orthophonie, en orthoptie ou en psychomotricité. La rééducation mise en place s'inscrit alors dans une démarche multimodale et pluridisciplinaire. Les objectifs thérapeutiques peuvent concerner : le domaine visuo-spatial, les processus attentionnels, les capacités mnésiques, le langage écrit, le langage oral, le raisonnement logico-mathématique, les praxies... La prise en charge vise avant tout l'amélioration du domaine rééduqué mais elle est aussi susceptible d'améliorer les performances scolaires de l'enfant ainsi que sa vie sociale et familiale. Au préalable, les thérapeutes doivent considérer les difficultés attentionnelles, comportementales et les troubles cognitifs de l'enfant. Ils veillent à la mise en place de conditions propices à la rééducation (situation duelle, attrayante, variée et de courte durée ; tâches structurées par un système de récompense et un renforcement positif immédiat) (Touzin, 1999 ; Mouren, 2005 ; Bouvard et al., 2006).

#### **C) Les traitements pharmacologiques**

Le recours à la pharmacologie n'est envisageable que dans le cas d'un diagnostic de TDA/H dont les symptômes sont à la fois sévères et persistants et entravent significativement le fonctionnement de l'enfant au sein de son environnement. Il résulte d'une observation clinique et d'une évaluation approfondie.

La prescription médicamenteuse initiale est hospitalière. Elle s'inscrit nécessairement dans un projet thérapeutique plus global et suppose un suivi médical régulier de l'enfant et de sa famille (Berquin, 2005 ; Bouvard et al., 2006).

Actuellement en France, le méthylphénidate est indiqué en cas de TDA/H chez l'enfant de plus de 6 ans sans limite supérieure d'âge d'après les recommandations de l'AMM, obtenue en 1996 et mise à jour en 2003. Il en existe plusieurs formes. Les molécules à libération immédiate ont une action courte qui nécessite plusieurs prises quotidiennes (Ritaline®) alors qu'avec les molécules à libération prolongée, une seule prise le matin suffit (Concerta LP® et Ritaline LP®).

Les psychostimulants augmentent les fonctions dopaminergiques post-synaptiques favorisant ainsi l'intégration des stimuli pertinents issus d'autres régions corticales, ainsi que l'efficacité des fonctions exécutives. De plus, la dopamine interagit avec d'autres neuromédiateurs tels que le système sérotoninergique qui participe à des réseaux attentionnels.

La méta-analyse de Spencer et al. (1996, cité par Bursztein, 2001) a pu démontrer que les psychostimulants génèrent une amélioration chez 65 à 75% des patients traités. En outre, Brown et al. (2005) ont publié une revue de la littérature afin de produire une base de données complète et actualisée pour la pratique clinique du traitement du TDA/H chez l'enfant d'âge scolaire. D'après une majorité d'études, le méthylphénidate améliorerait le fonctionnement à court terme de l'enfant dans de nombreux domaines. Cependant, l'ampleur des effets varie selon les domaines concernés. En effet, les psychostimulants ont avant tout un impact sur l'inattention, la distractibilité et l'impulsivité. En revanche, peu d'études rapportent des effets significatifs sur les performances scolaires.

Il existe des règles de prescription qu'il convient de respecter rigoureusement. De plus, une surveillance médicale clinique doit être instaurée afin de contrôler l'évolution de l'enfant et les éventuels effets indésirables que peut générer le traitement (troubles de l'endormissement, troubles de l'appétit).

## D) Les interventions multimodales

Les interventions multimodales font référence à la combinaison de traitements pharmacologiques et de thérapies psychosociales ou comportementales. De récentes recherches indiquent de manière unanime que ce mode de traitement permet d'obtenir des résultats significativement meilleurs dans le traitement du TDA/H (Brown et al., 2005). Le National Institute of Mental Health (NIMH, 1995 ; MTA, 1999) a réalisé une recherche de grande envergure durant 14 mois afin d'évaluer l'impact des différentes modalités thérapeutiques chez des sujets TDA/H âgés de 7 ans à 9 ans et 9 mois. Un premier groupe témoin était soumis à un traitement communautaire. Un second groupe recevait un traitement pharmacologique isolé. Un troisième groupe suivait uniquement un traitement psychosocial d'inspiration comportementaliste. Enfin, le dernier groupe bénéficiait d'un traitement mixte, ou autrement dit un traitement pharmacologique combiné à un traitement psychosocial. Les résultats indiquent que les symptômes primaires du TDA/H sont bien plus améliorés par la médication seule et le traitement combiné que par les autres types d'interventions. De plus, Klein et Abikoff (1997) ont évalué l'efficacité de la thérapie behaviorale, de la médication et de la combinaison des deux types de traitements. Les résultats obtenus confirment les données du NIMH. En effet, c'est le traitement combiné qui reçoit le taux de satisfaction le plus élevé de la part des enseignants, des parents, et des psychiatres.

Bien que ces recherches soulignent la pertinence de combiner plusieurs modalités de traitements, la mise en place de tels programmes représente un coût financier et humain qui en limite la généralisation.

***Ce chapitre permet de définir les critères diagnostiques du TDA/H, de décrire sa symptomatologie et d'en mesurer les répercussions afin d'établir un projet thérapeutique adapté. Un déficit des fonctions exécutives serait à l'origine de certaines perturbations du TDA/H. Dans le chapitre suivant, nous développerons les liens entre fonctions exécutives et TDA/H.***

## - C H A P I T R E 2 - LES FONCTIONS EXECUTIVES DANS LE TDA/H

### I) Définition et description des fonctions exécutives

#### **A) Définition des fonctions exécutives**

Le concept de « fonctions exécutives » est particulièrement complexe et ne cesse d'évoluer et de se préciser grâce aux études désormais nombreuses à s'intéresser à ce domaine. Cependant, la définition des différents processus cognitifs auxquels elles réfèrent varie considérablement d'un auteur à l'autre. En neuropsychologie, il est communément admis que l'on peut attribuer aux fonctions exécutives : « *un rôle de contrôle intervenant dans les situations non familières ou complexes nécessitant la coordination de différentes actions vers un but finalisé. Il s'agit de capacités de "haut niveau" impliquant la prise de décision et l'inhibition de comportements inappropriés* » (Pradat-Diehl et al., 2006).

Les fonctions exécutives (traduction littérale française de l'expression anglaise « executive functions », attribuée par Lezak en 1982) aussi appelées « fonctions de contrôle » ou bien encore « fonctions de direction », sont des processus conscients mis en jeu à plusieurs niveaux lors de la réalisation d'une tâche non routinière, conflictuelle ou complexe. Ainsi, lorsque les schèmes d'action surappris se révèlent inappropriés ou inefficaces, les fonctions exécutives permettent d'analyser la situation, de définir le but, de planifier un plan d'action adéquat pour y parvenir, de veiller à sa mise en œuvre et de l'adapter en fonction des éléments fournis par l'environnement, de contrôler son efficacité par rapport aux objectifs initiaux et, si besoin, de réajuster la stratégie (Stuss et Benson, 1986 ; Allain et Le Gall, 2008, Mazeau, 2008). En d'autres termes, Lezak (1995) conçoit les fonctions exécutives comme les capacités permettant à un sujet de s'engager avec succès dans un comportement indépendant, finalisé et autonome.

Ces fonctions font donc référence au niveau le plus complexe et le plus sophistiqué du fonctionnement cognitif et psychologique de l'être humain (Meulemans, 2006).

Longtemps mal définies en raison de leur grande interdépendance, les fonctions exécutives tendent désormais à s'individualiser notamment grâce aux études dirigées par le GREFEX (Groupe de Réflexion sur l'Évaluation des Fonctions EXécutives) ainsi qu'aux travaux menés dans le domaine de la psychologie cognitive. Ces progrès ont ainsi permis de proposer et évaluer des modèles d'organisation des processus exécutifs, tout en considérant les connaissances anatomo-cliniques actuelles. Ces études ont grandement influencé et enrichi la pratique clinique (introduction de nouveaux outils et procédures d'évaluation ainsi que de diverses formes de remédiation ou réhabilitation).

## **B) Description des fonctions exécutives**

Dans la littérature, il semble que se dessinent de nombreuses situations dans lesquelles interviennent les fonctions exécutives. L'inventaire et la délimitation des processus impliqués ne sont pas clairement définis et partagent encore nombre d'auteurs. En effet, certains considèrent une multitude de mécanismes dont : l'inhibition, l'initiation de comportements nouveaux, la flexibilité cognitive, la planification, la formulation d'hypothèses, le jugement et l'autocritique, la prise de décision, le contrôle de l'efficacité d'une action et de ses effets, l'adaptation de la stratégie (Meulemans et al. 2004).

Rabbitt (1997), quant à lui, identifie huit critères qualifiant les tâches impliquant la mise en jeu des fonctions exécutives : la nouveauté, la remémoration volontaire, la coordination de deux tâches réalisées simultanément, l'inhibition de réponses inappropriées, la modification d'un plan d'action inefficace, l'accès partiel à la conscience, l'initiation de nouvelles séquences comportementales et enfin leur régulation.

D'autres ne reconnaissent l'existence que de quelques processus cognitifs. Parmi ces partisans, Lezak (1995) distingue quatre composantes exécutives principales :

- la volition, c'est-à-dire la capacité à déterminer et formuler un but ou un besoin
- la planification définie par la capacité à séquencer une action en étapes
- l'action dirigée vers un but
- la performance efficace, régie par une aptitude à contrôler une action et à corriger les erreurs commises constatées.

Mazeau (2006, 2008) identifie deux types de manifestations importantes : les fonctions d'inhibition et les fonctions de planification ou de stratégie. Par ailleurs, l'auteur rappelle le rôle d'intégration des fonctions exécutives qui sélectionnent, supervisent, régulent et contrôlent les activités cognitives plus spécialisées (langage, praxies, gnoses, mémoire, visuo-spatial, raisonnement). D'ailleurs il n'est pas rare que ces fonctions soient assimilées à un chef d'orchestre qui dirige et coordonne les différents musiciens. Ces fonctions semblent donc être à la fois transversales et hiérarchiquement supérieures (Guillery-Gérard et al., 2008).

→ En somme, les fonctions exécutives sont des mécanismes cognitifs interdépendants qui interviennent dans les situations nouvelles, complexes ou bien encore lorsqu'une adaptation du sujet s'avère nécessaire. Elles sont donc constamment mises en jeu dans la vie quotidienne et dans les apprentissages.

## II) Approches cliniques, anatomiques et anatomo-fonctionnelles des fonctions exécutives

### **A) Descriptions cliniques des troubles des fonctions exécutives chez des patients cérébro-lésés**

Au XIX<sup>ème</sup> siècle, l'observation clinique de Phineas Gage donne lieu à la publication de la toute première description de troubles comportementaux consécutifs à une lésion des régions frontales (Harlow, 1868, cité par Allain et Le Gall, 2008). En 1848, ce patient est gravement blessé par une barre de fer qui transperce son crâne de bas en haut, et cause une lésion bilatérale ventro-médiane des lobes frontaux, sans atteinte des régions motrices et pré-motrices (Damasio, 1994). Harlow constate une rémission des blessures sans déficit sensori-moteur (hormis la perte de la vue de l'œil gauche) mais rapporte des modifications importantes de la personnalité et de l'humeur de Gage (il le décrit comme étant parfois grossier, irrespectueux, obstiné, capricieux, inconstant, supportant mal les contraintes et les conseils).

Par la suite, Welt (1888), cité par Allain et Le Gall (2008), décrit un changement de caractère comparable chez des patients présentant une lésion frontale. Il constate par ailleurs une dégradation de l'efficacité intellectuelle qu'il estime plus fréquente

chez ces patients que les troubles de la personnalité. Par la suite, Jastrowitz (1888), cité par Seron (2009), propose le terme de « moria » pour qualifier l'étrange gaieté des personnes atteintes de tumeurs cérébrales frontales ou d'éthylisme avec atrophie frontale.

Au XXème siècle, plusieurs études de cas similaires affinent et complètent la description des troubles comportementaux. Voici une brève synthèse des troubles observés chez des patients présentant une lésion frontale : anosognosie, apathie, fatigabilité, difficultés attentionnelles, tendance à la plaisanterie, impulsivité, agressivité, conduites inappropriées, troubles de l'humeur (Zacher, 1901 ; Quensel ; 1914, Schuster, 1902, cités par Allain et Le Gall, 2008). A ces observations cliniques et non empiriques des troubles comportementaux succèdent des études scientifiques portées sur l'anatomie des lobes frontaux.

## **B) Des approches anatomiques aux approches fonctionnelles des dysfonctionnements exécutifs**

Durant la première Guerre Mondiale, un intérêt croissant pour l'anatomie mène les chercheurs à s'interroger sur la relation existant entre le siège de la lésion et la nature du trouble. La découverte anatomique des lobes frontaux permet ainsi d'envisager qu'une manifestation clinique externe observée dans le syndrome frontal puisse être attribuée à une région cérébrale dévolue à la fonction déficiente.

### 1. L'approche de Luria (1967)

Dès 1966, le neuropsychologue soviétique Luria, riche de son expérience clinique, expose sa théorie du fonctionnement cérébral. Il constate chez des patients atteints de lésions frontales des déficits dans les situations nécessitant : d'inhiber un schéma d'action prédominant (gestion des conflits internes), de résoudre un problème, de déduire des règles, de planifier une action et de la séquencer en différentes tâches. Il formule alors l'hypothèse selon laquelle les lobes frontaux seraient chargés de réguler les activités en contrôlant les structures corticales postérieures et sous-corticales. Désormais perçu comme précurseur des modélisations et théories contemporaines, Luria propose une subdivision des lobes frontaux en trois sous-unités : la région pré-motrice, la région dorso-latérale et la région médio-basale. Il suggère que chacune d'entre elles sous-tend des mécanismes cognitifs spécifiques comme suit :

- La région pré-motrice régit l'organisation dynamique de l'activité (c'est-à-dire sa fluidité), son initiation et son exécution.
- La région dorso-latérale constitue un carrefour pour les informations externes et internes. Cette région cérébrale a pour vocation la prise de décisions, la planification et la régulation des actions entreprises.
- La région médio-basale, qui comprend le cortex orbitaire et limbique, assure le maintien de l'activité en cours et l'inhibition des stimuli non pertinents, établit la synthèse des informations provenant du milieu interne du sujet (processus motivationnels et affectifs, auto-contrôle).

En s'appuyant sur ces données anatomiques et fonctionnelles, Luria distingue plusieurs formes de syndromes selon la région corticale lésée. Selon lui, le « syndrome frontal » proprement dit qualifie une atteinte des zones latérales du cortex cérébral. Enfin, il constate que les troubles dus à une lésion frontale peuvent s'exprimer à tous les niveaux d'activité de l'organisme et concernent donc de nombreux domaines d'application (langage, praxies, visuo-constructif...).

→ Cette conception tripartite des lobes frontaux est donc en faveur d'un fractionnement du syndrome frontal et d'une localisation dynamique des fonctions corticales supérieures.

## 2. Du « syndrome frontal » au « syndrome dysexécutif »

Actuellement, l'appellation « syndrome dysexécutif » (ou troubles des fonctions exécutives) est souvent préférée à l'ancienne terminologie de « syndrome frontal » qui insistait plus sur la localisation de la lésion que sur ses conséquences fonctionnelles. De récentes études ont démontré que des sujets pouvaient présenter un déficit des fonctions exécutives en l'absence de lésion frontale, dans le cadre notamment de lésions striato-thalamiques (Godefroy, 2004). D'autre part, des recherches menées chez des patients présentant une lésion frontale ont permis de constater des processus exécutifs indemnes chez certains d'entre eux.

→ Ces observations nous mènent à croire que les réseaux sous-tendant les fonctions exécutives ne sont pas spécifiquement localisés dans les lobes frontaux mais se trouvent plus largement distribués. De plus, une lésion frontale ne génère pas systématiquement de trouble exécutif (Collette, 2004 ; Godefroy, 2009).



### 3. Données anatomo-fonctionnelles actuelles des lobes frontaux

Les lobes frontaux sont des structures corticales délimitées postérieurement par la scissure de Rolando et inférieurement par la scissure de Sylvius. Comme l'illustre la figure suivante, ils se subdivisent en trois régions. Toutefois, si ces dernières font l'unanimité, il existe des variantes concernant la répartition des aires de Brodman. Nous avons donc tenté de réaliser une synthèse de diverses sources (Levy, 2006 ; Pradat-Diehl et al., 2006 ; Roy, 2007).

- Le cortex moteur primaire (aire 4 de Brodman) situé au niveau du gyrus précentral est responsable de la motricité volontaire.
- Les aires pré-motrice et motrice supplémentaire (aire 6) localisées au niveau du gyrus précentral, permettent la programmation motrice élaborée.
- Le cortex pré-frontal qui organise et régule les aspects les plus élaborés du comportement est constitué de trois zones principales :
  - Le cortex dorso-latéral (aires 8, 9, 10, 45, 46) est essentiellement consacré à la programmation cognitive.
  - Le cortex orbito-ventral (aires 11, 12, 25, 47)
  - Le cortex mésial ou interne (aires 24, 32 ainsi que le gyrus cingulaire inclus dans le système limbique)

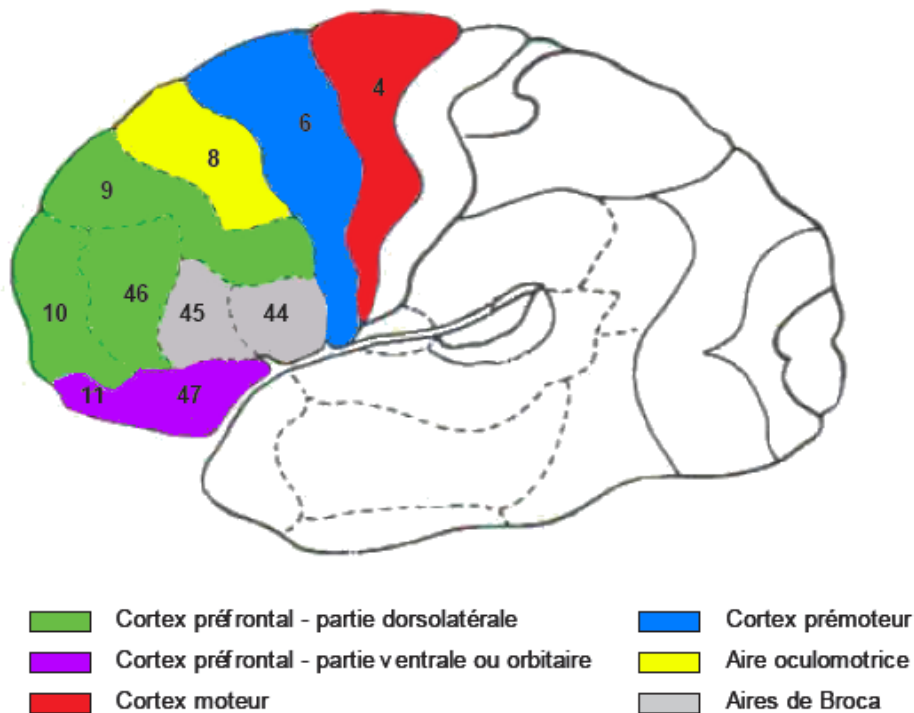
L'observation en neuro-imagerie de patients cérébro-lésés a permis d'objectiver l'implication principale des aires cérébrales antérieures dans le fonctionnement exécutif (Seron, Van der Linden et Andrès, 1999).

En outre, un réseau de projections afférentes et efférentes relie le cortex pré-frontal aux autres aires cérébrales via des circuits corticaux et sous-corticaux. Ainsi, le cortex pré-frontal reçoit des informations provenant du système limbique, d'où son rôle dans l'expression des émotions et de la motivation. En particulier, le cortex pré-frontal dorso-latéral constitue une double interface à la fois entre les régions d'intégration perceptive (thalamus, hippocampe, aires associatives) et les structures motrices du cerveau sur lesquelles il projette (cortex pré-moteur, moteur, ganglions de la base, noyaux moteurs du tronc cérébral) (Levy, 2006). Cette plate-forme d'intégration permet l'actualisation et la constitution d'une représentation de la situation environnementale avec ses attributs motivationnels et affectifs, permettant ainsi l'élaboration d'un plan d'action en accord avec les expériences déjà vécues et intériorisées.

→ Ces multiples interconnexions sont en faveur d'une implication du cortex pré-frontal dans les activités cognitives de haut niveau et les aspects les plus complexes du contrôle global du comportement (Stuss & Benson, 1986).

Différentes zones du lobe frontal à partir des aires de Brodman, d'après Roy, 2007.

---



### C) Exploration des fonctions exécutives en imagerie cérébrale chez des sujets sains

Depuis une vingtaine d'années, le recours aux techniques d'imagerie cérébrale (tomographie à émission de positons ou TEP, imagerie par résonance magnétique fonctionnelle ou IRMf) a permis de recueillir des données neuro-physiologiques renseignant sur les régions corticales activées lors de réalisation de tâches sollicitant les diverses fonctions exécutives. Collette et al. (2004) ont mené plusieurs études de ce type auprès de sujets sains afin d'identifier les substrats cérébraux habituellement activés lors des processus de flexibilité, de mise à jour et d'inhibition (le choix de ces fonctions exécutives faisant référence à l'étude de Miyake et al., 2000). D'après ces travaux, il apparaît que ces trois processus exécutifs activent des régions cérébrales distinctes dans des proportions variables :

- La flexibilité est principalement associée au sillon intra-pariétal
- La mise à jour dépend d'un réseau bilatéral antéro-postérieur (régions préfrontales, pariétales et cérébelleuses)
- Les tâches d'inhibition, en revanche, ne mettent en évidence aucune région cérébrale commune, ce qui semble suggérer l'existence de plusieurs formes d'inhibition et leur caractère non-unitaire.

De manière plus générale, les études menées en imagerie cérébrale confirment le rôle prédominant des lobes frontaux dans le fonctionnement exécutif mais soulignent par ailleurs l'importance des régions pariétales qui constitueraient un soubassement de l'attention sélective, nécessaire dans certaines tâches exécutives.

### III) Evolution des modèles théoriques

#### **A) Modèles anatomo-fonctionnels**

❖ **Luria (1967)** dans sa modélisation des fonctions exécutives qu'il regroupe sous l'appellation « fonctions corticales supérieures », admet quatre opérations fondamentales successives :

- L'analyse des données initiales
- L'élaboration d'un programme détaillant les étapes successives nécessaires à la réalisation de la tâche proposée
- L'exécution de la tâche et la mise en œuvre de la séquence d'actions
- La confrontation du résultat avec l'objectif et les données initiales

Chez les patients cérébro-lésés, des troubles peuvent survenir à chacun de ces niveaux et entraver la réalisation de la tâche. De plus, il introduit la notion de « langage intérieur » qui guiderait chacune des étapes afin d'inhiber les stimuli non pertinents et d'exercer un rétrocontrôle actif sur la tâche accomplie.

D'autres modèles des fonctions exécutives se sont inspirés des travaux réalisés en électro-physiologie animale. Parmi eux, nous retiendrons :

❖ **Fuster (1997)**

Fuster a développé le modèle d'organisation temporelle. D'après lui, le cortex pré-frontal serait spécifiquement engagé dans la représentation des structures temporelles de l'action. Plus précisément, il aurait pour finalité l'unification des

différents événements constituant une action nouvelle ou complexe. Cette théorie suppose que la structuration temporelle est active au cours de la tâche engagée, qu'elle se maintient pour parvenir aux objectifs (éventuellement éloignés dans le temps) et qu'elle est assurée par trois fonctions :

- la mémoire active (fonction rétrospective) qui permet d'associer des séquences comportementales anciennes aux aspects de la conduite actuelle,
- la préparation motrice (fonction prospective) qui permet de créer des programmes d'action, de planifier des comportements et d'anticiper grâce aux expériences antérieures,
- l'inhibition qui permet de supprimer des interférences externes ou internes au sujet. Cette fonction serait liée à l'attention et contrôlée par les structures orbitaires.

#### ❖ **Goldman-Rakic (1987)**

Cet auteur postule l'existence de plusieurs mémoires de travail, localisées dans des aires cérébrales différentes et spécialisées selon la nature des informations à traiter. Pour illustrer ce modèle, il dissocie donc le maintien en mémoire de travail d'informations relatives à la structure des objets (assurée par la convexité inférieure des lobes frontaux) du maintien d'informations de nature spatiale (dirigé par le sulcus principalis).

## **B) Modèles cognitifs**

Certains travaux entrepris dans le domaine de la psychologie cognitive ont permis d'enrichir considérablement nos connaissances sur le fonctionnement exécutif :

#### ❖ **Norman et Shallice (1980, 1986)**

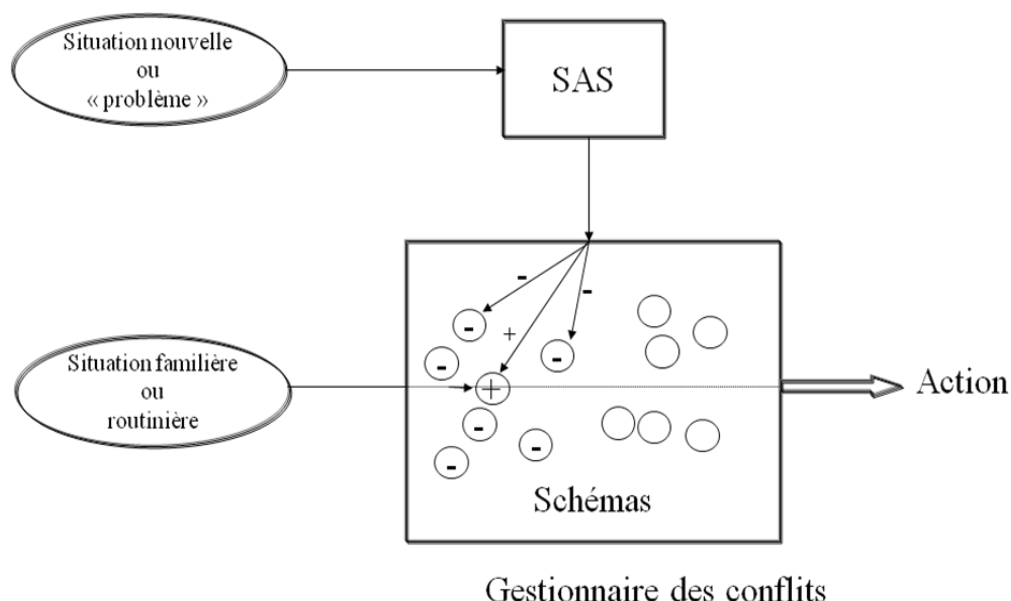
C'est à Norman et Shallice que nous devons la conception actuelle la plus unanime des fonctions exécutives (Meulemans, 2006). En 1980, ils ont élaboré un modèle de traitement des activités mentales afin de rendre compte des déficits observés chez les patients frontaux dans des situations non familières, nouvelles, complexes ou conflictuelles. Ce modèle repose sur les schémas d'action. Chacun d'entre eux possède un seuil d'activation propre dépendant des processus d'excitation et d'inhibition dont il est l'objet. Norman et Shallice envisagent une hiérarchie du contrôle attentionnel de l'action selon trois niveaux :

1/ Le répertoire de schémas d'actions surappris correspond à l'ensemble des structures de connaissances acquises qui permettent le déroulement automatique des séquences d'actions ou de pensées ne nécessitant aucun contrôle volontaire. Dans ce cas, le système exécutif se voit très peu sollicité.

2/ Le gestionnaire des conflits (Contention Scheduling Mechanism) intervient dans les activités qualifiées de semi-automatiques. Lorsque plusieurs schémas d'actions se trouvent activés, il permet la sélection et la coordination de celui qui est le plus approprié au but poursuivi. Ce processus est rapide et n'est requis que dans les situations familières. Parallèlement, un mécanisme d'inhibition empêche la sélection simultanée de deux schémas d'action nécessitant les mêmes ressources cognitives et motrices (Seron et al., 1999).

3/ Le système attentionnel superviseur (SAS) entre en jeu pour aborder une activité nouvelle, complexe ou potentiellement dangereuse. Il permet de faire face à des situations dont la procédure à utiliser est inconnue. Le SAS est alors habilité à maintenir des buts à long terme, à planifier une activité, à contrôler voire réadapter une stratégie, à contrecarrer une réponse prégnante inadéquate. Le SAS dirige donc l'intégralité des processus (Allain et Le Gall, 2008). Selon Shallice (1982), le SAS aurait pour siège le cortex pré-frontal et une lésion de cette région corticale pourrait donc engendrer des troubles cognitifs et comportementaux caractéristiques du syndrome dysexécutif (distractibilité, conduites persévératives...).

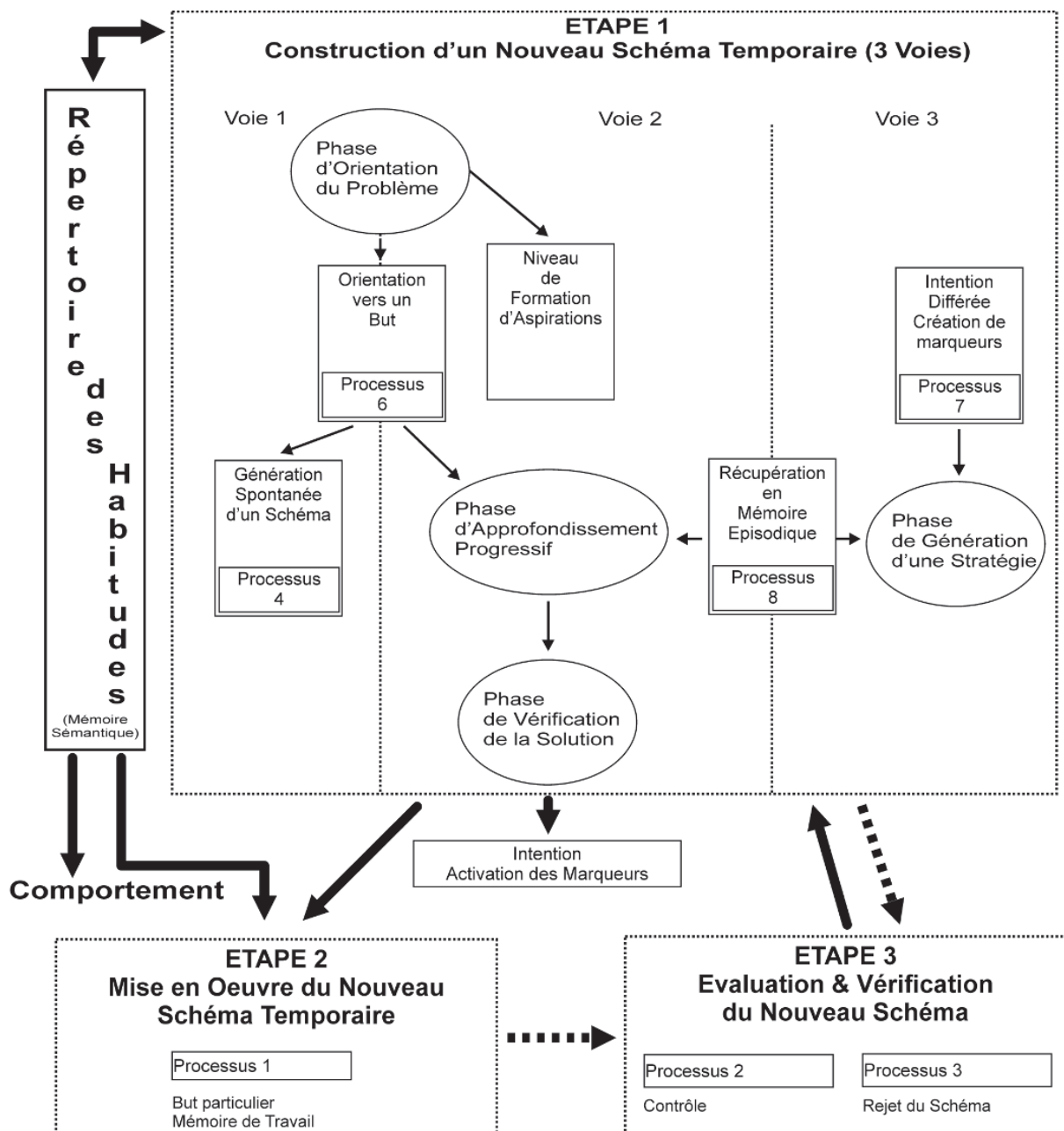
Modèle du contrôle attentionnel, selon Norman A.D. et Shallice T., 1986



→ D'après ce modèle, le SAS opère donc sur les comportements un contrôle du haut (processus les plus élaborés) vers le bas (processus les moins élaborés) (Hacques, 2009).

Par la suite, les travaux de **Shallice et Burgess (1998)** ont contribué à préciser les modalités de fonctionnement du SAS. En s'appuyant sur l'observation de patients cérébro-lésés ainsi que sur les données recueillies en neuro-imagerie fonctionnelle, ils exposent leur modèle de fractionnement du SAS, illustré ci-dessous :

Modèle de fractionnement du SAS, d'après Shallice et Burgess, 1998.



Dans ce modèle, Shallice et Burgess proposent un fractionnement du système de contrôle cognitif en trois étapes engageant huit processus :

- Etape 1 : Construction d'un nouveau schéma temporaire (3 voies) :
- Etape 2 : Mise en œuvre du nouveau schéma temporaire
- Etape 3 : Evaluation et vérification du nouveau schéma

Mais les auteurs reconnaissent que ce modèle théorique n'en demeure pas moins spéculatif. Ils encouragent donc les travaux de validation.

#### ❖ **Baddeley et Hitch (1974)**

Ces auteurs élaborent en 1974 un modèle de la mémoire de travail hiérarchisé et articulé en plusieurs sous-systèmes et confèrent à l'administrateur central de la mémoire de travail un rôle similaire à celui du SAS.

Baddeley et ses collègues conçoivent la mémoire de travail comme étant un système cognitif général, à capacité limitée, permettant le maintien et le traitement temporaire de l'information. Il est constitué des trois composantes suivantes :

- deux systèmes esclaves que sont le calepin visuo-spatial et la boucle articulatoire (dévolue aux informations perçues en modalité auditivo-verbale), responsables du stockage temporaire d'informations spécifiques en fonction de la nature du matériel.
- l'administrateur central assimilé au gestionnaire attentionnel de l'action. Il permet la sélection, la coordination et la régulation des opérations de traitement des informations provenant des autres systèmes cognitifs. Il est particulièrement impliqué dans les activités requérant une flexibilité mentale (ou « shifting »), une attention sélective ou une activation de la mémoire à long terme. Il permet par ailleurs l'allocation de ressources durant la réalisation de deux tâches simultanées.

Récemment, Baddeley (2000) (cité par Vallat et al., 2006) a complété ce système en y ajoutant le buffer épisodique chargé d'assurer le stockage provisoire et l'intégration de données multimodales provenant des systèmes esclaves et de la mémoire épisodique. Il pourrait être considéré comme une interface avec la mémoire épisodique à long terme.

De plus, Morris et Jones (1990) ont ajouté à ces opérations la mise à jour, ou autrement dit la capacité à modifier continuellement le contenu de la mémoire de travail en fonction des nouvelles informations à traiter.

→ Les travaux de Baddeley permettent de concevoir le fonctionnement exécutif comme étant dirigé par l'administrateur central. Cette théorie explicative s'éloigne des approches anatomiques et suggère qu'un dysfonctionnement de l'administrateur central pourrait être à l'origine du syndrome dysexécutif.

### **C) Modèle alternatif**

#### **❖ Damasio (1994)**

Damasio et ses collaborateurs se sont intéressés aux patients souffrant de lésions médio-basales et exprimant des troubles sur le versant comportemental (difficultés à initier des activités de la vie quotidienne, à adapter leurs comportements sociaux, à réagir de manière adéquate dans des situations personnelles ou professionnelles...). Leur théorie explicative de ces comportements inadaptés repose sur le concept des « marqueurs somatiques ». Selon lui, il existerait au niveau du cortex préfrontal des structures capables d'associer des classes de situations à des états émotionnels donnés. Damasio considère que lorsque l'individu raisonne et prend des décisions, il se réfère à ses expériences antérieures marquées positivement ou négativement. Les marqueurs somatiques seraient donc comparables à des signaux destinés à avertir l'individu sur la nécessité de considérer les conséquences potentielles de ses actes. Ainsi, il réfute la dichotomie raisonnement-émotion (Guillery-Girard et al., 2008) et estime que les mécanismes émotionnels exercent une influence sur les processus de raisonnement et de prise de décision grâce à ces marqueurs somatiques qui privilégient les solutions avantageuses et agréables et préviennent les conséquences indésirables.

Bechara (1994), cité par Allain et Le Gall (2008), constate un manque de considération pour les conséquences des actes réalisés antérieurement chez les individus présentant une lésion médio-basale. Il impute ce déficit à une perte d'élaboration des marqueurs somatiques normalement chargés d'influencer les prises de décisions.



## **D) Vers une conception plurimodale des fonctions exécutives**

Au cours des années 70, de nombreuses études ont défendu une conception théorique en faveur d'une unité du système de contrôle mais par la suite, les travaux dirigés dans le champ de la neuropsychologie ont remis en cause ce point de vue (Godefroy et al., 2004). En effet, l'exploration des déficits exécutifs a permis de mettre en évidence des dissociations ne pouvant être attribuées à une atteinte des processus périphériques. Ces données confortent l'hypothèse selon laquelle les fonctions exécutives seraient sous-tendues par des régions corticales différentes, principalement localisées au niveau des lobes frontaux et anatomiquement distribuées selon la nature de l'opération effectuée et celle de l'information à traiter.

### ❖ **Stuss et Alexander (2000)**

Le modèle du fractionnement des fonctions exécutives qu'ont développé Stuss et Alexander repose sur trois processus de supervision attentionnelle, à savoir :

- « L'énergisation » allouant des ressources attentionnelles pour réaliser une tâche
- Le « maintien » assurant la sélection des réponses
- Le contrôle chargé de discriminer une cible donnée parmi des distracteurs.

L'équipe de recherche a administré des épreuves de temps de réaction simples ou complexes à des patients présentant des lésions circonscrites des lobes frontaux. Les données recueillies suggèrent qu'une perturbation d'un processus donné correspondrait à une lésion frontale particulière. Ainsi, les troubles de l'activation se retrouveraient dans le cas de lésions frontales médianes supérieures, les troubles du maintien en cas de lésions latérales gauches et les troubles du contrôle en cas de lésions latérales droites.

### ❖ **Miyake et al. (2000)**

Miyake et ses collaborateurs ont cherché à déterminer si les fonctions exécutives peuvent être envisagées comme des processus unitaires (c'est-à-dire qu'elles dépendraient d'un même mécanisme sous-jacent). Ils ont donc administré trois types de tâches pour chacune des trois fonctions évaluées (la mise à jour, la flexibilité et l'inhibition) afin d'examiner leur séparabilité. Les résultats apparaissent ambivalents : ils suggèrent une corrélation modérée entre ces trois mécanismes et soulignent à la fois leur diversité. Les auteurs ont donc mis en avant deux hypothèses explicatives :

les processus communs potentiels pourraient être soit une nécessité de maintenir en mémoire de travail des informations relatives au but ou au contexte de la tâche, soit le recours à des processus inhibiteurs (Collette, 2004 ; Guillery-Girard et al., 2008). Les résultats de cette étude sont compatibles avec les conceptions actuelles des fonctions exécutives défendant à la fois leur unité et leur diversité.

## IV) Développement des fonctions exécutives

Afin de mieux comprendre le développement des fonctions exécutives, il est nécessaire de s'intéresser aux processus de maturation du cerveau chez l'enfant. Longtemps, certains auteurs ont considéré que les fonctions exécutives apparaissaient tardivement dans le développement et qu'il n'était pertinent de les évaluer qu'à partir de l'adolescence (Godstein, 1981, cité par Roy et al., 2005). Mais les études en psychologie développementale ont permis de caractériser le développement précoce et progressif des diverses composantes exécutives à différents niveaux de l'échelle d'âge (Zesiger, 2009).

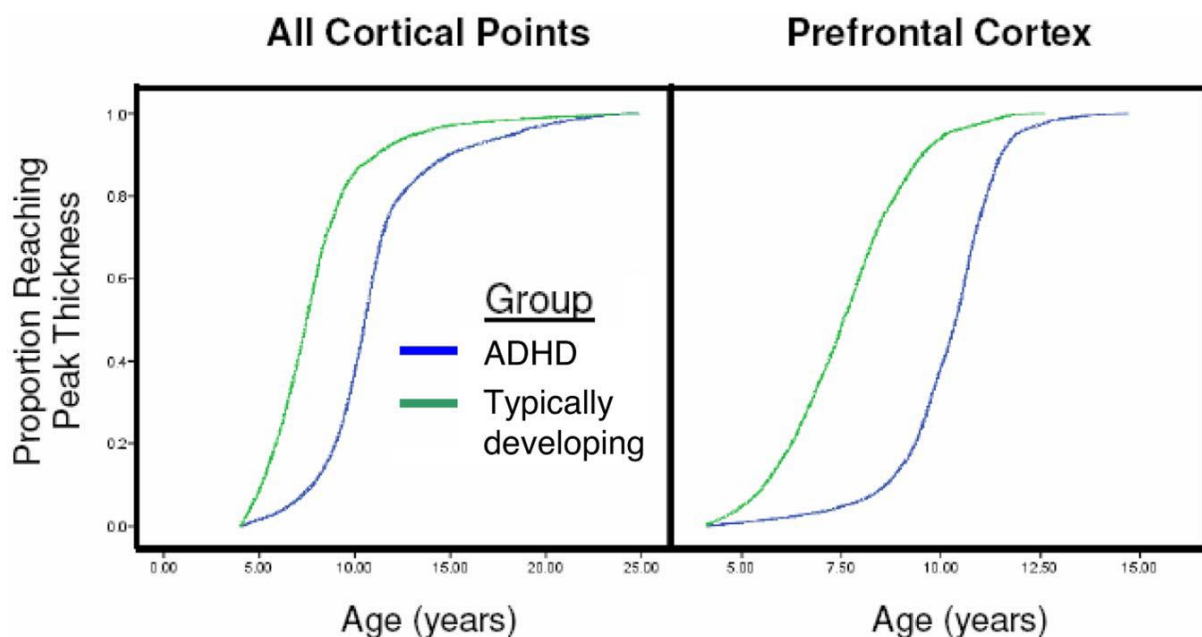
### **A) Développement du cortex pré-frontal et maturation cérébrale**

D'après Casey et al. (2000), cités par Poncelet et al. (2009), la chronologie des différents processus de maturation cérébrale sous-tend l'acquisition progressive de capacités cognitives de plus en plus complexes au cours de l'enfance, dont les fonctions exécutives. La manifestation principale de cette maturation réside dans l'augmentation rapide de la taille du cerveau avant l'âge de 5 ans. En effet, alors que le volume du cerveau à la naissance représente environ 25 % du cerveau à l'âge adulte, il atteint 95 % à 5 ans. De plus, les activations corticales se multiplient au détriment de celles des structures sous-corticales (Poncelet et al., 2009). Pour ce qui concerne le cortex-préfrontal, qui joue un rôle primordial dans les processus exécutifs, la maturation physiologique est à la fois lente (Yakovlev et Lecours, 1967, cités par Roy et al, 2005) et hétérogène (Mazeau, 2008). Par exemple, entre 8 et 11 mois, nous notons une augmentation importante de la consommation de glucose pouvant être corrélée à l'instauration du comportement intentionnel à cet âge. Il est donc indispensable chez l'enfant TDA/H de tenir compte des facteurs évolutifs et de

la dynamique de progression des capacités cognitives, en se référant aux stades d'acquisition des enfants sains.

Une étude récente de grande envergure (Shaw et al., 2007) a permis de comparer le développement cérébral des enfants TDA/H âgés de 7 à 12 ans avec celui d'enfants sains du même âge. D'après ces travaux, le développement cérébral observe la même progression chez tous les enfants, les aires associatives atteignant une maturation plus tardive que les aires primaires sensorielles. En revanche, cette recherche a permis de démontrer que l'âge moyen auquel 50% des zones cérébrales atteignent leur taille maximale est de 10,5 ans chez les enfants TDA/H alors qu'il est de 7,5 ans chez les enfants sains. Cet écart est significatif d'un retard de maturation cérébrale chez les sujets TDA/H. De plus, comme le montrent les graphiques ci-dessous, ce retard est d'autant plus important pour les zones corticales préfrontales.

Comparaison de la maturation cérébrale chez les enfants TDA/H et les enfants sains âgés de 7 à 12 ans, selon Shaw et al., 2007.



En outre, il est important de noter que la comparaison entre les études dédiées à l'émergence des processus exécutifs chez l'enfant et les travaux relatifs au vieillissement cérébral révèle un déplacement progressif des activations cérébrales selon un axe postéro-antérieur (Seron, 2009).

## **B) Apport des études en psychologie développementale**

Les travaux menés sur les animaux ainsi que les théories piagésiennes ont grandement inspiré les recherches consacrées à l'exploration du développement des fonctions exécutives chez le bébé et chez l'enfant d'âge préscolaire et scolaire.

### 1. Expérimentations chez les bébés

Diamond, dans une revue (1990) décrit une série d'expériences comparant les facultés de nourrissons âgés de 7 à 12 mois à celles de singes ayant subi une ablation des structures pré-frontales dans une situation de détour et de recherche d'un objet attrayant (paradigme piagésien « A-non-B »). D'après les résultats, les bébés témoigneraient de meilleures performances que les singes cérébro-lésés dans les deux types de tâches. Ces travaux permettent déjà d'envisager l'émergence précoce de la mémoire de travail et de l'inhibition d'une réponse prédominante et confirment par ailleurs la probable implication du cortex pré-frontal dans l'intentionnalité et le contrôle attentionnel des actions dirigées vers un but dès 7 à 12 mois (Roy et al., 2005).

### 2. Expérimentations chez les enfants d'âge préscolaire

En 2003, Zelazo et ses collaborateurs exposent leur modèle de Complexité et du Contrôle Cognitifs (CCC) selon lequel le développement des fonctions exécutives se traduit par un progrès des capacités à générer et utiliser des règles de plus en plus complexes afin de résoudre des problèmes. Afin d'évaluer leur théorie, ils proposent donc à des enfants de 3-4 ans une adaptation du Wisconsin Card Sorting Test intitulée « Dimensional Change Card Sort » (DCCS) et observent leurs aptitudes à déduire des règles. Les résultats indiquent que :

- Vers 2 ans, les enfants sont capables de générer une règle simple.
- A l'âge de 3-4 ans, ils ont accès à la combinaison de deux règles complémentaires du même jeu et réussissent le classement avec succès mais si le jeu change, ils sont en échec.
- Aux alentours de 4 ans, ils acquièrent la capacité à intégrer deux règles en une seule règle de niveau supérieur leur permettant d'élaborer et appliquer des règles plus complexes.

D'après Zelazo, tout échec est imputable aux capacités de traitement encore limitées des enfants mais destinées à croître progressivement. D'autres auteurs considèrent que les enfants sont en échec avant de développer la théorie de l'esprit (Perner et Lang, 2002, cités par Zesiger, 2009) et de comprendre notamment les fausses croyances.

### 3. Expérimentations chez les enfants d'âge scolaire

L'objectif général des études développées ci-dessous consiste à déterminer les processus exécutifs mis en œuvre en fonctions des tâches proposées.

- ❖ Levin et al. (1991) ont administré huit tâches évaluant différentes fonctions exécutives à trois groupes d'enfants (7-8 ans, 9-12 ans et 13-15 ans), puis ils ont procédé à une analyse factorielle mettant en évidence trois facteurs développementaux :
  - l'élaboration de concepts et l'association sémantique,
  - la flexibilité cognitive,
  - la planification.
  
- ❖ Welsh et al. (1991) ont administré une série de tests à un échantillon plus important d'enfants de 3 à 12 ans. D'après les résultats, les enfants ne parviennent pas simultanément au niveau adulte pour toutes les tâches :
  - Le niveau adulte est atteint à 5 ans pour l'épreuve de recherche visuelle,
  - Dès 10 ans, les enfants démontrent des capacités d'appariement de figures comparables à celles des adultes,
  - A 12 ans, les performances de fluence verbale et de planification n'égalent pas encore le niveau adulte.
  
- ❖ Klenberg et al. (2001) ont proposé à des enfants finlandais âgés de 3 à 12 ans dix subtests de la batterie NEPSY mesurant la régulation du comportement, l'inhibition motrice de réponses prédominantes, l'attention auditive et visuelle, le balayage visuel, la planification et la fluence. Les résultats, croissants avec l'âge, plaident en faveur d'un développement s'opérant de manière séquentielle. En effet, l'acquisition des capacités d'inhibition et de contrôle de l'impulsivité précède celle de l'attention sélective et soutenue. La planification et la fluence quant à

elles constituent des habiletés plus élaborées et sont donc maîtrisées plus tardivement.

→ En somme, le développement des fonctions exécutives est graduel ; il semble suivre les processus de maturation cérébrale et se poursuit à l'adolescence. D'après les travaux de Klenberg et al. (2001), il pourrait également dépendre de l'exposition à l'environnement et notamment du niveau d'éducation des parents. Toutefois, certains auteurs considèrent que l'existence de « stades de développement » des processus exécutifs paraît peu plausible car les données recueillies sont aussi très liées au degré de difficulté des tâches administrées (Zesiger, 2009).

## V) Relations entre fonctions exécutives et attention

### **A) Définition de l'attention**

En neuropsychologie, le concept d'attention est complexe. Ainsi, il ne réfère pas à un système unitaire mais comprend un ensemble de sous-processus attentionnels. Ces derniers sont dédiés au contrôle du flux d'informations disponibles ainsi qu'à la régulation d'autres procédés cognitifs telles que le langage ou la mémoire. Tout comme les fonctions exécutives, les processus attentionnels interviennent dans une grande majorité de nos activités (Hacquin, 2004).

Selon James (1890), cité par Thomas et Willem (2007), l'attention représente : « *la prise de possession par l'esprit, de façon claire et précise, d'un objet ou d'une pensée parmi ceux ou celles simultanément disponibles* ». Cette définition reconnaît donc dans le phénomène d'attention l'exercice d'un contrôle conscient ainsi que la capacité à sélectionner une donnée parmi un flux d'informations et à la maintenir dans « *le champ de la conscience* ».

Zimmermann et al. (2002) considèrent que toute expérience consciente serait filtrée et fixée par le système attentionnel. D'autres auteurs (Mc Glynn et al., 1989, cités par Dubrey et al., 2006) ont élaboré un modèle global de la conscience selon lequel l'expérience consciente des perceptions, des connaissances et de la mémorisation nécessite l'activation d'une unité principale (le CAS : Consciousness Awareness System) qui interagit à la fois avec les connaissances spécifiques et le système exécutif.

## B) Principales théories neuropsychologiques de l'attention

Les travaux menés en neuropsychologie ont permis d'identifier différents mécanismes attentionnels sous-tendus par des réseaux neuronaux relativement distribués dans le cerveau. Nous avons délibérément choisi de n'exposer de manière chronologique que les modèles théoriques en lien avec les fonctions exécutives.

- ❖ Le modèle de **Posner et Boies (1971)** admet l'existence de quatre processus attentionnels :
  - l'alerte (phasique ou tonique) est définie par le niveau d'éveil de l'individu
  - l'attention soutenue permet de mobiliser les ressources attentionnelles sur une longue période et de traiter un flux rapide et continu d'informations
  - l'attention sélective permet l'orientation intentionnelle de l'intérêt vers une cible ; elle implique l'inhibition des informations non pertinentes
  - l'attention divisée permet le partage des ressources attentionnelles entre plusieurs sources de stimuli
  
- ❖ **Schiffrin et Schneider (1977)**, dans leur modèle de l'attention, distinguent les processus automatiques réalisés en parallèle des processus contrôlés en série. Ces derniers requièrent des efforts constants et un coût attentionnel non négligeable. Toutefois, il est possible à long terme qu'une tâche contrôlée s'automatise et devienne moins coûteuse, permettant ainsi d'allouer plus de ressources pour une autre tâche. Selon **Laberge (1990)**, cité par **Hacques (2009)**, le thalamus serait responsable du phénomène binaire d'activation / inhibition et permettrait donc également le filtrage de l'information.
  
- ❖ Les modèles conçus par **Posner et Raichle (1994)** et **Van Zomeren et Brouwer (1994)** peuvent être mis en parallèle. A ce jour, ce sont les théories de l'attention les plus reconnues et les plus utilisées. Le modèle de Van Zomeren et Brouwer (1994) identifie deux caractères propres aux mécanismes attentionnels, soit : l'intensité et la sélectivité. L'intensité constitue un pré-requis physiologique primordial à la sélectivité.

Le tableau ci-contre rappelle le classement des processus attentionnels selon Van Zomeren et Brouwer (1994) :

INTENSITE	SELECTIVITE
<ul style="list-style-type: none"><li>• Alerte phasique ou tonique</li><li>• Attention soutenue</li><li>• Vigilance</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Attention focalisée</li><li>• Attention divisée</li></ul>

Posner et Raichle (1994), développent une théorie du système attentionnel également fondée sur les notions d'intensité et de sélectivité mais postulant l'existence de trois processus cognitifs :

- l'alerte associée à l'intensité
- les capacités d'orientation et d'inhibition correspondant à la dimension sélective de l'attention
- le contrôle exécutif jouant un rôle de supervision sur l'action en cours.

Swanson (2003) précise l'implication du contrôle exécutif dans la résolution de conflits lorsque deux réponses sont activées simultanément dans une tâche.

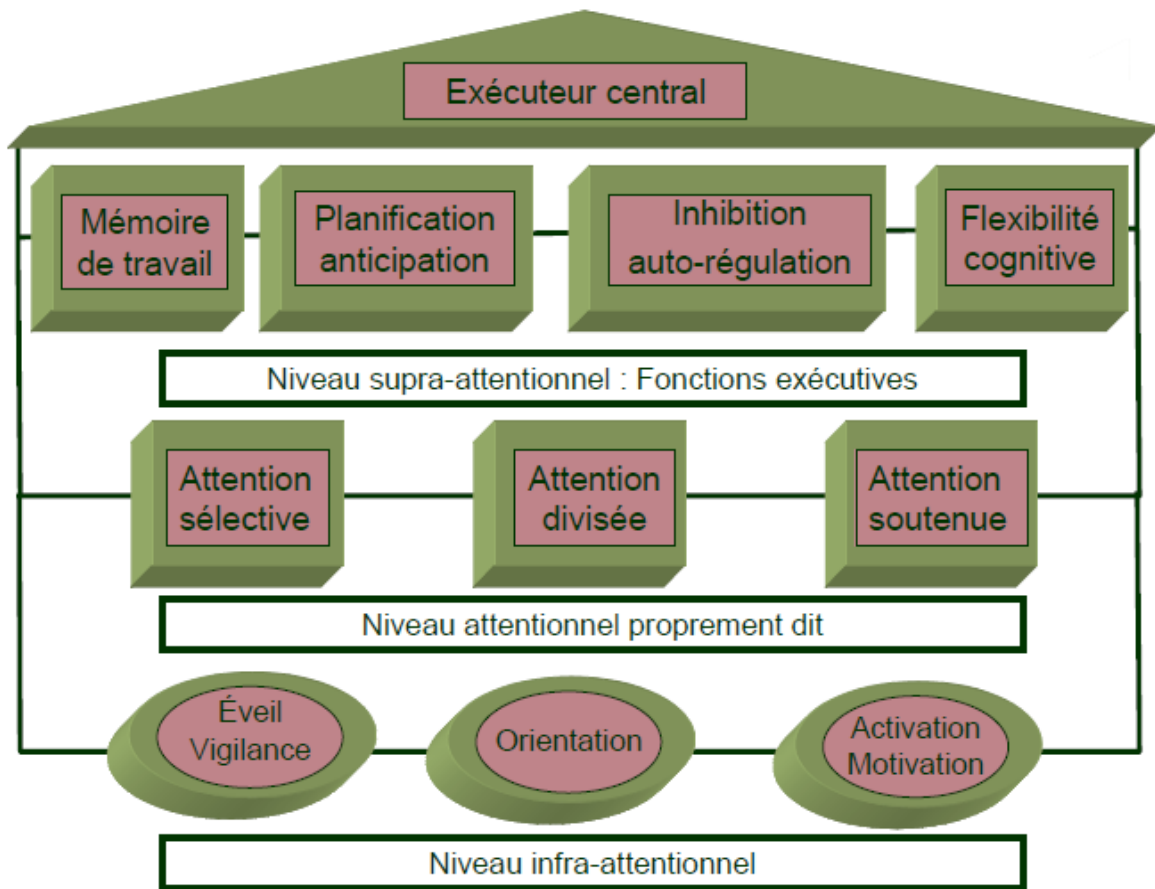
❖ **Zimmermann et ses collaborateurs** ont élaboré les batteries d'évaluation de l'attention pour adultes (TEA, 1994) et pour enfants (KITAP, 2002). Ces auteurs considèrent justement que le contrôle attentionnel est requis pour accomplir les tâches où les routines surappries se révèlent insuffisantes ou inefficaces. Cette conception de l'attention est très proche de la définition des fonctions exécutives.

### **C) Interactions entre les processus attentionnels et exécutifs**

Au vu des modèles de l'attention et des fonctions exécutives exposés précédemment, l'interaction ou du moins les points communs entre les fonctions attentionnelles et exécutives paraissent incontestables. Selon Rousseaux et al. (2006), l'attention et les fonctions exécutives constituent des processus complexes de haut niveau. Elles se distinguent des autres mécanismes cognitifs (mémoire, langage, gnosies, praxies...) en ce qu'elles les sous-tendent et sont essentielles dans toute activité non routinière ou complexe.

Afin de déterminer quels liens unissent les fonctions attentionnelles aux fonctions exécutives, Lussier (2009) a élaboré un schéma modulaire de l'attention.





L'identification des composantes respectives des processus attentionnels et des fonctions exécutives a permis leur différenciation. Bien qu'étroitement liés, leurs sous-processus cognitifs respectifs sont sous-tendus par diverses structures anatomiques et interviennent dans des activités tout aussi variées. Certains auteurs considèrent notamment que les capacités attentionnelles et exécutives sont conjointement mises en œuvre dans des tâches complexes et non routinières. De plus, selon les auteurs, certains mécanismes relèvent tantôt des processus attentionnels tantôt des fonctions exécutives ; c'est notamment le cas de l'inhibition et de la flexibilité cognitive (Zimmermann et al., 2002).

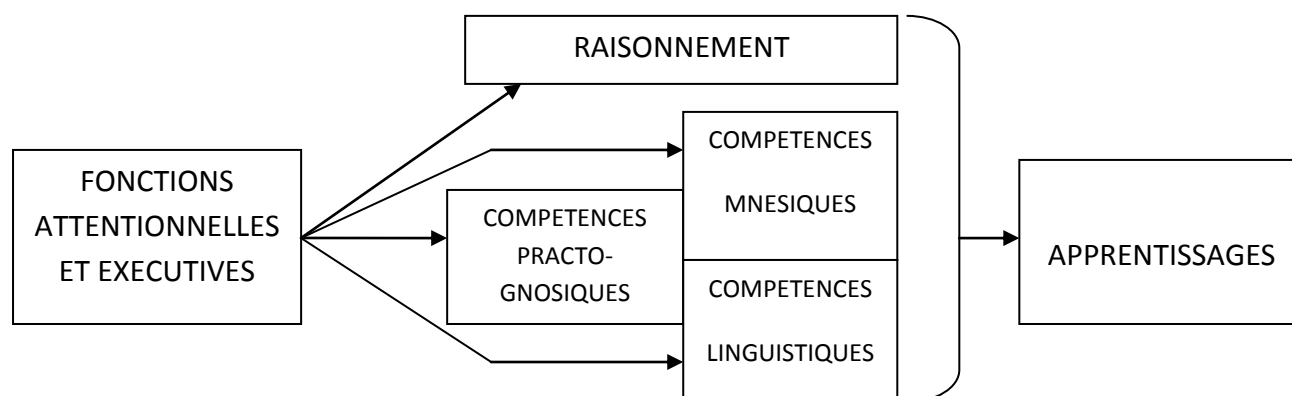
## VI) Les fonctions exécutives et les apprentissages

Les composantes attentionnelles et les fonctions exécutives sont pleinement impliquées dans l'ensemble des processus d'acquisition et d'apprentissage chez l'enfant (Mazeau, 2006). Les fonctions exécutives, plus spécifiquement, supervisent toutes nos activités cognitives et déterminent pour chacune d'elles un niveau

d'efficacité (Mazeau, 2008). Ce sont également les mécanismes cognitifs se rapprochant le plus de la notion d'intelligence. Elles sont indispensables dans la vie quotidienne et plus particulièrement la vie scolaire pour toutes les formes d'apprentissages. En somme elles sont requises dans toutes les compétences mnésiques, linguistiques ou praxio-gnosiques ainsi que le raisonnement.

Champ d'action des fonctions attentionnelles et exécutives, d'après Mazeau, 2008.

---



## VII) Profil exécutif de l'enfant présentant un TDA/H

Le TDA/H est souvent défini comme un syndrome caractérisé par un déficit attentionnel pouvant constituer la principale cause de la symptomatologie (Kerns et al, 1999). Toutefois, des études ont évalué et contesté cette première hypothèse. En effet, de récentes recherches en neuropsychologie ont démontré, chez les enfants TDA/H, l'existence d'un déficit exécutif qui pourrait être à l'origine des troubles cognitifs et comportementaux observables chez ces enfants, et justifier ainsi l'usage de l'expression « syndrome dysexécutif » pour référer au TDA/H.

### **A) Le TDA/H : un « syndrome dysexécutif » ?**

Désormais, le déficit des fonctions exécutives des enfants TDA/H par rapport aux enfants ordinaires de leur âge est unanimement reconnu. Certains auteurs qualifient même le TDA/H de syndrome dysexécutif face à la myriade de troubles observée (Berquin, 2005 ; Zesiger et Eliez, 2009) et comparent ainsi le déficit exécutif de ces enfants à celui observé chez les patients cérébro-lésés (Mazeau, 1999 ; Godefroy, 2004).

## 1. Le modèle de Barkley (1997)

Le modèle de Barkley se propose, du point de vue de la neuropsychologie, de comprendre le fonctionnement des sujets présentant un TDA/H de type hyperactif-impulsif ou combiné selon les critères diagnostiques du DSM-IV (1994). Plus que le défaut d'attention, c'est le déficit d'inhibition comportementale qui est considéré, par Barkley, comme le principal élément explicatif des symptômes du TDA/H (Albaret, 2005). Ce modèle prend en considération à la fois les aspects cognitifs et comportementaux induits par le TDA/H. L'inhibition comportementale regroupe trois processus en interaction qui, en temps normal, permettent à l'enfant :

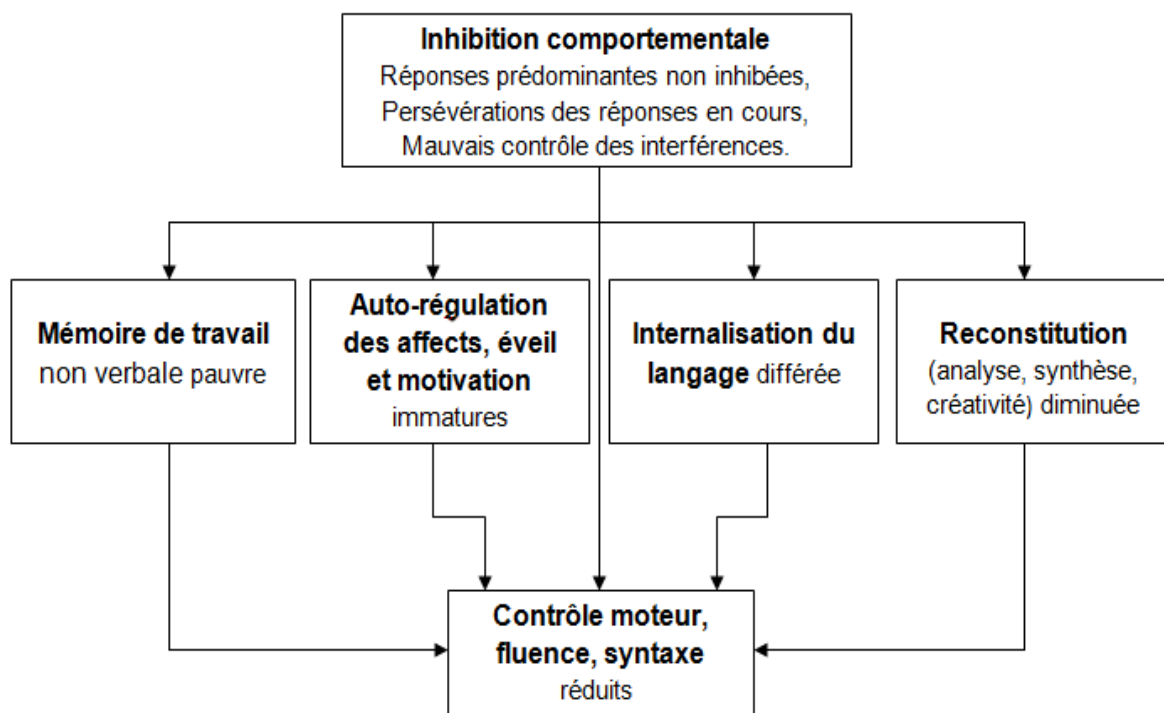
- d'inhiber une réponse prégnante dans une situation donnée,
- d'interrompre une réponse en cours autorisant un délai de réflexion préalable à l'action,
- de protéger ce temps de réponse de toute distraction ou interférence de manière à ce qu'il puisse l'utiliser pour planifier sa réaction et, de façon plus générale, gérer son comportement.

Selon Barkley, ces processus permettraient d'opérer un déplacement du contrôle des comportements. Ainsi, les comportements générés par un environnement externe seraient substitués par des représentations internes de l'information. Lorsqu'un comportement est orienté vers un but, l'ensemble des stimulations sensorielles inadéquates se voit supprimé. D'après cette théorie, si la capacité à inhiber un comportement non pertinent est défaillante, il en résulte une perte d'efficacité des fonctions exécutives suivantes :

- la mémoire de travail non verbale comprenant la dimension temporelle, et impliquée dans la manipulation des informations,
- l'autorégulation de la motivation, de l'éveil et de la vigilance,
- l'internalisation du langage, chargée de la structuration des comportements selon les règles, de la compliance (c'est-à-dire la capacité à répondre positivement à une demande faite par l'entourage) et du raisonnement moral,
- la reconstitution c'est-à-dire la capacité à transmettre une information verbale de façon précise ou à résoudre un problème nouveau à l'aide de différentes stratégies.

L'auteur suppose donc qu'un déficit de l'inhibition comportementale et une atteinte des fonctions exécutives ont pour conséquence un défaut de l'organisation et du contrôle moteur se traduisant par : des comportements inadaptés à la situation, des actions stéréotypées ou incomplètes, des persévérations, ainsi qu'une capacité limitée à produire des séquences motrices nouvelles ou complexes. En particulier, un déficit de l'internalisation du langage entrave la régulation des comportements, la planification ainsi que la résolution de problèmes. Une atteinte de la reconstitution génère une absence d'aisance verbale ou un manque de créativité et de flexibilité face à un problème nouveau. De plus, chez les enfants présentant un TDA/H, la dimension temporelle serait perturbée (« myopie temporelle ») et les rendrait dépendants du contexte immédiat (Zesiger et Eliez, 2009).

Représentation schématique du modèle de Barkley, 1997.



→ En somme, le défaut d'inhibition comportementale serait responsable du déficit attentionnel. C'est pourquoi ce modèle s'applique essentiellement aux enfants hyperactifs et impulsifs qui ne parviennent pas à sélectionner la réponse adéquate au moment opportun (impulsivité motrice) et à s'accorder un temps de réflexion avant de résoudre une tâche afin d'envisager les différentes solutions et les conséquences éventuelles (impulsivité cognitive).

## 2. Le modèle de Sonuga-Barke (2002)

Cet auteur a élaboré un modèle à deux voies aboutissant à l'expression des symptômes des différents sous-types de TDA/H. Une première voie correspond à un déficit du contrôle inhibiteur ayant pour effet une dysrégulation cognitive et comportementale. Une seconde voie motivationnelle composée de l'aversion pour les délais (« delay aversion ») et d'une implication réduite dans la tâche, semble être responsable de l'inattention, de l'hyperactivité et de l'impulsivité des enfants TDA/H. Ce modèle constitué de deux voies indépendantes paraît apporter un point de vue complémentaire à la compréhension du TDA/H. Il repose principalement sur l'existence d'un dysfonctionnement inhibiteur.

### **B) Spécificité du déficit exécutif chez l'enfant TDA/H**

Une méta-analyse réalisée par Sergeant et ses collaborateurs (2002) a permis d'identifier les spécificités du déficit exécutif dans le cadre du TDA/H. La revue de la littérature réalisée par ces chercheurs a pris en considération les études comparatives de cette population en particulier avec le trouble des conduites (TC), le trouble oppositionnel avec provocation (TOP), l'autisme de haut niveau et le syndrome de Gilles de la Tourette. Les composantes exécutives retenues sont : l'inhibition, la flexibilité (ou shifting), la mémoire de travail, la planification et la fluence. Les résultats confirment l'existence de déficits dans certains aspects des fonctions exécutives chez les enfants TDA/H qui ne sont toutefois pas spécifiques. Cette méta-analyse rapporte que plusieurs études ont objectivé dans le TDA/H :

- un dysfonctionnement de l'inhibition motrice aspécifique (Stop-Signal) et des temps de réaction nettement plus élevés que chez les contrôles,
- une sensibilité à l'effet d'interférence (Test Stroop),
- un déficit de flexibilité (Wisconsin Card Sorting test).

Toutefois, l'interprétation de ces résultats, retrouvés dans la grande majorité des études, est à nuancer. En effet, il existe beaucoup de variantes dans la méthodologie employée notamment concernant le choix des tests (Monette et Bigras, 2008). De plus, certains critères tels que les différents sous-types de TDA/H sont rarement pris en compte.

***Ce chapitre nous a permis de rappeler les fondements théoriques des fonctions exécutives et d'explorer les liens avec le TDA/H. Dans le prochain chapitre, nous définirons la remédiation cognitive puis nous proposerons une revue détaillée de la littérature concernant les différentes stratégies d'intervention visant à remédier au déficit des fonctions attentionnelles et exécutives chez les sujets TDA/H.***

# - C H A P I T R E 3 - S T R A T E G I E S D ' I N T E R V E N T I O N C I B L E E S S U R L E S F O N C T I O N S E X E C U T I V E S C H E Z L E S S U J E T S P R E S E N T A N T U N T D A / H

## I) La remédiation cognitive en neuropsychologie

### **A) Définition de la remédiation cognitive**

Le concept de remédiation cognitive, du point de vue neuropsychologique, désigne les stratégies d'intervention ayant pour objectif d'améliorer les fonctions cognitives déficitaires (Medalia, Choi, 2009). Lussier (2009) rappelle qu'il convient de distinguer deux types de processus de restauration ou de réorganisation fonctionnelle en neuropsychologie :

- les stratégies de type « top-down » allant des processus de haut niveau vers les processus de bas niveau.
- les stratégies de type « bottom-up » allant des processus de bas niveau vers les processus de haut niveau.

Ces interventions reposent sur le principe neurobiologique de « plasticité cérébrale » ou autrement dit sur « les mécanismes qui permettent la réorganisation architecturale et fonctionnelle du cerveau » (Anderson et al. 2003). Kholb (2004, cité par Moreau et al., 2006) a décrit le phénomène de « synaptogénèse » qui fait référence à l'émergence de nouvelles voies de communication neuronales grâce à la création de nouvelles synapses ou à la modification des connections synaptiques déjà existantes. On peut donc considérer que la plasticité synaptique régit l'activité cérébrale puisqu'elle a la capacité de moduler sa propre fonctionnalité en modifiant continuellement sa neuro-architecture (Vianin et al., 2003). Ces mécanismes seraient pleinement impliqués dans les apprentissages et les activités cognitives.

## **B) Différentes applications de la remédiation cognitive**

### **1. Selon la population concernée**

Les programmes de remédiation cognitive sont tout aussi variés que les populations cliniques auxquelles ils s'appliquent. En effet, ils s'adressent aussi bien aux enfants qu'aux adultes et ce type d'intervention a été décrit dans le cadre de plusieurs pathologies différentes dont :

- Les traumatismes crânio-encéphaliques
- Les accidents vasculaires cérébraux
- Les maladies neuro-dégénératives
- La schizophrénie
- Certains cas d'épilepsie
- Le TDA/H...

Ces pathologies affectent le plus souvent les processus attentionnels et mnésiques ainsi que les fonctions exécutives. Chacune de ces fonctions supérieures peut faire l'objet d'une remédiation cognitive spécifique.

### **2. La remédiation cognitive de l'attention chez les sujets TDA/H**

Ce type de prise en charge n'est pas propre aux déficits des fonctions exécutives mais peut également être utilisé chez des sujets présentant des troubles des processus attentionnels ou mnésiques. D'ailleurs, des chercheurs ont eu recours au training cognitif afin d'améliorer l'attention chez des sujets TDA/H.

Williams (1989) ainsi que Semrud-Clikeman et son équipe (1998) ont utilisé l'APT (Attention Process Training : Entraînement des processus attentionnels) initialement mis au point par Sohlberg et Mateer (1989, cités par Kerns et al., 1999) pour rééduquer l'attention soutenue, l'attention sélective et l'attention divisée chez des sujets traumatisés crâniens. Williams a recruté six enfants TDA/H âgés de 8 à 13 ans et leur a proposé un entraînement deux fois par jour, quatre jours par semaine et ce durant cinq semaines. Semrud-Clikeman et ses collaborateurs ont évalué l'efficacité de l'APT associé à un entraînement de résolution de problèmes scolaires chez six enfants TDA/H. Un groupe contrôle d'enfants TDA/H et un groupe d'enfants sains ont été constitués pour l'étude. Le protocole d'une durée de dix-huit semaines comprenait deux séances hebdomadaires d'une heure.



→ De manière générale, ces études ont mis en évidence une amélioration significative aux épreuves évaluant les processus attentionnels. Toutefois, ces résultats très encourageants ne sont pas corrélés aux scores des questionnaires soumis aux parents et aux enseignants et évaluant les symptômes du TDA/H.

Dans la continuité de ces travaux, Kerns et ses collaborateurs (1999) ont cherché à évaluer l'efficacité d'un nouveau programme de rééducation de l'attention adapté aux enfants présentant un TDA/H intitulé « Pay Attention ! ». Quatorze enfants TDA/H âgés de 5 à 10 ans ont été recrutés et répartis en deux groupes : un groupe d'étude et un groupe contrôle.

→ Les résultats de cette étude suggèrent qu'une telle approche améliore significativement certaines mesures d'attention sélective et soutenue mais aussi les performances scolaires.

## **C) Principes et intérêts de la remédiation cognitive**

### **1. Principes fondateurs**

Sohlberg et Mateer (2001) ont proposé une adaptation au TDA/H des techniques de réhabilitation neurocognitive existant chez les patients traumatisés crâniens. Ces auteurs considèrent cinq principes comme fondamentaux à l'amélioration des fonctions attentionnelles :

- Utiliser un modèle de traitement basé sur un modèle théorique
- Utiliser des activités thérapeutiques et des stratégies organisées de façon hiérarchique
- Permettre l'application et la répétition de stratégies personnalisées (avec suffisamment d'intensité pour stimuler les processus ciblés)
- Ajuster l'intervention en fonction de la performance de l'individu
- Favoriser la généralisation des acquis à des tâches de la vie quotidienne.

Ces conditions sont tout à fait généralisables à la prise en charge d'autres fonctions cognitives supérieures, dont les fonctions exécutives.

## 2. Intérêts des programmes de remédiation cognitive

Abikoff publie en 1991 une revue de la littérature recensant toutes les études ayant évalué l'impact de l'entraînement (ou du training) cognitif. L'auteur rappelle que ce concept fait référence à des procédures de traitement telles que l'entraînement de l'auto-instruction, le modelage, le renforcement, l'auto-monitoring ou la résolution de problèmes cognitifs et interpersonnels. Chez les enfants présentant un TDA/H, il vise principalement à développer les compétences d'auto-instruction et à entraîner les enfants à élaborer des stratégies pour résoudre un problème. Des chercheurs utilisant un training cognitif postulent que le développement et l'internalisation d'aptitudes d'auto-régulation cognitive apporteraient aux jeunes présentant un TDA/H les moyens de mieux réguler leur comportement et améliorerait de surcroît leur fonctionnement scolaire. Voici donc une brève synthèse des effets mis en évidence dans les différentes études citées par Abikoff (1991) :

### ❖ Effets sur le fonctionnement cognitif :

Une amélioration qualitative des résultats aux labyrinthes de Porteus est rapportée dans 4 études et suggère que le training cognitif favoriserait la planification nécessaire à l'exécution de cette tâche perceptivo-motrice. De plus, d'après des études qui se sont intéressées à l'efficacité de l'entraînement cognitif combiné à la médication, l'amélioration du comportement et de l'attention permise par les psychostimulants faciliterait l'apprentissage de situations requérant de la rapidité.

### ❖ Effets sur le fonctionnement scolaire :

Bien qu'il existe de nombreuses preuves de l'amélioration de l'efficacité et de la réussite dans les tâches scolaires grâce aux psychostimulants, les effets positifs de la médication sur l'acquisition et l'utilisation de nouvelles aptitudes scolaires n'ont pas encore été démontrés. De plus, le traitement alliant une intervention éducative à la médication ne semble pas plus efficace. En l'absence de résultats probants de ces interventions, des études se sont intéressées de plus près à l'utilité des techniques d'entraînement cognitif chez les enfants TDA/H dans le cadre de difficultés scolaires. Les procédures d'auto-instruction constituent le pilier de nombreux programmes d'entraînement cognitif mais ne semblent pas améliorer les performances scolaires.

Il se pourrait que ces techniques favorisent le développement de capacités lorsqu'elles sont orientées spécifiquement vers les déficits. Par ailleurs, aucune différence n'a été retrouvée entre les performances scolaires des enfants traités par psychostimulants et celles des enfants recevant un traitement combiné (psychostimulants et entraînement cognitif). Certains auteurs font l'hypothèse que l'acquisition de « compétences métacognitives » serait nécessaire à la résolution de problèmes complexes et que l'usage de ces compétences pourrait se généraliser à d'autres tâches similaires.

❖ Effets sur le comportement :

Les études contrôlées ont démontré que les enfants sont capables d'apprendre des stratégies de résolution de problèmes sociaux sans pour autant utiliser ces nouvelles compétences pour adapter leur comportement dans des situations de la vie réelle.

➔ Dans le traitement de l'enfant avec TDA/H, le training cognitif semble avoir plus de validité que les autres modalités thérapeutiques. Cependant aucune étude n'a encore démontré que le développement de compétences d'auto-régulation internalisées facilite la généralisation et le maintien de ces effets. De plus, il n'existe actuellement aucun résultat indiquant que le training cognitif peut être considéré comme un concurrent aux stimulants ou qu'il est susceptible d'en renforcer les effets bénéfiques.

## II) Les stratégies de restauration dites « top-down »

Les stratégies de type top-down visent à activer des fonctions cognitives supérieures supposées agir sur les systèmes inférieurs. Elles sont fréquemment qualifiées de stratégies métacognitives. Selon Laporte et Guay (2006), la remédiation métacognitive porte indirectement sur les réseaux de neurones mobilisés par un processus cognitif donné. Elle a pour vocation l'amélioration de fonctions cognitives spécifiques en prenant appui sur des stratégies de gestion et d'éducation cognitive et comportementale. Ces programmes se caractérisent par une prise de conscience des déficits par le sujet et un développement de ses capacités d'auto-régulation (Lussier, 2009). Ils font par ailleurs appel à des techniques variées inspirées de la rééducation des patients traumatisés crâniens telles que : le modelage (ou

modeling), le discours interne (Meichenbaum et Goodman, 1971), l'apprentissage de stratégies de résolution de problèmes. Kipfer et Berger (2009) proposent une revue de la littérature des différentes interventions métacognitives et y justifient le bien-fondé des stratégies de type top-down.

❖ Wasserstein et Lynn (2001)

Ces chercheurs ont recours à la métaphore qu'ils considèrent être un excellent outil métacognitif pour remédier aux déficits constatés chez les adultes TDA/H. Bien que la « métacognition » soit un concept encore relativement vague, elle désigne selon ces auteurs la conscience, les croyances, les savoirs et l'histoire personnelle constituant la personnalité de l'individu. Par exemple, des métaphores sont empruntées au domaine informatique ou mécanique. Ces dernières sont personnalisées et permettent aux sujets TDA/H de mieux comprendre certains aspects de leur dysfonctionnement neurologique grâce à des images familières. Wasserstein et Lynn considèrent que les métaphores sont susceptibles d'aider ces adultes TDA/H à mieux reconnaître, évaluer et modifier leurs comportements inadaptés récurrents.

Ils citent l'exemple d'un homme d'affaires TDA/H très impulsif chez qui ils ont utilisé l'image que l'adulte avait de lui-même : une balle de ping-pong. Cette identification a été essentielle dans sa compréhension du caractère aléatoire et impulsif de ses actions et causant un énorme gaspillage d'énergie. Les images visuelles, le système symbolique et les émotions facilitant la compréhension du problème seraient soutenus par l'activation de différents réseaux neuronaux. De plus, les mêmes auteurs défendent la remédiation du déficit exécutif par les fonctions exécutives grâce à :

- L'identification et le renforcement des capacités indemnes d'un individu,
- La reconnaissance et le développement des compétences altérées,
- La mise en place de supports externes adaptés à l'individu.

❖ Gagné (1999, 2004, cité par Gagné, 2006)

Les récents travaux menés par Gagné appartiennent à l'approche top-down. Cet auteur a développé de précieux outils de gestion cognitive qui ont démontré leur

intérêt auprès d'enfants présentant un déficit exécutif pour mieux appréhender les apprentissages scolaires.

- L'outil 1 permet de maîtriser les transactions sensorielles pour mieux sélectionner dans l'environnement externe les informations visuelles, auditives et kinesthésiques pertinentes.
- L'outil 2 permet à l'enfant de mieux maîtriser les actions cognitives élémentaires.
- L'outil 3 permet à l'enfant d'opérer une gestion séquentielle de l'attention en quatre temps : inhibition, exploration, question, décision.
- L'outil 4 permet l'allocation de ressources cognitives grâce au modèle Réflecto©. Ce modèle qui, a posteriori, a inspiré les travaux du CRAN (Centre de Rééducation d'Approche Neuropsychologique) vise à rendre l'enfant acteur de ses apprentissages en augmentant son niveau d'autonomie cognitive et en développant son langage de gestion. La métaphore a un rôle majeur dans ce matériel car elle permet d'expliquer à un enfant son fonctionnement attentionnel et exécutif (par exemple, le détective symbolise l'attention sélective).

Cependant, à ce jour, ces outils n'ont pas été rigoureusement évalués.

❖ Chevalier et Girard-Lajoie (2000, cités par Chevalier et al., 2003)

Ces auteurs ont développé un programme d'éducation de l'attention destiné aux enseignants du premier cycle du primaire. Il vise la prise de conscience du contrôle de l'attention par des activités d'apprentissage. Il suggère à l'enfant TDA/H d'utiliser différentes stratégies de contrôle à mettre en œuvre et à généraliser à d'autres activités académiques. Le programme comprend un entraînement de l'imagerie visuo-motrice qui vise à améliorer la vigilance et l'attention soutenue, l'attention sélective ainsi que le contrôle exécutif et l'inhibition. Neuf classes en adaptation scolaire, accueillant des enfants âgés de 6 à 9 ans, ont participé à cette recherche. Cinq classes ont constitué le groupe d'étude et ont expérimenté le programme alors que les quatre autres classes ont participé en tant que groupe contrôle. La version enseignant du questionnaire de DuPaul et al. (1998) a permis de sélectionner les enfants présentant un profil de TDA/H. Ainsi, dix-sept sujets ont été retenus dans le groupe expérimental et 13 dans le groupe contrôle.

➔ Les effets bénéfiques du programme chez les enfants TDA/H portent essentiellement sur la vigilance et l'attention soutenue. De plus, après leur participation au programme, les enfants tendent à mettre en œuvre des stratégies de contrôle de l'attention telles que « je contrôle mon attention ».

### III) Les stratégies d'intervention dites « bottom-up »

Les stratégies de remédiation de type bottom-up reposent sur un entraînement intensif des mécanismes de bas niveau supposés agir sur les processus de haut niveau. Cette approche vise la réorganisation structuro-fonctionnelle des réseaux de neurones. En neuropsychologie, les stratégies de remédiation respectant cette hypothèse sont dites neurocognitives. A notre connaissance, très peu d'études se sont intéressées à l'efficacité de programmes de remédiation cognitive ciblés sur les fonctions exécutives chez des enfants TDA/H.

#### **A) Programmes non informatisés**

❖ Reid et Borkowski (1987)

Ils ont mené des travaux afin de comparer empiriquement l'efficacité de trois types d'interventions sur l'acquisition de compétences, sur les techniques d'auto-contrôle comportementales ainsi que sur l'émergence de la conscience de soi. Pour les fins de l'étude, trois groupes d'enfants TDA/H ont été constitués de la façon suivante:

- un premier groupe a appris des stratégies de résolution de problèmes
- un second groupe a à la fois appris des stratégies de résolution de problèmes et des techniques d'auto-contrôle (inhibition comportementale, verbalisation...)
- un troisième groupe a reçu les mêmes apprentissages que le second groupe ainsi qu'un entraînement pour identifier les causes de réussite ou d'échec d'une action et pour analyser les relations entre une stratégie utilisée et une performance.

➔ Les résultats ont révélé que l'intervention plus complète du troisième groupe a eu un impact plus important, une durée plus longue et une généralisation plus large.

❖ Marquet-Doléac et al. (2006)

L'équipe de psychomotriciens a évalué l'efficacité d'un protocole d'apprentissage de l'inhibition chez vingt-cinq enfants porteurs d'un TDA/H mixte et âgés de 7 à 12 ans. Ce programme de rééducation comprend six séances de 45 minutes au cours desquelles trois types de tâches de plus en plus complexes sont proposées aux enfants suivis :

- Une tâche motrice de résistance aux stimuli externes (support : crayon et tracé sinueux sur une feuille)
- Une tâche de contrôle de l'inhibition et de délai de réponse (support : cartes issues du jeu UNO®)
- Une tâche de résolution de problèmes et de mémoire de travail (support : jeu Rush Hour®).

➔ Cette étude a démontré les effets bénéfiques d'une rééducation de l'inhibition des réponses erronées, mais pas des autres mécanismes ciblés.

## **B) Programmes informatisés**

Certaines études ont permis d'élaborer des programmes informatisés de remédiation cognitive et d'en évaluer l'efficacité.

❖ Slate et al. (1998, cités par Chevalier et al., 2006)

Cette équipe a utilisé des tâches informatisées issues du logiciel « Captain's log » permettant d'entraîner l'attention, la mémoire et la résolution de problèmes chez quatre enfants TDA/H âgés de 7 à 11 ans et présentant des troubles émotionnels associés. Les enfants bénéficiaient d'un training intensif : les séances duraient 30 minutes, à raison de quatre jours par semaine, et ce, pendant seize semaines.

➔ D'une part, les résultats ont mis en évidence pour trois des enfants une amélioration de l'attention visuelle partagée. D'autre part, sur le plan comportemental, tous les enfants ont acquis un meilleur contrôle de leur impulsivité et de leur hyperactivité. Toutefois les auteurs n'ont pas évalué la généralisation des acquis.

❖ Klingberg et al. (2005)

Une étude plus récente menée par Klingberg et ses collaborateurs s'est intéressée à l'impact d'un programme informatisé d'entraînement intensif de la mémoire de travail. Cinquante-trois enfants ont été randomisés dans le groupe d'étude et le groupe contrôle bénéficiant d'un programme non spécifique. Le protocole de rééducation était intensif : les enfants ont participé aux séances quarante minutes par jour pendant au moins vingt-cinq jours. Quatre types de tâches entraînant spécifiquement la mémoire de travail ont été proposés. Les exercices se complexifiaient progressivement.

➔ Cet entraînement a permis d'améliorer les performances des enfants TDA/H dans les tâches de mémoire de travail entraînées, qu'elles soient verbales ou non-verbales. De plus, les enfants ont progressé dans les tâches d'inhibition et de raisonnement qui n'ont pas été rééduquées. L'échelle de Conners a également mis en évidence une diminution des symptômes du TDA/H. Les effets bénéfiques du traitement se sont maintenus trois mois après l'intervention.

## IV) Les interventions multimodales

De plus en plus d'auteurs prônent les bénéfices des stratégies thérapeutiques multimodales combinant stratégies top-down et bottom-up. De récents programmes d'intervention québécois ont vu le jour et se sont parfois même implantés en milieu scolaire.

❖ Laporte, Pépin et Loranger (2002)

L'intervention de Laporte, Pépin et Loranger est multimodale en ce qu'elle s'inspire de l'approche sensori-motrice (stimulations kinesthésiques, visuelles et auditives) et comprend un entraînement spécifique des fonctions exécutives et attentionnelles (inhibition et contrôle exécutif, vigilance et attention soutenue, attention sélective). Cette intervention a combiné l'usage des logiciels « L'Attentionnel » au programme d'éducation de l'attention (Chevalier et al., 2003).



→ Les enfants ayant bénéficié de l'intervention combinée ont amélioré significativement leur coordination motrice fine. De plus, ils ont amélioré leur respect des contraintes et ont vu leur impulsivité diminuer dans la tâche d'attention visuelle.

❖ Lussier et Flessas (2009)

Lussier et Flessas ont créé l'un des programmes de remédiation de l'attention et des fonctions exécutives les plus complets à ce jour. Elles se sont notamment inspirées des travaux québécois de P-P Gagné (méthode Réfecto©, 1999) en vue « d'actualiser le potentiel métacognitif des enfants TDAH et de favoriser le développement de leurs habiletés d'auto-régulation ». Ces travaux reposent sur l'hypothèse qu'une intervention sur les fonctions supérieures (prise de conscience, appropriation et adoption de stratégies) améliorerait indirectement les capacités attentionnelles et les fonctions exécutives de bas niveau. De plus, les auteurs s'intéressent à une éventuelle généralisation des acquis à l'école. Quatre à six enfants âgés de 6 à 12 ans ont participé une fois par semaine à des ateliers-laboratoires encadrés par trois adultes, et ce pendant 12 semaines.

Dans ce programme, les intervenants utilisent des techniques de modelage pour inciter les enfants à développer des stratégies d'auto-instruction. Ils expliquent les mécanismes cognitifs des enfants par le biais de métaphores. Les enfants sont amenés à développer leur jugement critique. Enfin des techniques de renforcement positif immédiat associées à un système de récompense permettent de valoriser les efforts et les progrès des enfants et de maintenir leur motivation.

Le programme d'intervention respecte une progression en 5 étapes :

- Présenter les règles de l'atelier, les objectifs, le contrat d'engagement, la feuille de route, l'ordre du jour, et le questionnaire personnel d'auto-évaluation
- Faire comprendre aux enfants leurs mécanismes cognitifs, leurs forces et leurs faiblesses
- Entraîner les capacités de visualisation et de verbalisation, favoriser la subvocalisation pour ensuite internaliser le langage

- Présenter les personnages de Réfecto© qui matérialisent les différentes fonctions exécutives : le détective (attention sélective), le bibliothécaire (métamémoire et stratégies mnémotechniques), l'explorateur (flexibilité et créativité), l'architecte (planification), le menuisier (traitement séquentiel) et le contrôleur (inhibition).
- Généraliser les acquis dans des contextes plus larges et moins structurés.

Ce programme n'a pu faire l'objet d'une évaluation car il a été modifié et réadapté à plusieurs reprises.

***Ce chapitre offre un aperçu des différents types de stratégies d'intervention destinés aux sujets TDA/H et ayant plus ou moins fait l'objet d'une évaluation. Il permet de mieux comprendre le cadre théorique des différentes modalités thérapeutiques. Il permet enfin de définir l'approche « bottom-up » en opposition à l'approche « top-down ». La littérature traitant de la remédiation cognitive dans le cadre du TDA/H en est encore à ses balbutiements et nécessite d'être enrichie par de nouvelles recherches. C'est dans ce contexte que nous avons choisi d'évaluer l'efficacité d'un nouveau protocole informatisé de remédiation cognitive chez les enfants TDA/H.***

### I) Objectifs de l'étude

Dans notre étude, nous proposons d'évaluer l'efficacité d'un protocole de rééducation informatisé des fonctions exécutives chez des enfants TDA/H. Ce dernier a été élaboré dans le cadre du mémoire d'orthophonie d'Anelise Hacques (2009) qui présentait l'utilisation d'un nouvel outil d'évaluation des fonctions exécutives, la BADS-C. Elle a également réalisé une étude de cas de remédiation neurocognitive des fonctions exécutives dont les résultats préliminaires se sont révélés intéressants.

Nous avons proposé à une population d'enfants diagnostiqués TDA/H et présentant un déficit des fonctions exécutives une rééducation cognitive de type « bottom up » qui suppose qu'une activation et une stimulation répétées des différentes composantes exécutives est susceptible d'améliorer les fonctions ciblées grâce à un phénomène de neuro-plasticité. Une évaluation standardisée attentionnelle et exécutive a été réalisée avec KITAP et la BADS-C en début et en fin de notre intervention.

Nous analyserons les résultats afin d'évaluer l'efficacité de la rééducation réalisée sur les fonctions exécutives. Nous tenterons également de mettre en évidence l'impact du traitement médicamenteux sur la rééducation en comparant nos groupes d'enfants TDA/H avec et sans traitement. De plus, nous nous intéresserons aux répercussions du protocole de rééducation proposé sur la gestion des ressources attentionnelles ainsi qu'à son effet sur les apprentissages et les activités de la vie quotidienne.

### II) Présentation de la population

#### **A) Présentation générale**

Nous avons rencontré des enfants présentant un TDA/H au Centre de Consultations Spécialisées de l'Hôpital Charles Perrens, à Bordeaux, dans le Service Universitaire de Psychiatrie de l'Enfant et de l'Adolescent du Professeur Bouvard.

Suite aux indications des pédopsychiatres de l'établissement assurant le suivi médical des enfants et avec l'autorisation écrite des parents, nous avons inclus des enfants que nous avons répartis en deux sous-groupes : un groupe avec traitement médicamenteux et un groupe sans traitement médicamenteux. Le groupe d'étude a bénéficié du programme de remédiation cognitive alors que le groupe contrôle n'a suivi aucune rééducation spécifique entre la première et la deuxième évaluation.

## **B) Critères d'inclusion**

### **1. Le diagnostic :**

Les enfants que nous avons recrutés ont reçu le diagnostic de TDA/H de type mixte par un pédopsychiatre du Centre de Consultations Spécialisées, si bien qu'ils présentaient tous un trouble de l'attention. Les critères diagnostiques utilisés étaient ceux du DSM IV.

### **2. L'âge :**

Nous avons inclus dans notre étude des enfants âgés de 7 à 10 ans. Nous souhaitons que l'écart d'âge entre les enfants ne soit pas trop élevé en raison des facteurs de maturation développementale des fonctions exécutives.

### **3. La scolarité :**

Les enfants que nous avons rencontrés étaient scolarisés en milieu ordinaire du CE1 au CM2, et certains d'entre eux avaient déjà redoublé un niveau.

### **4. Le sexe :**

Nous avons à la fois inclus des enfants de sexe féminin et de sexe masculin, sans opérer de distinction.

### **5. L'examen psychométrique :**

Le quotient intellectuel total (QIT) obtenu au WISC IV devait être supérieur à 70.

## 6. Consentement parental :

Le protocole de remédiation cognitive a été exposé oralement puis récapitulé par écrit aux parents. Pour que ce dernier soit mis en place, les parents ont été avertis des modalités de la prise en charge et ont signé une attestation témoignant de leur consentement (cf. en annexe).

## **C) Critères d'exclusion**

### 1. Retard mental :

Afin d'exclure le retard mental, nous nous sommes référés aux résultats du bilan psychométrique réalisé au préalable grâce au WISC IV.

### 2. Troubles sensoriels :

Les enfants inclus dans le protocole de remédiation devaient être indemnes de toute atteinte sensorielle (visuelle ou auditive). Ces troubles ont été écartés grâce à un avis médical.

### 3. Troubles psychiatriques :

Nous avons également exclu tout trouble psychiatrique pouvant altérer les capacités attentionnelles et exécutives des enfants : autisme, dépression, trouble anxieux.

### 4. Eloignement géographique :

Pour des raisons pratiques, les rééducations se sont déroulées au Centre de Consultations Spécialisées de l'Hôpital Charles Perrens à raison de deux séances hebdomadaires. Afin de s'assurer de l'assiduité des enfants, nous n'avons donc pas inclus d'enfants très éloignés.

### 5. Prise en charge :

Si les enfants bénéficiaient d'une prise en charge en orthophonie ou en neuropsychologie, nous nous assurons qu'aucune rééducation des troubles visuo-attentionnels ou des fonctions exécutives ne soit mise en place pendant la durée de l'étude.

### III) Présentation des outils utilisés

Notre étude s'inscrit dans la continuité de celle de Hacques (2009). Ainsi, nous avons rigoureusement respecté l'intégralité du protocole d'évaluation qu'elle avait conçu pour réaliser nos bilans pré et post-traitement chez les enfants du groupe expérimental et du groupe contrôle. Concernant le protocole de remédiation cognitive dont nous souhaitons évaluer l'efficacité, nous avons connaissance des différents modules de progression définis par Hacques ainsi que de la répartition par séance des tâches utilisées.

Dans un premier temps, nous développerons les différents processus cognitifs mis en œuvre dans les épreuves du protocole d'évaluation. Puis, dans un second temps, nous présenterons le protocole de rééducation en exposant l'objet de chaque séance.

#### **A) Protocole d'évaluation**

##### **1. Présentation générale**

Notre démarche d'évaluation a été identique pour tous les enfants. Nous avons veillé à conserver un cadre fixe au cours de notre étude. Nous avons procédé à une évaluation pour chaque enfant à T0 avant la mise en place de la prise en charge et à T1 en post-traitement. Pour tous les enfants, l'intervalle entre T0 et T1 était d'environ 3 mois. De plus, pour le groupe expérimental, nous avons respecté une durée de 10 jours après la dernière séance de rééducation avant de réaliser l'évaluation à T1.

Comme le rappelle Hacques (2009), dans la validation de la BADS-C (Emslie et al., 2003), l'effet « test-retest » qui a été évalué sur un intervalle d'un mois avec vingt-cinq enfants est faible (hormis pour les subtests « Cartes » et « 6 parties »). En ce qui concerne notre étude, nous pouvons donc considérer que l'intervalle test-retest de trois mois est fiable.

Dans un premier temps, nous rencontrons les parents de chaque enfant afin de recueillir des renseignements concernant les troubles des fonctions exécutives retrouvés dans le quotidien et la scolarité de l'enfant ainsi que les prises en charge déjà mises en place. Nous leur expliquons ensuite le contenu et les objectifs du bilan puis nous leur proposons de remplir le questionnaire DEX-C.

Une seule examinatrice a réalisé toutes les évaluations dans un lieu unique. Au sein de l'hôpital, un bureau calme et dénué de distracteurs nous a été attribué pour l'étude et cette commodité a grandement facilité notre travail de recherche. Chaque passation durait en moyenne 90 minutes. Nous avons par ailleurs respecté le même ordre de présentation des épreuves pour tous les enfants. Ce dernier tenait compte à la fois du faible temps de mobilisation des ressources attentionnelles des enfants TDA/H et de leur relative intolérance aux tâches longues et monotones. C'est pourquoi nous avons en premier lieu soumis les enfants aux épreuves attentionnelles issues de la batterie KITAP (alerte, attention divisée, go-no go, balayage visuel). Puis nous avons évalué leurs capacités visuo-constructives grâce à l'épreuve de copie de la figure de Rey. Enfin, nous leur avons proposé les épreuves ludiques, courtes et variées de la BADS-C.

## 2. Données cliniques

La consultation préalable du dossier médical des enfants nous a permis de prendre connaissance des données administratives nécessaires au recrutement (âge, niveau scolaire, localité...), des informations relatives à l'histoire du trouble et des bilans réalisés par les différents professionnels assurant le suivi de l'enfant.

Par ailleurs, nous avons utilisé deux indices de l'échelle Conners (exemplaire à destination des parents) après cotation, à savoir l'indice d'hyperactivité et l'indice de trouble des apprentissages.

## 3. Evaluation des processus attentionnels : KITAP

La batterie KITAP a été conçue en 2002 par Zimmerman, Gondan et Fimm afin de proposer un outil informatisé d'évaluation des processus attentionnels chez l'enfant. Il s'agit de la version adaptée à l'enfant du Test d'Evaluation de l'Attention. Elle a été étalonnée auprès d'une population de 199 enfants âgés de 6 à 7 ans et 336 enfants âgés de 8 à 10 ans. Cette batterie est constituée de huit épreuves visant à évaluer les différents processus attentionnels, dans une perspective diagnostique des troubles attentionnels. Les épreuves mettent en scène des personnages fantastiques (sorcières, dragons, fantômes...) qui apportent au bilan un caractère plaisant et divertissant. Les consignes sont également très ludiques. Ce type de matériel permet de susciter l'intérêt de l'enfant et favorise ainsi son maintien attentionnel.

Pour notre étude, nous avons évalué les processus attentionnels dont la corrélation avec les fonctions exécutives est couramment décrite dans la littérature. Les épreuves sélectionnées concernent les deux principales propriétés de l'attention :

- **L'intensité** comprenant l'alerte et éventuellement l'analyse qualitative de l'épreuve « La sortie des sorcières » qui est une tâche longue et monotone et engage l'attention soutenue.
- **La sélectivité** comprenant l'attention divisée, l'inhibition ou contrôle de l'impulsivité avec la tâche de go-no go, et l'attention sélective avec le balayage visuel.

Nous décrivons ci-dessous les différentes épreuves que nous avons utilisées et nous détaillerons comment interpréter les scores significatifs (Percentile < 15).

❖ L'alerte : « La sorcière » (1,5 minute)

Dans cette épreuve, l'enfant doit cliquer sur la touche le plus vite possible dès qu'il voit apparaître la sorcière à la fenêtre, située au centre de l'écran.

L'analyse des résultats porte sur deux paramètres qui apparaissent en millisecondes et en percentiles :

- **La médiane des temps de réaction (TR).** Un allongement significatif des temps de réaction témoigne d'une difficulté de l'enfant à mobiliser ses ressources attentionnelles.
- **L'écart-type des temps de réaction.** Lorsqu'il est élevé, il reflète une fluctuation des temps de réaction et donc un déficit du maintien attentionnel (avec de fréquentes éclipses attentionnelles).

❖ L'attention divisée : « Les hiboux » (4,5 minutes)

Dans cette épreuve, l'enfant doit partager son attention entre deux tâches réalisées simultanément : l'une en modalité visuelle et l'autre en modalité auditive. Il doit cliquer le plus vite possible sur la touche lorsqu'il voit que le hibou ferme les yeux ou qu'il entend le même chant d'oiseau deux fois de suite. L'analyse des résultats s'intéresse :

- Au **nombre d'erreurs en l'absence de cible** et au **nombre d'omissions de la cible** dans une modalité en particulier ou bien dans les deux modalités qui témoignent d'un trouble de l'attention divisée quand ils sont trop élevés. Grâce à



cette épreuve, l'examineur peut également repérer si l'enfant a tendance à privilégier les stimuli auditifs ou visuels lorsqu'il traite l'information.

❖ L'inhibition : « Go-no go » (2,5 minutes)

Dans cette épreuve, l'enfant est tenu de cliquer le plus vite possible sur la touche lorsqu'une chauve-souris apparaît devant la lune, au centre de l'écran. En revanche, il doit inhiber toute réponse motrice lorsque c'est un chat qui apparaît. L'analyse des résultats porte sur :

- **Le nombre d'omissions** de la cible. Lorsqu'il est élevé, il révèle un déficit des processus décisionnels.
- **Le nombre d'erreurs**. Lorsqu'il est élevé, il témoigne d'un trouble de l'inhibition motrice ou autrement dit d'un défaut de contrôle de l'impulsivité. L'enfant a alors tendance à privilégier la rapidité au détriment de l'exactitude.
- **La médiane des temps de réaction** permet de vérifier s'il existe un allongement significatif des temps de réaction.
- **L'écart-type des temps de réaction** peut révéler une fluctuation des temps de réaction et témoigne le cas échéant d'un déficit du maintien attentionnel..

❖ L'attention sélective visuelle : « La sortie des sorcières » (environ 15 minutes)

L'enfant doit procéder au balayage visuel d'une planche de sorcières et repérer le plus vite possible s'il y en a une qui va dans la direction opposée aux autres sorcières. Il dispose de deux touches et doit cliquer sur la touche n°1 si une sorcière s'est trompée de sens ou la touche n°2 si toutes les sorcières vont dans la même direction. L'analyse des résultats porte essentiellement sur :

- **Le nombre d'omissions de cibles** qui révèle un trouble de l'attention sélective lorsqu'il est trop élevé. Cela peut aussi indiquer une fatigabilité.
- **Le type de stratégie de balayage visuel** peut être organisé en ligne ou en colonne et est parfois absent.

#### 4. Evaluation écologique des fonctions exécutives : la BADS-C

La BADS-C (Behavioural Assessment of the Dysexecutive Syndrome for Children) est une batterie comportementale d'évaluation du syndrome dysexécutif de l'enfant. Elle a été mise au point par Emslie et ses collaborateurs en 2003. L'étalonnage de

cette batterie a été réalisé sur une cohorte de 170 britanniques âgés de 7 ans à 15 ans 11 mois. Il s'agit donc de l'adaptation pour enfants et adolescents de la BADS, version destinée aux adultes élaborée en 1996. Cette batterie est encore actuellement en cours de traduction en langue française. Pour notre étude, nous utiliserons la version traduite en français par Hacques (2009).

Les principaux fondements théoriques qui sont à l'origine de cette batterie sont :

- Le modèle de la mémoire de travail, Baddeley et Hitch (1974)
- Le Système Attentionnel de Supervision, Norman et Shallice (1980, 1986)

Elle prend également pour modèles deux tests conçus par Shallice et Burgess (1991), à savoir : le "Test des Six Eléments" (SET) et le "Test des Commissions Multiples" (MET).

Cette batterie est principalement dédiée à l'investigation précoce des déficits des fonctions exécutives chez les enfants atteints de pathologies neuro-développementales, dont le TDA/H. Elle est constituée de 6 épreuves visant à évaluer en situation écologique les différentes composantes exécutives présentées dans le tableau suivant.

<b>Nom du test</b>	<b>Principales composantes exécutives évaluées</b>
Test des cartes	Inhibition, flexibilité cognitive, mémoire de travail
Test de l'eau	Résolution d'un problème nouveau : élaboration d'un plan d'action, planification, séquençage de l'action en étapes successives, flexibilité et utilisation d'un feedback
Test de recherche des Clés	Planification et mise en place d'une stratégie de recherche systématisée et efficace
Test du zoo 1	Planification spontanée, traitement séquentiel, utilisation d'un feedback, réalisation des objectifs et respect des règles
Test du zoo 2	Contrôle d'un plan d'action imposé, utilisation d'un feedback, flexibilité, réalisation des objectifs et respect des règles
Test des 6 parties	Planification, capacité d'organisation, gestion d'une contrainte temporelle, respect des règles, contrôle de la performance

De plus un questionnaire dysexécutif comprenant 20 questions est destiné aux parents et permet de rendre compte des difficultés liées au syndrome dysexécutif que rencontre l'enfant dans les situations de la vie quotidienne. Il permet d'explorer les fonctions exécutives intervenant dans quatre domaines principaux : émotionnel, motivationnel, comportemental et cognitif.

La BADS-C est un outil très novateur car il s'inscrit avant tout dans une perspective d'évaluation écologique des fonctions exécutives. Le matériel se prête à la manipulation et est d'apparence ludique. Les épreuves sont courtes, variées et suscitent pleinement l'intérêt de l'enfant.

Dans un souci de clarté, nous distinguerons six processus exécutifs qui sont évalués grâce aux épreuves citées dans le tableau précédent.

#### ❖ L'inhibition motrice et cognitive

Il s'agit de la capacité du sujet à contrôler son impulsivité motrice et cognitive. Dans la BADS-C, elle est notamment mise en jeu chaque fois que l'enfant parvient à contrecarrer une réponse automatique verbale ou motrice ou lorsqu'il décale une réponse dans le temps. Il est possible de la mettre en évidence dans le « test des cartes » avec la règle 2. Dans un premier temps, l'enfant a lu et appliqué la règle 1 qui est très simple et ne requiert aucun coût cognitif. Puis il doit ensuite changer de règle. La règle 2 sollicite la mémoire de travail et l'enfant doit constamment actualiser le contenu du calepin visuo-spatial pour répondre de façon adaptée. Dans cette tâche, l'enfant doit également inhiber la réponse automatique à la règle 1. Une impulsivité peut être mise en évidence lorsque l'enfant privilégie la rapidité à l'exactitude de ses réponses. Certains enfants peuvent toutefois s'auto-corriger a posteriori. Une impulsivité (et donc un défaut d'inhibition) est fréquemment retrouvée dans le « test de l'eau », « zoo 1 » et « zoo 2 » lorsque l'enfant se précipite dans la tâche et ne s'accorde spontanément aucun temps de planification. Notons qu'il est intéressant de comparer les résultats de la BADS-C à ceux de l'épreuve « go-no go » de la batterie d'évaluation informatisée de l'attention KITAP.

#### ❖ La flexibilité cognitive

Il s'agit de la capacité du sujet à s'adapter aux changements de règles. Dans la BADS-C, c'est essentiellement le « test des cartes » qui permet d'évaluer la flexibilité

cognitive de l'enfant. Le changement de règle de la règle 1 à la règle 2 complexifie la tâche et incite l'enfant à faire appel à sa mémoire de travail pour donner la réponse. Le déficit de flexibilité paraît évident lorsque l'enfant réalise de nombreuses conduites persévératives et peine à appliquer la nouvelle règle durant l'intégralité de l'épreuve ou à rafraîchir constamment le contenu du calepin visuo-spatial de la mémoire de travail, après l'apparition de chaque nouvelle carte. L'aptitude de flexibilité est également mise en jeu dans le « test de l'eau ». En effet, ce test permet d'examiner la capacité de l'enfant à tenir compte des feedback de l'environnement ou autrement dit sa faculté à adapter et modifier sa stratégie lorsqu'il constate qu'elle est inefficace plutôt que de persévérer.

#### ❖ La planification

La planification est le plus souvent nécessaire dans la résolution d'une tâche complexe, nouvelle ou bien une tâche qui requiert un traitement séquentiel. Le sujet observe un temps de réflexion initial afin d'élaborer son plan d'action et d'en définir les étapes successives à suivre pour parvenir à un but. La planification permet au sujet d'anticiper et d'éviter de commettre certaines erreurs. Elle pourrait correspondre à l'expression « réfléchir avant d'agir ». Dans la BADS-C, la planification spontanée est évaluée à travers le « test de l'eau », le « test des clés », « zoo 1 » et le « test des 6 parties ». Le test « zoo 2 » concerne davantage la planification à partir d'un plan d'action imposé. Ces épreuves peuvent mettre en évidence une absence de planification préalable (impulsivité) ou bien un déficit de la planification lorsque l'enfant observe un temps de réflexion qui se révèle inefficace. Notons que les tests « zoo 1 » et « 6 parties » contiennent plus de contraintes.

#### ❖ La résolution de problème

La résolution d'un problème désigne à la fois les processus de réflexion et les stratégies mises en œuvre en vue de résoudre un problème. L'action est donc orientée vers un but dans une situation pour laquelle aucune routine sur-apprise n'est efficace ou du moins suffisante. La compréhension et l'analyse du problème ainsi que l'identification d'étapes de résolution reposent sur la planification et le raisonnement. Dans la BADS-C, ce processus cognitif de haut niveau peut être

évalué grâce au « test de l'eau », au « test des clés » et à « zoo 1 » qui supposent une planification de l'action et la mise en place une stratégie efficace.

#### ❖ L'utilisation des feedback

Les actions du sujet dans les épreuves ont un impact sur l'environnement qui est alors modifié. Dans la BADS-C, l'examineur observe si l'enfant est capable de tenir compte de ces feedback afin d'adapter et de réguler son comportement. Cette habileté est donc étroitement liée à la flexibilité et aux capacités d'adaptation de l'enfant. Tous les tests permettent d'estimer si l'enfant utilise à bon escient les feedback. Par ailleurs, les feedback peuvent être verbaux et provenir de l'examineur. Le protocole de passation comprend des questions qui visent à inciter l'enfant à poursuivre sa stratégie. Par exemple dans le « test des clés », si l'enfant n'a pas exploré la totalité du champ, l'examineur peut lui demander s'il est certain d'avoir cherché dans tout le champ et s'il pense avoir retrouvé ses clés.

#### ❖ Le contrôle cognitif

Il s'agit de la capacité du sujet à contrôler ses performances en termes d'efficacité et de réussite. L'enfant porte alors un regard sur ses actions et sur leur effet par rapport au but initial escompté. Dans la BADS-C, l'examineur observe les contrôles qu'effectue l'enfant pendant et après la réalisation de la tâche. C'est pourquoi, il est indispensable de prendre note des auto-corrections ainsi que de la reconnaissance des erreurs par l'enfant. Cette activité mentale est particulièrement mise en jeu dans le « test des cartes », « zoo 1 » et « zoo 2 » ainsi que dans le « test des 6 parties ».

#### Cotation de la batterie BADS-C :

Pour chaque épreuve, une note brute est obtenue et permet de calculer le score total brut. Pour comparer les capacités de l'enfant à la norme, il est nécessaire de tenir compte de son âge mais également d'une évaluation ou d'une estimation de son QI total. Les QI sont répartis en trois groupes : 70-89 ; 90-110 (QI moyen) ; >111. Les scores bruts sont alors convertis en notes standard (N.S.) et en percentiles (P) pour chaque épreuve. Enfin, la somme des six notes standard permet d'obtenir un score total standard qui correspond au niveau de classification de l'ensemble des fonctions exécutives : réduit / limite / moyenne basse / moyenne / moyenne haute / supérieur.

## 5. Tâche de copie de figure complexe

Afin de proposer à l'enfant une épreuve standardisée qui sollicite les fonctions exécutives et qui soit semblable aux tâches auxquelles il est confronté à l'école, nous avons utilisé la copie de la « Figure de Rey » (1942). Cette activité requiert des habiletés perceptives d'analyse et d'organisation et sollicite l'intelligence générale, la structuration perceptive, l'analyse visuo-spatiale, la planification et les praxies visuo-spatiales. L'épreuve consiste à copier une figure géométrique complexe en respectant les proportions. L'examineur donne successivement à l'enfant des feutres de couleurs différentes afin de faciliter l'analyse de la stratégie de copie employée. Ce test distingue sept types de copie qui classifient les **stratégies de copie** de la plus archaïque (VII = gribouillage) à la plus évoluée (I = construction sur l'armature). Un **score d'exactitude et de richesse de copie** est attribué à l'enfant et dépend du nombre d'éléments et de leurs rapports correctement reproduits.

### **B) Protocole informatisé de remédiation cognitive des fonctions exécutives chez les enfants TDA/H**

#### 1. Présentation du protocole

- Objectifs :

- Proposer un entraînement répété des fonctions exécutives progressif en partant des fonctions estimées simples (inhibition, traitement séquentiel, flexibilité) pour atteindre les fonctions plus complexes (planification, résolution de problème).
- Utiliser des activités thérapeutiques organisées de façon hiérarchique.
- Augmenter progressivement le niveau de difficulté d'une tâche en fonction de la réussite des enfants.
- Limiter les aides externes pour inciter l'enfant à élaborer sa propre stratégie.
- Favoriser le transfert des acquis en proposant une tâche scolaire finale.

- Définition du cadre :

Les séances individuelles se sont déroulées au CCS de l'Hôpital Charles Perrens, à Bordeaux dans un bureau calme et dénué de distracteurs. Chaque enfant a bénéficié de deux séances hebdomadaires de 30 minutes durant un mois et demi, soit treize séances au total. La prise en charge a été assurée par une intervenante unique.

- Supports utilisés

Pour les fins de notre étude, nous avons eu recours aux mêmes logiciels de rééducation professionnels qu'Anelise Hacques (2009). Pour rappel, ces supports informatiques que nous avons privilégiés sont donc :

- Gérip **TDA** (Couillet et Le Bornec, 2005).
- Gérip **Multiflex** ou TDA 2 (Couillet et Le Bornec, 2008).
- Réseaux Psychotech, **Rééduc** (Pépin, Loranger, 2007).
- Réseaux Psychotech, **Logiciel de Rééducation Cognitive**, (Chatelois, 2007)

Alors que les logiciels sont utilisés durant 12 séances, la 13ème séance est une tâche scolaire tirée d'un manuel de CM1 (Hatier Géométrie, 2007) qui vise à apprécier de manière qualitative le transfert des acquis.

- Intérêts de l'outil informatique

Ce type de support est actuellement de plus en plus utilisé à des fins de remédiation et de revalidation des fonctions cognitives telles que les processus mnésiques et attentionnels ou les fonctions exécutives. Cet usage se justifie par la multitude d'avantages que présente le support informatique :

- il suscite l'intérêt et favorise l'adhésion de l'enfant
- il canalise l'attention et assure son maintien
- il permet d'enregistrer les données chiffrées de manière individuelle (par exemple : calcul des temps de réaction) pouvant servir d'élément de comparaison d'une séance à l'autre.
- il facilite une progression graduelle de la difficulté des tâches

- Aides externes :

Nous avons eu recours à des aménagements spécifiques à l'enfant présentant un TDA/H. Ces derniers s'inspirent des travaux de Lussier (2005) et sont destinés à favoriser l'engagement de l'enfant dans la tâche, à susciter son intérêt et à maintenir sa motivation :

- L'enfant signe un **contrat d'engagement** qui le responsabilise dans sa rééducation.
- Pour chaque enfant, nous avons mis en place un **classeur individuel** rappelant le nom des tâches réalisées. Les enfants étaient libres de le consulter et de prendre ainsi conscience de leurs progrès dans une tâche.

- Un **système de récompense symbolisé par des smileys** (cf en annexe) a également été mis en place. Il paraît important de signaler que l'enfant n'obtient aucune note car ce cadre rompt avec un système scolaire jugé parfois pénalisant. Les smileys ont l'avantage d'être amusants et de valoriser plus facilement les performances de l'enfant. Une **médaille** est remise à l'enfant aux séances n° 3, 6, 9 et 12 s'il a totalisé 8 smileys (de « bien » à « excellent ») au cours des trois séances précédentes. L'acquisition de 4 médailles donne droit à la remise du **diplôme de « stratégie et d'attention »** à la fin du protocole de remédiation.
- Une **feuille d'auto-évaluation** permet à l'enfant de porter un regard critique sur l'objet de la séance ainsi que sur ses propres performances en coloriant les thermomètres «Intérêt», «Facilité», «Humeur» et «Effort» et en donnant son impression personnelle générale en fin de chaque séance.
- Un **minuteur** matérialise l'écoulement du temps d'une séance.
  - Attitude et mode d'intervention du rééducateur
- Le rééducateur tient compte des difficultés des enfants TDA/H à s'investir durablement dans une tâche, à mobiliser et à maintenir leurs ressources attentionnelles, à avoir une bonne estime d'eux-mêmes. C'est pourquoi, il est particulièrement important de veiller au **renforcement positif immédiat** en plus du système de récompense. L'adulte encourage l'enfant par des **feedback** positifs (« oui ! », « très bien ! », « continue comme ça », « excellent ! »...) ou négatifs (« dommage », « ce n'est pas grave, essaie encore »...) pendant les exercices.
- En accord avec la stratégie d'intervention de type « bottom-up », **les aides et indiçages sont volontairement limités** et n'interviennent qu'à partir des modules 3 et 4. Ils consistent notamment à inciter l'enfant à réfléchir avant d'agir, à réfléchir à voix haute et à utiliser le papier s'il le souhaite. Des questionnements du type « tu t'es trompé, comment aurais-tu pu réussir à ton avis ? » suggèrent à l'enfant de reconsidérer l'action effectuée et d'élaborer une nouvelle stratégie.
- Le rééducateur utilise des **techniques d'estompage progressif de l'aide** (si restreinte soit-elle), d'**apprentissage sans erreur** et de **répétition de la tâche**.



## 2. Description des modules du programme de remédiation cognitive des fonctions exécutives (Hacques, 2009)

### **MODULE n°1 : Entraînement de l'inhibition pure et du traitement séquentiel simple**

#### 1) GERIP TDA : « Réaction à choix » (séances 1, 2, 3)

Objectif : Cet exercice propose une situation de go-no go qui se définit comme la prise de décision quant à un type d'action à effectuer ou non. Elle met en jeu les processus d'inhibition et sollicite le versant sélectif de l'attention. Cette tâche permet donc d'entraîner les capacités du patient à répondre favorablement aux stimuli cibles visuels ou auditifs. Au contraire, le patient est tenu d'inhiber la réponse motrice automatique en présence d'un élément non pertinent.

Consigne : Après avoir présenté à l'enfant les cibles et les distracteurs lui dire : « Tu dois cliquer le plus vite possible sur le bouton gauche de la souris (ou sur la barre Espace) chaque fois qu'une cible sélectionnée apparaît. Mais fais attention, tu ne dois pas cliquer lorsque tu vois ou entends un distracteur ».

#### Paramètres modifiables sélectionnés et progression de difficulté (parenthèses) :

- changement de thème (dessins > formes > signes > bruits > divers)
- choix des cibles, du nombre de cibles (1>2) et d'éléments dans la cible (1>2)
- choix des distracteurs et du nombre de distracteurs (1>2>3>4)
- position des stimuli (centrale>aléatoire)
- temps d'affichage des stimuli (2>1 sec.)
- temporisation (durée entre chaque cible : 1 sec.)



## 2) GERIP TDA : « Puzzle » (séances 1, 2)

Objectif : Il s'agit de reconstituer un puzzle vu pendant quelques secondes. Il est éventuellement possible de revoir le puzzle en cliquant à tout moment sur le bouton « œil ». Un feedback immédiat est délivré par l'ordinateur pour chaque déplacement de pièce (« exact » ou « inexact »). Lorsqu'une pièce est placée à la mauvaise place, l'ordinateur l'enlève.

Consigne : « Regarde attentivement le puzzle qui va disparaître à l'écran. Tu devras ensuite le reconstituer en un nombre de coups minimum ».

Paramètres modifiables sélectionnés :

- changement de thème (animaux > transports > nature > paysages)
- temps d'observation initial du modèle (8 > 6 sec.)



## **MODULE n°2 : Entraînement de la flexibilité et du traitement séquentiel complexe**

### 3) GERIP TDA2 MULTIFLEX : « Monte en bas » (séances 3, 4)

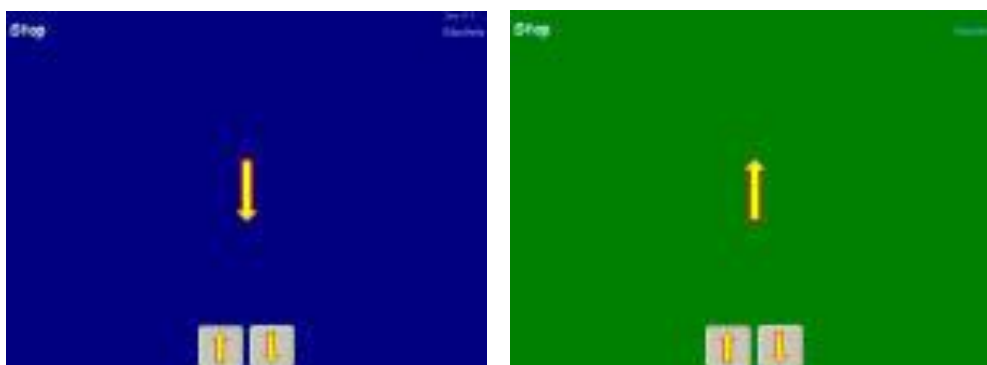
Objectif : Cet exercice met en jeu la flexibilité. Il s'agit de retrouver l'élément identique à la cible si l'écran est vert ou l'élément opposé à la cible si l'écran est bleu.

Consigne : « Tu vas voir apparaître des flèches vers le haut ou vers le bas. Tu dois bien regarder la couleur de l'écran. Si l'écran est vert, tu dois cliquer sur la flèche du clavier qui va dans la même direction que celle de l'écran. Si l'écran est bleu, tu dois cliquer sur la flèche du clavier qui va dans la direction opposée. Par exemple, si une flèche vers le haut apparaît sur un écran vert, il faut cliquer sur la flèche vers le haut

du clavier. Si une flèche vers le haut apparaît sur un écran bleu, il faut cliquer sur la flèche vers le bas du clavier ».

Paramètres modifiables sélectionnés :

- phase d'apprentissage > exercice
- taille de la flèche (grande > moyenne)
- nombre de directions : 2 (haut-bas)
- affichage (9 > 7 > 5 > 3,5 sec.)
- temporisation (2 > 1,5 > 1 sec.)



4) GERIP TDA2 : « **Petit ou Peu** » (séances 4, 5, 6 avec 3 règles différentes)

Objectifs et consignes : Ce module fait également intervenir les processus de flexibilité et contient 4 exercices différents dans lesquels un nombre à deux chiffres est présenté à l'écran. Les deux chiffres sont toujours différents et sont de taille différente. En bas de l'écran il y a deux touches : « à gauche » et « à droite ».

-*Option numérique* : « Indique si le plus petit des deux chiffres au niveau numérique se situe à gauche ou à droite ».

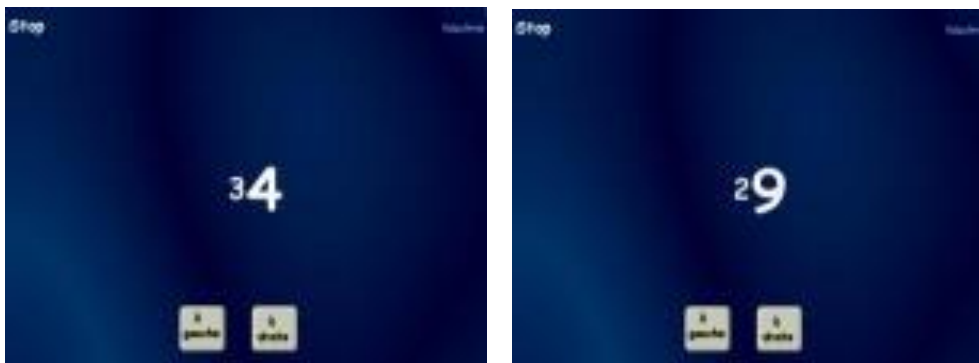
-*Option hauteur* : « Indique si le plus petit des deux chiffres en taille de police se situe à gauche ou à droite ».

-*Option mélange taille* : « Si le nombre est écrit en orange, clique sur la position du chiffre le plus grand en taille de police. Si le nombre est écrit en vert, clique sur la position du chiffre le plus petit en taille de police »

-*Option mélange chiffre-taille* : « Si le nombre est écrit en orange clique sur la position du chiffre le plus petit au niveau numérique. Si le nombre est écrit en vert, clique sur la position du chiffre le plus petit en taille de police ».

Paramètre modifiables sélectionnés :

- Options (numérique > taille > mélange taille > taille + numérique)
- Position aléatoire
- Affichage (5 > 3 sec.)
- Temporisation (1,5 > 1 sec.)

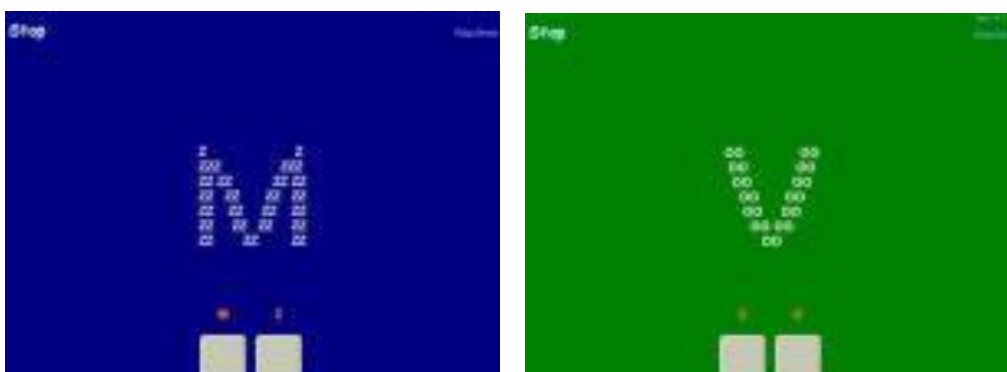


5) GERIP TDA2 : « Micro Macro » (séances 5, 6)

Dans ce module, il existe deux exercices (Petit ou grand caractère ; 1 à 4 segments). Toutefois nous n'utiliserons qu'un exercice : Petit ou grand caractère.

Objectifs : Cet exercice fait appel aux capacités de flexibilité de l'enfant. Une grande lettre constituée de petites lettres est présentée à l'écran. Les petites lettres sont identiques mais elles sont différentes de la grande lettre. Il s'agit d'appliquer une consigne qui change selon la couleur de l'écran.

Consignes : « Tu vas voir apparaître à l'écran une grande lettre constituée de petites lettres. Si l'écran est bleu, clique sur le bouton en bas de l'écran correspondant à la grande lettre. Si l'écran est vert, clique sur le bouton correspondant aux petites lettres ».



Paramètres modifiables sélectionnés :

- affichage (8 > 6 sec.)
- temporisation : 1 sec.
- position des stimuli (centrale > aléatoire)

6) WORD : **traitement séquentiel** de phrases et de texte (séances 4, 5)

Objectif : L'enfant doit séparer les mots collés dans la phrase ou dans le texte, à l'aide du clavier. Cette tâche requiert un traitement séquentiel visuel des informations verbales (cf. en annexe)

Consigne : « Voici des phrases / un texte où les mots sont collés. Tu dois séparer tous les mots grâce aux flèches directionnelles du clavier et à la barre espace. Tu dois faire le moins d'erreurs possible et tenir compte de l'orthographe et de la conjugaison des verbes. Appuie sur la barre espace quand tu es sûr de toi ».

7) REEDUC : « **Casse-tête avec modèle** » (séances 2, 3, 4, 5, 6)

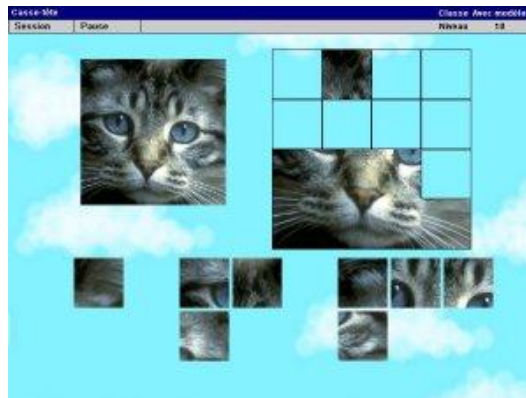
Objectifs : L'enfant doit réaliser un casse-tête imagé, ou autrement dit un puzzle pour lequel le modèle reste présent. Cette tâche fait donc appel à plusieurs habiletés visuo-spatiales. Reproduire un assemblage en deux dimensions à partir d'un modèle requiert notamment de bonnes capacités perceptuelles, des habiletés de discrimination de détails et d'attention visuelle. Le traitement cognitif supérieur exige une analyse fine des relations spatiales entre les diverses composantes, une conceptualisation, une capacité de rotation mentale des morceaux tout comme des habiletés d'autocorrection. Dans ce logiciel, c'est l'ordinateur qui fait passer l'enfant au niveau supérieur. Pour compléter un niveau, l'enfant doit réussir trois casse-tête consécutifs sans erreur.

Consigne : « Tu dois reconstituer le puzzle. Utilise la souris pour déplacer les morceaux aux bons endroits. Attention, tu dois faire le moins de coups possible pour réussir le puzzle ».

Progression : Il existe 20 niveaux de difficulté dans cet exercice. Dans le protocole de rééducation, l'enfant commence au niveau 7 et termine au niveau 11.

Le degré de difficulté croît en fonction :

- du temps alloué pour répondre correctement
- de la taille du puzzle (9 > 16 pièces)
- du nombre de pièces déjà positionnées et du nombre de pièces à déplacer
- de la ressemblance des pièces
- de la complexité des images à reconstituer
- du nombre d'erreurs maximum permis pour réussir (4 erreurs > 2 erreurs)
- de la rotation ou non de certaines pièces (de 45° ou de 90°)



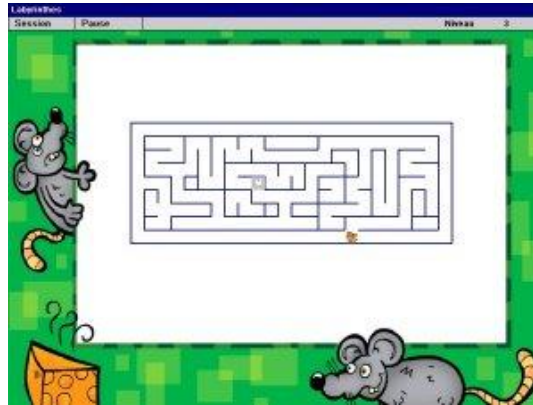
### MODULE n°3 : Entraînement de la planification et de la fluence

#### 8) REEDUC : « **Labyrinthes** » (séances 5, 6, 7, 8, 9)

Objectifs : Cet exercice vise à entraîner la coordination visuo-spatiale ainsi que la planification et l'anticipation visuelle. L'enfant doit diriger une souris dans un labyrinthe afin qu'elle atteigne le morceau de fromage. Cette tâche suppose la mise en place d'automatismes pour effectuer les déplacements latéraux et les déplacements de haut en bas à l'aide des flèches directionnelles du clavier. L'enfant doit aussi respecter une durée maximale (limitation du temps de planification). Pour compléter un niveau, l'enfant doit réussir cinq parcours consécutifs.

Consigne : « Déplace la souris dans le labyrinthe vers le morceau de fromage en utilisant le chemin le plus court. Pour cela, utilise les flèches du clavier sans te tromper de direction. A chaque fois que tu appuies sur une flèche, la souris va dans la direction demandée et s'arrête à l'intersection suivante ».

Progression : Il existe 6 niveaux de difficulté qui augmentent avec la superficie du labyrinthe, la longueur du trajet, et le nombre d'intersections en cause. Seul le chemin le plus court est valable. Une erreur est comptabilisée pour chaque erreur de direction. Dans le protocole, les enfants ont complété les niveaux 1 à 3.



#### 9) PETIT BAC : **fluence** (séances 7, 8, 9)

Objectif : La répétition de cet exercice vise à améliorer les capacités de fluence (ou d'évocation rapide). Une contrainte temporelle et des conditions sont posées en début de tâche.

Consigne : « En 1 minute, dis-moi le plus de noms (d'animaux / de métiers / commençant par le son...) possible ».

Progression : Nous tenons compte de l'âge des sujets et du critère familier de certaines catégories sémantiques.

- Type de fluence : sémantique > phonologique > sémantique avec un critère restrictif (ex : les aliments qui sont verts) > sémantique avec 1<sup>er</sup> phonème imposé
- Temps (1,5 > 1 minute)

#### 10) REEDUC : « **Casse-tête sans modèle** » (séances 7, 8)

Objectifs : Cette tâche est identique à « Casse-tête avec modèle » mais le modèle n'est pas présenté à l'enfant, ce qui augmente le niveau de difficulté. Toutefois, en guise d'aide, un titre est donné à chaque puzzle et donne ainsi des indications sur l'image à reconstituer. Cette tâche fait davantage appel à l'image mentale.

Consigne : « Tu dois reconstituer le puzzle. Utilise la souris pour déplacer les morceaux aux bons endroits. Attention, tu dois utiliser le moins de coups possible pour réussir le puzzle ».

Progression : Il existe 20 niveaux de difficulté dans cet exercice. Dans le protocole de rééducation, l'enfant commence au niveau 7 et termine au niveau 11. Le degré de difficulté est fonction des mêmes paramètres que dans « Casse-tête avec modèle ». Un morceau est ajouté par l'ordinateur en l'absence de bon déplacement à l'intérieur d'un intervalle de deux minutes (2 indices maximum), à partir du niveau 10.

#### **MODULE n°4 : Entraînement de la résolution de problème**

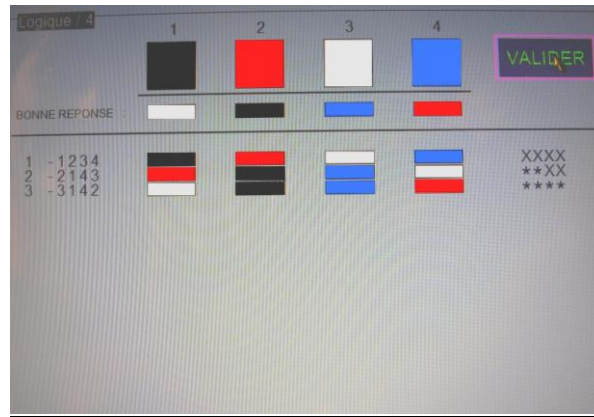
##### 11) LOGICIEL DE REMEDIATION COGNITIVE : « Logique/4 » (séances 9, 10, 11)

Objectif : Ce logiciel est conçu sur le principe du jeu MASTER MIND™ dans lequel il faut découvrir une combinaison de couleurs. Quatre carrés de couleur (noir, blanc, rouge, bleu) numérotés de 1 à 4 sont affichés en haut de l'écran. L'ordinateur a déterminé une séquence cachée de 4 carrés de couleurs différentes. Le sujet doit deviner dans quel ordre l'ordinateur a placé les couleurs l'enfant procède par essais. À chaque essai, l'ordinateur indique le nombre de couleurs placées correctement (\*) et le nombre de couleurs mal placées (X). L'enfant doit tenter de résoudre le problème en utilisant le moins d'essais possible. Ce jeu implique des capacités de raisonnement logique, la mise en place de stratégies en vue de résoudre un problème complexe, la formulation et la vérification d'hypothèses, la déduction de faits et la prise en compte des feedback de l'environnement.

Consigne : « Tu disposes de 4 carrés de couleurs différentes. L'ordinateur a utilisé ces 4 couleurs pour créer une combinaison secrète. Tu dois retrouver cette combinaison en effectuant le moins d'essais possible. Pour le 1<sup>er</sup> coup, et seulement pour celui-là, tu fais une proposition au hasard de ton choix ».

Niveaux de difficulté : Il est possible de modifier le niveau de difficulté en utilisant ou non des repères numériques pour découvrir la séquence de couleurs, mais nous avons préféré conserver l'association chiffre-couleur. Nous avons procédé à un exemple pour expliquer le système de réponse de l'ordinateur (X ou \*).





## 12) REEDUC : « Stratégies » (séances 10, 11, 12)

Objectif : Ce logiciel propose des tâches de résolution de problèmes qui s'inspirent des travaux de Bruner et ses collaborateurs sur l'acquisition de concepts. La tâche consiste à découvrir un élément mystère parmi plusieurs éléments possibles. Ce logiciel fait appel aux capacités de raisonnement logique et à l'élaboration de stratégie pour résoudre un problème.

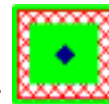
Des images faisant office d'indices sont présentées à l'écran. Celles-ci diffèrent les unes des autres selon trois paramètres : la forme des éléments qu'elles contiennent, leur nombre et le motif de leur bordure. L'ordinateur retient une caractéristique qui doit être découverte (une forme, un nombre ou une bordure). L'enfant doit donc trouver l'élément mystère. Cet exercice sollicite notamment les habiletés de l'enfant à déduire une réponse à partir de l'information générée et les habiletés à induire un questionnement à partir des rétroactions fournies (l'ordinateur entoure l'image si elle contient l'élément mystère et dans le contraire il la barre). L'enfant ne peut répondre que lorsqu'il a trouvé l'élément mystère. Si la réponse est exacte, un personnage animé le félicite. Mais le but n'est pas seulement de trouver la bonne réponse, il faut encore adopter la meilleure stratégie. Les rétroactions possibles sont : « Excellent, vous avez trouvé la bonne stratégie », « Bonne réponse, mais ce n'est pas la meilleure stratégie », ou encore « Oups... Voici la bonne réponse ».

Progression : Il existe 5 niveaux de difficulté établis qui augmentent en fonction de la complexité de la matrice :

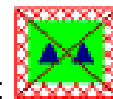
- nombre d'images ou indices (4 > 9 > 12)
- nombre d'éléments ou réponses potentielles (4 > ... > 15)



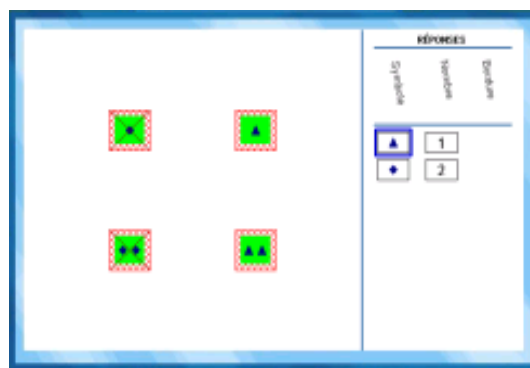
Consigne : « Le but de ce jeu est d'utiliser la meilleure stratégie qui soit pour découvrir l'élément mystère. Cet élément peut être une forme, un nombre ou une bordure. Pour le trouver, tu peux sélectionner des images parmi celles qui sont présentées à la gauche de l'écran et qui te serviront d'indices. Pour réussir, tu dois sélectionner le moins d'images possible. Lorsque l'élément mystère fait partie de



l'image sélectionnée, l'image est entourée en vert ;



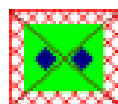
recherché ne fait pas partie de l'image sélectionnée, l'image est barrée :



Dans cet exemple, la réponse n'est ni le nombre 1 ni le losange, car un " X" est



apparu . Il reste donc le triangle ou le nombre 2 comme possibilités. Après



avoir sélectionné comme seconde image , tu peux éliminer le losange. On en déduit donc que l'élément mystère est le triangle. Tu dois alors sélectionner le triangle dans les choix de réponses à la droite de l'écran ».

## IV) Analyse des résultats

Afin d'analyser nos résultats à T0 et à T1, nous avons eu recours à plusieurs tests statistiques :

- Le test paramétrique de comparaison T de Student
- Le test paramétrique T apparié
- Le test non paramétrique de Wilcoxon
- Le test non paramétrique U de Mann-Whitney

## - CHAPITRE 5 - PRESENTATION DES RESULTATS

Nous avons inclus dans notre étude **21 enfants présentant un TDAH de type mixte**.

Dans notre population, 12 enfants bénéficiaient d'un traitement médicamenteux (psychostimulants) alors que les 9 autres enfants n'en bénéficiaient pas.

Les enfants ont été répartis en deux groupes :

- Le **groupe d'étude**, composé de 11 enfants, désigne les enfants ayant participé au programme de remédiation cognitive des fonctions exécutives. Il comprenait 6 enfants avec traitement médicamenteux et 5 enfants sans traitement.
- Le **groupe contrôle**, composé de 10 enfants, désigne les enfants n'ayant reçu aucune rééducation spécifique pendant la durée de l'étude. Il comprenait 6 enfants avec traitement médicamenteux et 4 enfants sans traitement.

	Avec traitement médicamenteux	Sans traitement médicamenteux	Nombre total d'enfants
Groupe d'étude : Avec rééducation	N = 6	N = 5	N = 11
Groupe contrôle : Sans rééducation	N = 6	N = 4	N = 10
Nombre total d'enfants	N = 12	N = 9	<b>N = 21</b>

Nous considérons pour l'ensemble des tableaux les légendes suivantes :

- m : moyenne
- E.T. : Ecart-type
- T.R. : Temps de réaction
- N : nombre d'enfants constituant l'échantillon
- $p < 0,05$  : seuil de significativité
- étude : avec rééducation / contrôle : sans rééducation
- avec traitement médicamenteux / sans traitement médicamenteux

## I) Présentation des profils de la population à T0

### **A) Données générales de la population à T0**

Tableau 1 : Moyenne des âges

	Etude N=11		Contrôle N=10		p
	m	E.T.	m	E.T.	
Age moyen (en mois)	108,3	(11,4)	111,8	(10,9)	0,49
Age minimum – maximum (en mois)	(90 – 128)		(98 – 129)		

Test T de Student ( $p < 0,05$ )

Les groupes d'étude et contrôle sont appariés en âge avec une moyenne d'âge de 9 ans 2 mois.

Tableau 2 : Moyenne des Quotients Intellectuels Totaux

	Etude N=8		Contrôle N=9		p
	m	E.T.	m	E.T.	
QI total	100	(21,1)	96,6	(20,6)	0,74

Test T de Student ( $p < 0,05$ )

Les deux groupes sont appariés en QI total avec une moyenne de 98,3. Nous ne disposons des QIT que pour 8 enfants du groupe d'étude et 9 du groupe contrôle.

Tableau 3 : Moyenne des index « hyperactivité de Connors »

	Etude N=8		Contrôle N=9		p
	m	E.T.	m	E.T.	
Index « hyperactivité » de Connors	78,3	(18)	75,2	(12,6)	0,67

Test T de Student ( $p < 0,05$ )

Les groupes sont appariés en degré d'hyperactivité si l'on se réfère à l'index « hyperactivité » de Connors. Les données étaient manquantes dans les dossiers pour quatre patients.

## B) Comparaison des profils attentionnels des groupes à T0

Tableau 4 : Moyenne des scores à KITAP des groupes étude et contrôle à T0

		Etude N=11		Contrôle N=10		p
		m	E.T.	m	E.T.	
ALERTE	Médiane des T.R. (ms.)	312,4	(37,4)	347,6	(77,9)	0,19
	Ecart-type des T.R. (ms.)	68	(33,5)	94,8	(37,8)	0,10
ATTENTION DIVISEE	Nombre d'erreurs	4,4	(3,2)	11,1	(2,9)	0,18
	Nombre d'omissions	2,9	(3,7)	5,4	(4,2)	0,17
GO-NO GO	Nombre d'erreurs	3	(1,7)	4,1	(4,3)	0,48
	Médiane des T.R. (ms.)	478	(58,7)	517,3	(90,5)	0,24
	Ecart-type des T.R. (ms.)	112,5	(38,1)	166,5	(101,3)	0,11
ATTENTION SELECTIVE	Stratégie de balayage visuel	0,4	(0,5)	0,3	(0,4)	0,49
	Nombre d'omissions	10,4	(6,6)	16,8	(10,9)	0,12

Test T de Student ( $p < 0,05$ )

Il n'existe aucune différence significative à T0 entre les résultats du groupe d'étude et ceux du groupe contrôle à la batterie d'évaluation de l'attention KITAP.

### C) Comparaison des profils exécutifs des groupes à T0

Tableau 5 : Moyenne des scores à la BADS-C des groupes étude et contrôle à T0

	Etude N=11		Contrôle N=10		p
	m	E.T.	m	E.T.	
Test des cartes	2	(2,8)	3,5	(2,8)	0,24
Test de l'eau	6,8	(3,3)	7,3	(2,7)	0,72
Persévérations au test de l'eau	0,3	(0,5)	0,6	(0,5)	0,30
Test des clés	6,6	(5,5)	4,2	(4,1)	0,27
Test zoo 1	2,3	(2,2)	1,1	(4,9)	0,45
Test zoo 2	8	(0)	6,5	(2,4)	<b>0,053</b>
Test des 6 parties	8,8	(2,8)	10,4	(2,8)	0,22
Score total BADS-C	31,1	(11,1)	26	(12,0)	0,31
Score DEX	43,7	(9,5)	35,5	(12,6)	0,10

Test T de Student ( $p < 0,05$ )

A T0, lorsque l'on compare les moyennes des résultats du groupe d'étude et du groupe contrôle, elles sont comparables pour toutes les épreuves hormis le test zoo 2 pour lequel les enfants du groupe d'étude sont significativement plus performants que les enfants du groupe contrôle ( $p=0,053$ ).

### D) Comparaison des performances au test de copie de figure complexe à T0

Tableau 6 : Scores de copie de la Figure de Rey des groupes étude et contrôle à T0

	Etude N=11		Contrôle N=10		p
	m	E.T.	m	E.T.	
Score de copie Figure de Rey	26,5	(7,0)	19,7	7,9	<b>0,053</b>

Test T de Student ( $p < 0,05$ )

A T0, l'épreuve de copie de la Figure de Rey met en évidence chez le groupe d'étude une moyenne de richesse et exactitude supérieure à celle du groupe contrôle. Cette différence est significative ( $p=0,053$ ). Nous notons que le score d'un

enfant du groupe contrôle était très faible (5/36) et a fait chuter la moyenne du groupe contrôle.

## II) Effets de la remédiation cognitive

### **A) Evolution des compétences exécutives des groupes**

#### 1. Groupe rééduqué (groupe d'étude)

Tableau 7 : Evolution des scores à la BADS-C du groupe d'étude de T0 à T1

Etude N=11	T0		T1		P
	m	E.T.	m	E.T.	
Test des cartes	2,0	(2,8)	0,3	(1,2)	<b>0,011</b>
Persévérations au test de l'eau	0,3	(0,5)	0	(0)	<b>0,046</b>
Test des clés	6,6	(5,5)	7,3	(4,9)	0,49
Test zoo 1	2,3	(2,2)	3,1	(2,4)	0,48
Test zoo 2	8,0	(3,3)	7,9	(0,3)	0,31
Test des 6 parties	8,8	(2,8)	10	(3,3)	0,23
Score total BADS-C	31,1	(11,1)	38,1	(6,4)	<b>0,018</b>
Score DEX	43,7	(9,5)	38,5	(6,8)	<b>0,075</b>

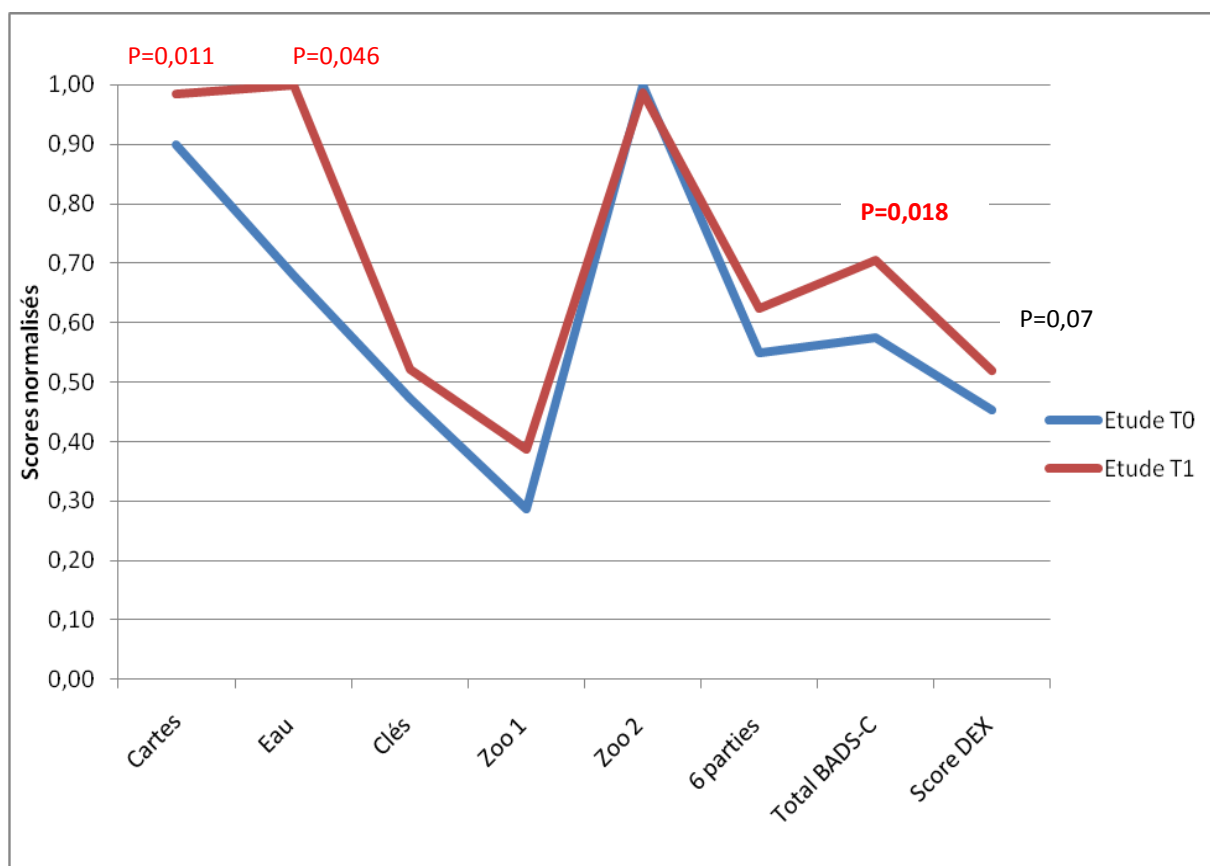
Test de Wilcoxon ( $p < 0,05$ )

Entre T0 et T1, toutes les performances à la BADS-C ont augmenté. Les enfants du groupe d'étude ont progressé de manière significative au test des cartes qui met en jeu l'inhibition et la flexibilité. Ils font aussi significativement moins de persévérations au test de l'eau. Ces deux résultats révèlent une **meilleure gestion des feedback, une amélioration de l'inhibition et de la flexibilité**. Les performances au test des clés et au test zoo 1 qui nécessitent une planification préalable, un respect des contraintes et un rétro-contrôle de l'action ont progressé. Les résultats au test des 6 parties qui met en jeu les capacités d'organisation et le respect des contraintes (y compris les contraintes de temps) sont également meilleurs. Pour le test zoo 2, on retrouve un effet plafond à T0 et à T1.



**Le score total moyen de la BADS-C a progressé de manière très significative ( $p=0,018$ )** chez les sujets du groupe d'étude. Les scores au questionnaire DEX soumis aux parents ont diminué, révélant ainsi une amélioration du fonctionnement exécutif des enfants au quotidien qui tend à la significativité ( $p= 0,075$ ).

**Figure 1** : Evolution des scores du groupe d'étude à la BADS-C entre T0 et T1



**NB** : Afin de faciliter la lecture des graphiques, tous les scores ont été ramenés à une échelle sur 1. Les scores du test des cartes et du questionnaire DEX, habituellement négatifs (scores d'erreurs), ont été calculés en scores positifs (scores de réussite). Ainsi, pour tous les tests de la BADS-C, plus les résultats se rapprochent de 1, plus ils sont bons.

➔ Comme l'illustre la figure 1, les résultats moyens obtenus à la BADS-C ont progressé entre T0 et T1 pour le groupe d'étude. L'amélioration constatée concerne particulièrement la flexibilité (test des cartes, présence de persévérations au test de l'eau) ainsi que l'utilisation des feedback et la capacité à réadapter la stratégie initiale en cas d'échec. Le groupe contrôle a également progressé de manière significative pour l'épreuve des cartes et le test des clés.

## 2. Groupe non rééduqué (groupe contrôle)

Tableau 8 : Evolution des scores à la BADS-C du groupe contrôle de T0 à T1

Contrôle N=10	T0		T1		P
	m	E.T.	m	E.T.	
Test des cartes	3,5	(2,8)	0,4	(1,3)	<b>0,008</b>
Persévérations au test de l'eau	0,6	(0,5)	0,2	(0,4)	0,10
Test des clés	4,2	(4,1)	7	(4,6)	<b>0,027</b>
Test zoo 1	1,1	(4,9)	3,2	(4,6)	0,34
Test zoo 2	6,5	(2,7)	6	(3,5)	0,91
Test des 6 parties	10,4	(2,8)	9,6	(4,1)	0,75
Score total BADS-C	26	(12,0)	33,8	(13,1)	0,09
Score DEX	35,5	(12,6)	34,5	(10,5)	0,64

Test de Wilcoxon ( $p < 0,05$ )

Entre T0 et T1, le groupe contrôle s'améliore de manière significative au test des cartes. Les enfants du groupe contrôle progressent aussi de manière significative au test des clés qui suppose la planification et la mise en place d'une stratégie adaptée et systématisée pour résoudre un problème. De plus, la présence de persévérations au test de l'eau a diminué et le test zoo 1 est mieux réussi mais ces améliorations ne sont pas significatives. En revanche, les résultats du groupe contrôle aux tests des 6 parties et zoo 2 laissent percevoir une légère régression.

Le score total moyen de la BADS-C a progressé de manière non significative et le score au questionnaire DEX soumis aux parents est sensiblement le même entre T0 et T1. L'évolution des performances à la BADS-C entre T0 et T1 n'est pas significative pour le groupe contrôle.

Si l'on s'intéresse à l'évolution globale des enfants de T0 à T1, nous notons que le score total à la BADS-C a progressé chez les deux groupes mais **l'évolution n'est significative que pour le groupe ayant bénéficié du programme de remédiation cognitive des fonctions exécutives.**

## B) Evolution des profils attentionnels des groupes

Nous rappelons que les capacités attentionnelles n'ont pas fait l'objet d'une rééducation spécifique.

### 1. Groupe rééduqué (groupe d'étude)

Tableau 9 : Evolution des scores à KITAP du groupe d'étude de T0 à T1

		T0		T1		P
		m	E.T.	m	E.T.	
ALERTE	Médiane des T.R. (ms.)	312,4	(37,4)	332,6	(47,8)	0,21
	Ecart-type des T.R. (ms.)	68	(33,5)	62,6	(23,3)	0,79
ATTENTION DIVISEE	Nombre d'erreurs	4,4	(3,2)	1,6	(2,7)	<b>0,016</b>
	Nombre d'omissions	2,9	(3,7)	1,3	(1,9)	0,25
GO-NO GO	Nombre d'erreurs	3	(1,7)	1,4	(1,2)	<b>0,030</b>
	Médiane des T.R. (ms.)	478	(58,7)	461,1	(47,1)	0,23
	Ecart-type des T.R. (ms.)	112,5	(38,1)	85	(16,7)	<b>0,033</b>
ATTENTION SELECTIVE	Nombre d'omissions	10,4	(6,6)	5	(5,3)	<b>0,015</b>

Test de Wilcoxon ( $p < 0,05$ )

Entre T0 et T1, la médiane des temps de réaction de l'alerte a augmenté pour le groupe d'étude alors que l'écart-type des temps de réaction a légèrement diminué. Ces résultats indiquent que le temps de réflexion des enfants rééduqués est plus long et que leurs réponses, plus stables, permettent le maintien de l'alerte. Le nombre d'erreurs à l'épreuve d'attention divisée a diminué de manière significative. Le nombre moyen d'omissions est également moins important. Ces résultats traduisent une **amélioration de la capacité des enfants à traiter plusieurs stimuli** dont la modalité d'apparition est différente. A la tâche de go-no go, le nombre moyen d'erreurs et l'écart-type des temps de réaction ont diminué de manière significative.

Ces résultats suggèrent une **amélioration de l'inhibition** et une stabilisation des temps de réponse. Enfin, le nombre moyen d'omissions à l'épreuve d'attention sélective a diminué de façon très significative et traduit une **meilleure efficacité du balayage visuel des enfants**.

## 2. Groupe non rééduqué (groupe contrôle)

Tableau 10 : Evolution des scores à KITAP du groupe contrôle de T0 à T1

		T0		T1		P
		m	E.T.	m	E.T.	
ALERTE	Médiane des T.R. (ms.)	347,6	(77,9)	310,7	(63,2)	0,16
	Ecart-type des T.R. (ms.)	94,8	(37,8)	67,6	(24,7)	<b>0,06</b>
ATTENTION DIVISEE	Nombre d'erreurs	11,1	(2,9)	3	(3,2)	<b>0,035</b>
	Nombre d'omissions	5,4	(4,2)	2,4	(4,5)	0,15
GO-NO GO	Nombre d'erreurs	4,1	(4,3)	3,7	(3,0)	0,87
	Médiane des T.R. (ms.)	517,3	(90,5)	485,6	(92,1)	0,22
	Ecart-type des T.R. (ms.)	166,5	(101,3)	110,4	(45,6)	<b>0,037</b>
ATTENTION SELECTIVE	Nombre d'omissions	16,8	(10,9)	7,1	(8,7)	<b>0,037</b>

Test de Wilcoxon ( $p < 0,05$ )

A l'épreuve d'alerte, la médiane des temps de réaction a diminué pour le groupe contrôle. De plus, l'écart-type des temps de réaction a également diminué. Cette amélioration tend à la significativité et suggère une meilleure stabilité des ressources attentionnelles dans une tâche de courte durée. Le nombre d'erreurs à l'épreuve d'attention divisée a aussi diminué de manière significative chez le groupe contrôle et le nombre moyen d'omissions est moins important. A la tâche de go-no go, le nombre moyen d'erreurs a peu progressé alors que la réduction des écarts-types des temps de réaction est significative et indique une stabilisation des temps de réponse.

Le nombre moyen d'omissions à l'épreuve d'attention sélective visuelle a diminué de façon très significative, comme pour le groupe d'étude.

### C) Evolution des performances des groupes au test de copie de figure complexe

#### 1. Groupe rééduqué (groupe d'étude)

Tableau 11 : Evolution des scores de copie de la Figure de Rey du groupe d'étude de T0 à T1

Etude N=11	T0		T1		p
	m	E.T.	m	E.T.	
Score de copie Figure de Rey	26,5	(7,0)	27,4	(7,4)	0,31

Test de Wilcoxon ( $p < 0,05$ )

#### 2. Groupe non rééduqué (groupe contrôle)

Tableau 12 : Evolution des scores de copie de la Figure de Rey du groupe contrôle de T0 à T1

Contrôle N=10	T0		T1		p
	m	E.T.	m	E.T.	
Score de copie Figure de Rey	19,7	(7,9)	27,5	(4,8)	<b>0,007</b>

Test de Wilcoxon ( $p < 0,05$ )

Entre T0 et T1, les résultats du groupe contrôle ont progressé de manière très significative alors que ceux du groupe d'étude ont peu évolué.

### III) Comparaison des profils des groupes à T1

#### **A) Comparaison des profils attentionnels des groupes à T1**

Tableau 13: Moyenne des scores à KITAP des groupes étude et contrôle à T1

		Etude N=11		Contrôle N=10		P
		m	E.T.	m	E.T.	
ALERTE	Médiane des T.R. (ms.)	332,6	(47,8)	310,7	(63,2)	0,37
	Ecart-type des T.R. (ms.)	62,6	(23,3)	67,6	(24,7)	0,64
ATTENTION DIVISEE	Nombre d'erreurs	1,6	(2,7)	3	(3,2)	0,30
	Nombre d'omissions	1,3	(1,9)	2,4	(4,5)	0,49
GO-NO GO	Nombre d'erreurs	1,4	(1,2)	3,7	(3,0)	<b>0,044</b>
	Médiane des T.R. (ms.)	461,1	(47,1)	485,6	(92,1)	0,44
	Ecart-type des T.R. (ms.)	85	(16,7)	110,4	(45,6)	0,10
ATTENTION SELECTIVE	Nombre d'omissions	5	(5,3)	7,1	(8,7)	0,51

Test T de Student ( $p < 0,05$ )

A T1, les épreuves attentionnelles de la batterie KITAP mettent en évidence de meilleurs résultats pour les sujets du groupe ayant bénéficié du programme de remédiation cognitive que pour les sujets contrôles. En effet, les enfants du groupe d'étude omettent moins de cibles dans les épreuves d'attention divisée et d'attention sélective. Par ailleurs, ils commettent moins d'erreurs dans la tâche d'attention divisée et celle de go-no go. Toutefois seule la différence des moyennes d'erreurs au go-no go est significative ( $p=0,044$ ).

## B) Comparaison des profils exécutifs des groupes à T1

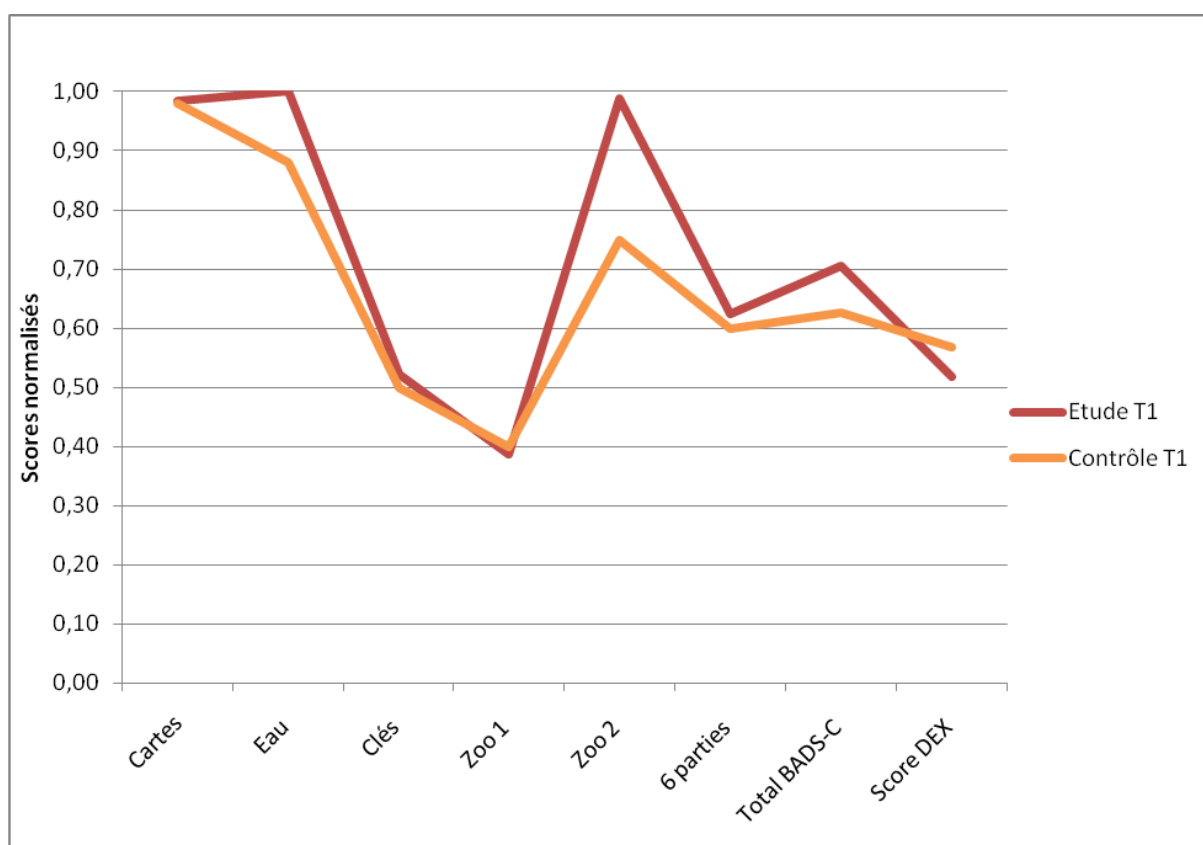
Tableau 14 : Moyenne des scores à la BADS-C des groupes étude et contrôle à T1

	Etude N=11		Contrôle N=10		P
	m	E.T.	m	E.T.	
Test des cartes	0,3	(1,2)	0,4	(1,3)	0,94
Test de l'eau	10	(0)	8,8	(2,8)	0,18
Persévérations au test de l'eau	0	(0)	0,2	(0,4)	0,13
Test des clés	7,3	(4,9)	7	(4,6)	0,86
Test zoo 1	3,1	(2,4)	3,2	(4,6)	0,99
Temps de planification à zoo 1 (sec.)	15,6	(28,8)	10,8	(22,3)	0,67
Test zoo 2	7,9	(0,3)	6	(3,5)	<b>0,08</b>
Test des 6 parties	10	(3,3)	9,6	(4,1)	0,76
Score d'erreurs aux 6 parties	0,2	(0,9)	0	(0,4)	0,40
Score total BADS-C	38,1	(6,4)	33,8	(13,1)	0,33
Score DEX	38,5	(6,8)	34,5	(10,5)	0,30

Test T de Student ( $p < 0,05$ )

Les enfants du groupe d'étude sont plus performants que les enfants du groupe contrôle à la tâche zoo 2 qui consiste à suivre un plan d'action imposé, à exercer des rétro-contrôles et à tenir compte des feedback. Cette différence de score tend à la significativité ( $p=0,08$ ). Le temps de planification est également supérieur dans le groupe d'étude à T1 par rapport au groupe contrôle et le score à la BADS-C est meilleur pour le groupe d'étude sans différence significative. En revanche, les tests des cartes, des clés, du zoo 1 et celui des 6 parties mettent en évidence les résultats très proches dans les deux groupes.

**Figure 2** : Comparaison des scores moyens des groupes à la BADS-C à T1



**NB** : Afin de faciliter la lecture des graphiques, tous les scores ont été ramenés à une échelle sur 1. Les scores du test des cartes et du questionnaire DEX, habituellement négatifs (scores d'erreurs), ont été calculés en scores positifs (scores de réussite). Ainsi, pour tous les tests de la BADS-C, plus les résultats se rapprochent de 1, plus ils sont bons.

### C) Comparaison des performances à une tâche de copie de figure complexe à T1

**Tableau 15**: Scores de copie de la Figure de Rey des groupes étude et contrôle à T1

	Etude N=11		Contrôle N=10		p
	m	E.T.	m	E.T.	
Score de copie Figure de Rey	27,4	(7,4)	27,5	(4,8)	0,96

Test T de Student ( $p < 0,05$ )

A T1, les enfants du groupe d'étude et ceux du groupe contrôle obtiennent des résultats similaires à la copie de Figure de Rey.



## IV) Effets du traitement médicamenteux

### **A) Comparaison des performances des enfants traités (méthylphénidate) et des enfants non traités à T0**

#### 1. Profils attentionnels des enfants traités et des enfants non traités à T0

Tableau 16 : Moyenne des scores à KITAP des enfants avec/sans traitement à T0

		Sans traitement N=9		Avec traitement N=12		p
		m	E.T.	m	E.T.	
ALERTE	Médiane des T.R. (ms.)	346,7	(79,6)	316	(42,1)	0,26
	Ecart-type des T.R. (ms.)	74,8	(29,9)	85,2	(42,8)	0,54
ATTENTION DIVISEE	Nombre d'erreurs	4,3	(2,7)	10,08	(14,3)	0,25
	Nombre d'omissions	3	(2,8)	4,9	(4,7)	0,30
GO-NO GO	Nombre d'erreurs	2,3	(2,0)	4,5	(3,6)	0,12
	Médiane des T.R. (ms.)	484,8	(86,7)	505,5	(70)	0,55
	Ecart-type des T.R. (ms.)	110,8	(22,3)	158,7	(98,3)	0,17
ATTENTION SELECTIVE	Stratégie de balayage visuel	0,33	(0,5)	0,41	(0,51)	0,71
	Nombre d'omissions	13,7	(7,8)	13,2	(10,6)	0,90

Test T de Student ( $p < 0,05$ )

A T0, la moyenne des médianes de temps de réaction est plus faible pour le groupe d'enfants recevant un traitement médicamenteux mais cette différence n'est pas significative. En revanche, le groupe d'enfants sans traitement est plus performant aux épreuves d'attention divisée (moins d'omissions et d'erreurs) et de go-no go (moins d'erreurs) mais de manière non significative. Par ailleurs, les performances d'attention sélective visuelle sont équivalentes pour les deux groupes.

## 2. Compétences exécutives des enfants traités et des enfants non traités à T0

Tableau 17: Scores à la BADS-C des enfants avec/sans traitement à T0

	Sans traitement N=9		Avec traitement N=12		P
	m	E.T.	m	E.T.	
Test des cartes	2,6	(2,2)	2,7	(3,3)	0,95
Test de l'eau	7,4	(3,0)	6,7	(3,1)	0,61
Persévérations au test de l'eau	0,4	(0,5)	0,5	(0,5)	0,81
Test des clés	6,8	(4,4)	4,4	(5,2)	0,27
Test zoo 1	2,3	(3,6)	1,3	(3,8)	0,55
Temps de planification à zoo 1 (sec.)	13,8	(39,8)	33	(100,8)	0,59
Test zoo 2	7,4	(0,8)	7,1	(2,2)	0,73
Test des 6 parties	9,8	(1,8)	9,3	(3,5)	0,67
Score d'erreurs aux 6 parties	1	(1,3)	0,7	(0,7)	0,58
Score total BADS-C	31,7	(8,5)	26,4	(13,3)	0,30
Score DEX	40,4	(12,6)	30,3	(11,4)	0,83

Test T de Student ( $p < 0,05$ )

A T0, les enfants sans traitement sont plus performants que les enfants avec traitement au test des clés. En revanche, les enfants bénéficiant d'un traitement s'accordent spontanément un temps de planification plus élevé pour le test zoo 1. De plus, le score de réussite total moyen à la BADS-C est meilleur pour les sujets sans traitement alors qu'au questionnaire DEX, ce sont les sujets avec traitement qui obtiennent des résultats les meilleurs (pour rappel, plus le score au DEX est élevé, plus il est pathologique). Toutefois, aucune de ces différences de scores n'est significative.

## 3. Performances des enfants traités et des enfants non traités à une tâche de copie de figure complexe à T0

Tableau 18 : Scores de copie à la Figure de Rey des enfants avec/sans traitement à T0

	Sans traitement N=9		Avec traitement N=12		p
	m	E.T.	m	E.T.	
Score de copie Figure de Rey	25,1	(8,3)	21,9	(7,9)	0,38

Test T de Student (p < 0,05)

A T0, pour l'épreuve de copie de la Figure de Rey, la moyenne des scores de richesse et exactitude sont légèrement meilleurs pour les sujets TDA/H sans traitement mais cette différence n'est pas significative.

## **B) Comparaison des performances des enfants sans traitement médicamenteux des groupes étude et contrôle à T1**

### 1. Profils attentionnels des enfants sans traitement médicamenteux à T1

Tableau 19 : Moyenne des scores à KITAP des enfants sans traitement à T1

		Etude N=5		Contrôle N=4		P
		m	E.T.	m	E.T.	
ALERTE	Médiane des T.R. (ms.)	334,8	(64,9)	326,2	(77,8)	0,86
	Ecart-type des T.R. (ms.)	57,4	(27,3)	65,7	(24,4)	0,64
ATTENTION DIVISEE	Nombre d'erreurs	1,6	(1,5)	1,2	(0,9)	0,70
	Nombre d'omissions	2,2	(2,4)	1,5	(1,2)	0,62
GO-NO GO	Nombre d'erreurs	1,4	(1,5)	2	(1,6)	0,58
	Médiane des T.R. (ms.)	462,8	(69,1)	477,2	(47,4)	0,73
	Ecart-type des T.R. (ms.)	77,2	(11,9)	95,7	(12,8)	<b>0,06</b>
ATTENTION SELECTIVE	Nombre d'omissions	7,2	(6,8)	5,0	(3,5)	0,58

Test T de Student (p < 0,05)

A T1, les moyennes des scores à KITAP sont comparables pour les sujets sans traitement du groupe d'étude et du groupe contrôle hormis l'écart-type des temps de réaction qui est plus faible pour les sujets contrôles. Cette différence tend à la significativité ( $p=0,06$ ).

## 2. Compétences exécutives des enfants sans traitement médicamenteux à T1

Tableau 20 : Moyenne des scores à la BADS-C des enfants sans traitement à T1

	Etude N=5		Contrôle N=4		P
	m	E.T.	m	E.T.	
Test des cartes	0	(0)	0	(1,6)	1,00
Test de l'eau	10,0	0	7,7	(4,5)	0,29
Persévérations au test de l'eau	0	(0)	0,2	(0,5)	0,29
Test des clés	9,8	(4,4)	5,2	(4,2)	0,16
Test zoo 1	2,6	(2,7)	5,0	(3,1)	0,25
Temps de planification à zoo 1 (sec.)	19,2	(40,1)	5,7	(11,5)	0,54
Test zoo 2	7,8	(0,4)	7,0	(2,0)	0,40
Test des 6 parties	9,8	(1,7)	6,2	(4,0)	0,11
Score d'erreurs aux 6 parties	0	(0)	-0,2	(0,5)	0,29
Score total BADS-C	40,0	(6,4)	30,2	(8,5)	0,09
Score DEX	36,6	(5,3)	31,5	(11,4)	0,40

Test T de Student ( $p < 0,05$ )

A T1, aucune des différences de score n'est significative entre les enfants sans traitement ni rééducation et les enfants sans traitement bénéficiant d'une rééducation. Zoo 1 est le seul test de la BADS-C pour lequel les enfants du groupe contrôle sans traitement sont plus performants que ceux du groupe d'étude. Cette tâche nécessite une planification dont la durée est pourtant supérieure pour les enfants du groupe expérimental. Pour les autres tests ainsi que pour le score total de la BADS-C, les enfants du groupe d'étude obtiennent de meilleurs résultats que les enfants du groupe contrôle. Cependant, le score au questionnaire DEX est inférieur pour les enfants du groupe contrôle sans traitement.

### 3. Performances des enfants sans traitement médicamenteux à une tâche de copie de figure complexe à T1

Tableau 21 : Scores de copie à la Figure de Rey des enfants sans traitement à T1

	Etude N=5		Contrôle N=4		p
	m	E.T.	m	E.T.	
Score de copie Figure de Rey	28,7	(5,5)	28,0	(2,1)	0,82

Test T de Student ( $p < 0,05$ )

A T1, les enfants sans traitement du groupe d'étude et ceux du groupe contrôle obtiennent des résultats similaires à la copie de Figure de Rey.

## C) Comparaison des performances des enfants avec traitement médicamenteux du groupe étude et du groupe contrôle à T1

### 1. Profils attentionnels des enfants avec traitement à T1

Tableau 22 : Moyenne des scores à KITAP des enfants avec traitement à T1

		Etude N=6		Contrôle N=6		P
		m	E.T.	m	E.T.	
ALERTE	Médiane des T.R. (ms.)	330,8	(34,3)	300,3	56,8	0,28
	Ecart-type des T.R. (ms.)	67	(21)	68,8	(27,1)	0,89
ATTENTION DIVISEE	Nombre d'erreurs	1,6	(3,6)	4,1	(3,7)	0,26
	Nombre d'omissions	0,6	(1,2)	3	(5,9)	0,36
GO-NO GO	Nombre d'erreurs	1,5	(1,2)	4,8	(3,4)	<b>0,049</b>
	Médiane des T.R. (ms.)	459,8	(24,7)	491,1	(117,7)	0,53
	Ecart-type des T.R. (ms.)	91,6	(18,2)	120,1	(58)	0,27
ATTENTION SELECTIVE	Nombre d'omissions	3,1	(3,4)	8,5	(11,1)	0,28

Test T de Student ( $p < 0,05$ )

A T1, les résultats des différentes épreuves attentionnelles sont meilleurs pour les sujets du groupe d'étude avec traitement que pour ceux du groupe contrôle. Cependant, seule la différence des moyennes du nombre d'erreurs au go-no go est significative et en faveur du groupe bénéficiant de la rééducation et du traitement par méthylphénidate.

## 2. Compétences exécutives des enfants avec traitement médicamenteux à T1

Tableau 23 : Moyenne des scores à la BADS-C des enfants avec traitement à T1

	Etude N=6		Contrôle N=6		P
	m	E.T.	m	E.T	
Test des cartes	0,6	(1,6)	0,6	(1,2)	1,00
Test de l'eau	10	(0)	9,5	(1,2)	0,34
Persévérations au test de l'eau	0	(0)	0,1	(0,4)	0,34
Test des clés	5,3	(4,6)	8,1	(4,9)	0,33
Test zoo 1	3,7	(2,2)	2	(5,3)	0,49
Temps de planification à zoo 1 (sec.)	12,6	(18,7)	14,1	(28)	0,91
Test zoo 2	8	(0)	5,3	(4,3)	0,16
Test des 6 parties	10,3	(4,4)	11,8	(2,4)	0,48
Score d'erreurs aux 6 parties	0,5	(1,2)	0,1	(0,4)	0,33
Score total BADS-C	36,6	(6,6)	36,1	(15,7)	0,94
Score DEX	40,1	(7,9)	36,5	(10,5)	0,51

Test T de Student ( $p < 0,05$ )

A T1, les résultats révèlent un « effet plafond » aux tests de l'eau et du zoo 2 pour le groupe d'étude. Le groupe contrôle se montre plus performant au test des clés ainsi qu'au DEX. Toutefois, il n'existe aucune différence de résultat significative entre les enfants traités ayant bénéficié du programme de rééducation des fonctions exécutives et les enfants traités non rééduqués. Les scores totaux moyens de la BADS-C sont similaires pour les deux groupes.

### 3. Performances des enfants avec traitement médicamenteux à une tâche de copie de figure complexe à T1

Tableau 24 : Scores de la copie de Figure de Rey des enfants avec traitement à T1

	Etude N=6		Contrôle N=6		p
	m	E.T.	m	E.T.	
Score de copie Figure de Rey	26,3	(9,1)	27,2	(6,2)	0,84

Test T de Student ( $p < 0,05$ )

A T1, les enfants avec traitement du groupe d'étude et ceux du groupe contrôle obtiennent des résultats similaires à la copie de Figure de Rey.

## V) Evaluation qualitative du protocole de rééducation

Dans notre étude, 11 enfants ont bénéficié du programme de remédiation cognitive des fonctions exécutives. L'analyse quantitative des résultats permet d'apprécier l'efficacité du protocole mais elle ne rend pas compte de l'intérêt des tâches composant le programme, de l'hétérogénéité des résultats et de l'évolution des enfants. C'est la raison pour laquelle nous souhaitons faire part de nos observations personnelles concernant le protocole ainsi que la compliance des enfants du groupe d'étude.

### **A) Motivation et engagement des enfants**

Comme nous l'escomptions, le support informatique a constitué un excellent médiateur de rééducation avec les enfants présentant un TDA/H. Les jeux qui composent ce programme sont à la fois variés, ludiques et visuellement attrayants. Ils ont immédiatement suscité l'intérêt des enfants et facilité leur engagement dans les différents exercices. Sur le plan relationnel, l'usage de l'ordinateur a également permis de mettre en confiance les enfants les plus réservés, et d'instaurer ainsi un cadre thérapeutique idéal.

Le contrat d'engagement a permis de responsabiliser les enfants et de les rendre acteurs de leur rééducation. Grâce au classeur individuel qu'ils ont adopté et personnalisé, les enfants ont pu quantifier leurs progrès. De plus, le système de récompense (smileys, médailles, diplôme) s'est révélé très efficace pour valoriser les réussites des enfants mais également pour maintenir leur motivation durant les 13 séances. Néanmoins, l'obtention de smileys ne peut se substituer au renforcement positif immédiat que l'intervenant utilise pour rétablir l'estime souvent dégradée que les enfants ont d'eux-mêmes. Dans l'ensemble, les enfants ont bien investi ces aides externes. Ils les ont d'ailleurs souvent utilisées comme points de repère.

## **B) Entraînement de l'inhibition pure**

Les tâches de go-no go ont été très bien reçues par les enfants. Certains d'entre eux disaient « non » à voix haute afin de soutenir l'inhibition d'une réponse motrice prédominante (appuyer sur la souris). Ces applications semblent très adaptées aux sujets TDA/H car elles proposent un large choix de cibles visuelles et auditives ainsi qu'une grande liberté de modification des paramètres. Ainsi, la difficulté croît progressivement tout en respectant le niveau et les progrès de l'enfant. Pour la majorité d'entre eux, le nombre d'erreurs et les temps de réaction ont nettement diminué avec l'entraînement.

## **C) Entraînement du traitement séquentiel**

Nous avons utilisé à cet effet des puzzles ainsi que des tâches de traitement séquentiel de textes. Les enfants ont reconstitué avec plaisir les puzzles de plus en plus complexes. Certains ont su respecter un temps préalable d'observation, de réflexion et de rotation mentale. D'autres ont pu procéder par élimination afin de trouver la pièce manquante. Mais deux enfants pratiquaient des essais-erreurs et tenaient peu compte des feedback négatifs de l'ordinateur ce qui a occasionné de nombreuses persévérations et un découragement. Par ailleurs, la tâche de traitement séquentiel de texte sur ordinateur a été très appréciée par les enfants en raison notamment de la manipulation du clavier. Ces tâches ont permis d'observer une augmentation relative du contrôle de l'impulsivité grâce à la verbalisation des actions notamment.



## **D) Entraînement de la flexibilité**

L'entraînement de la flexibilité a constitué une étape difficile pour la majorité des enfants. Les consignes ont été données à l'oral et rappelées par écrit à l'écran. Afin que les consignes conflictuelles soient comprises et intégrées, nous avons préparé des exemples à compléter sur une feuille de papier. Pour les premiers exercices, les enfants avaient tendance à se précipiter dans la tâche et commettaient ainsi de nombreuses erreurs. Pour s'adapter aux changements de règles et inhiber les réponses automatiques erronées, quelques enfants ont ensuite pris l'initiative de subvocaliser, ce qui leur a permis de diminuer le nombre d'erreurs au détriment de la vitesse de réaction. Cette série de tâches exige un coût attentionnel élevé et est souvent peu appréciée, il vaut donc mieux la proposer en début de séance.

## **E) Entraînement de la fluence**

Les enfants présentaient dans ces tâches des capacités extrêmement hétérogènes. En effet, alors que certains enfants étaient assez performants, d'autres étaient dans l'impossibilité de citer plus de 2 mots en une minute. Pour la tâche de fluence catégorielle, les enfants performants se sont améliorés alors que les enfants en difficulté n'ont pas développé de stratégie de catégorisation de manière spontanée. De même, les indices se sont révélés très peu utiles. Il aurait donc été intéressant de travailler plus longuement cet exercice.

## **F) Entraînement de la planification**

La planification a été entraînée grâce à des labyrinthes. Cet exercice n'est réussi qu'en l'absence d'erreur et suppose donc une planification visuo-spatiale préalable. Les enfants ont beaucoup apprécié ce « jeu ». Toute la difficulté de la tâche consistait pour les enfants à contrôler leur impulsivité, à planifier leur chemin pour éviter les erreurs, et à maintenir ce dernier dans le calepin visuo-spatial de la mémoire de travail avant de l'emprunter. Dans l'ensemble, les enfants ont amélioré leurs performances et ils ont développé spontanément des stratégies de mémorisation visuo-motrice (suivre avec le doigt) lorsque la taille des chemins s'est agrandie. De plus, leur sens de l'observation semble s'être affûté car lorsque

l'ordinateur proposait incidemment à deux reprises le même labyrinthe, ils le faisaient immédiatement remarquer.

## **G) Entraînement de l'élaboration de stratégies et de la résolution de problèmes**

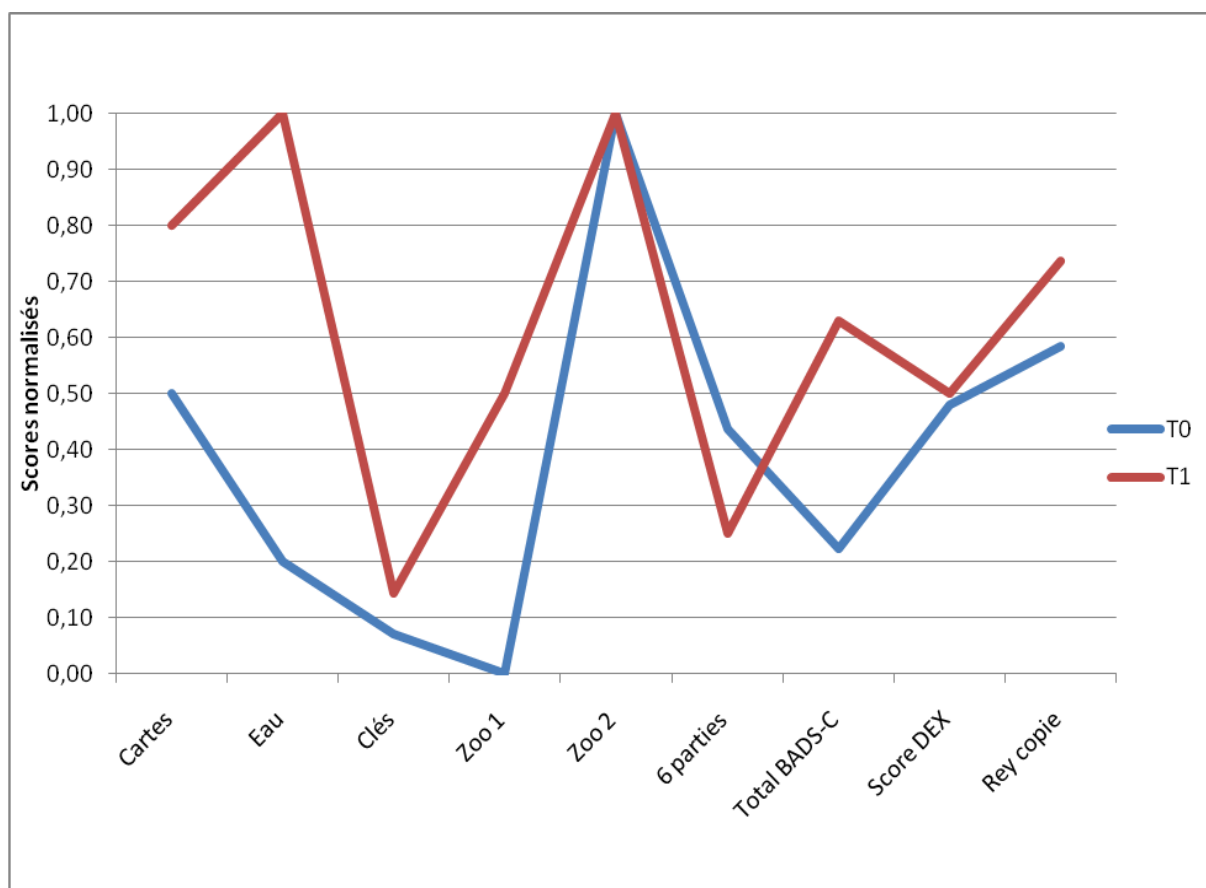
Les deux exercices visant à développer ces fonctions exécutives de haut niveau sont « Stratégie » et « Logique / 4 ». Ils supposent de formuler des hypothèses, de planifier et séquencer une action, puis d'élaborer et de mettre en œuvre une stratégie systématisée et efficace pour résoudre un problème donné. Un exemple réalisé à voix haute a toujours accompagné la consigne pour que les enfants saisissent plus facilement l'objectif de ces exercices qui n'était pas tant de trouver la bonne solution mais plutôt d'identifier la meilleure stratégie en un minimum d'essais. Les enfants devaient nécessairement tenir compte des feedback de l'ordinateur et de l'intervenant pour réussir ces tâches, mais cela demandait beaucoup d'attention et de réflexion. De manière systématique, nous avons proposé aux enfants l'usage du support écrit. De plus, nous les interrogeons sur leurs stratégies pour les inciter à subvocaliser (Que vas-tu faire ensuite ? Es-tu sûr de toi ? Quelles sont les autres solutions ?) et nous étayons leur raisonnement à l'oral (Qu'est-ce que cela veut dire ? Pourquoi à ton avis ?). Quelques enfants seulement ont utilisé la verbalisation de manière spontanée. Pour l'exercice « Stratégie », les enfants avaient tendance à confondre le panneau de réponses avec les indices. Nous avons donc régulièrement rappelé les différentes parties de l'écran.

## **H) Intérêt de la rééducation**

Les enfants ont fait part de leur plaisir et de leurs points d'intérêts dans la prise en charge. Plusieurs ont jugé qu'elle leur avait été utile et qu'elle avait modifié leurs comportements dans la vie scolaire (notamment les devoirs). Certains parents ont également rapporté des améliorations du comportement de leur enfant et des progrès à l'école. Il est toutefois difficile de connaître l'ampleur de ces progrès et d'en identifier la cause avec certitude. Nous avons choisi deux profils d'enfants très différents afin d'illustrer l'hétérogénéité des progrès constatés.

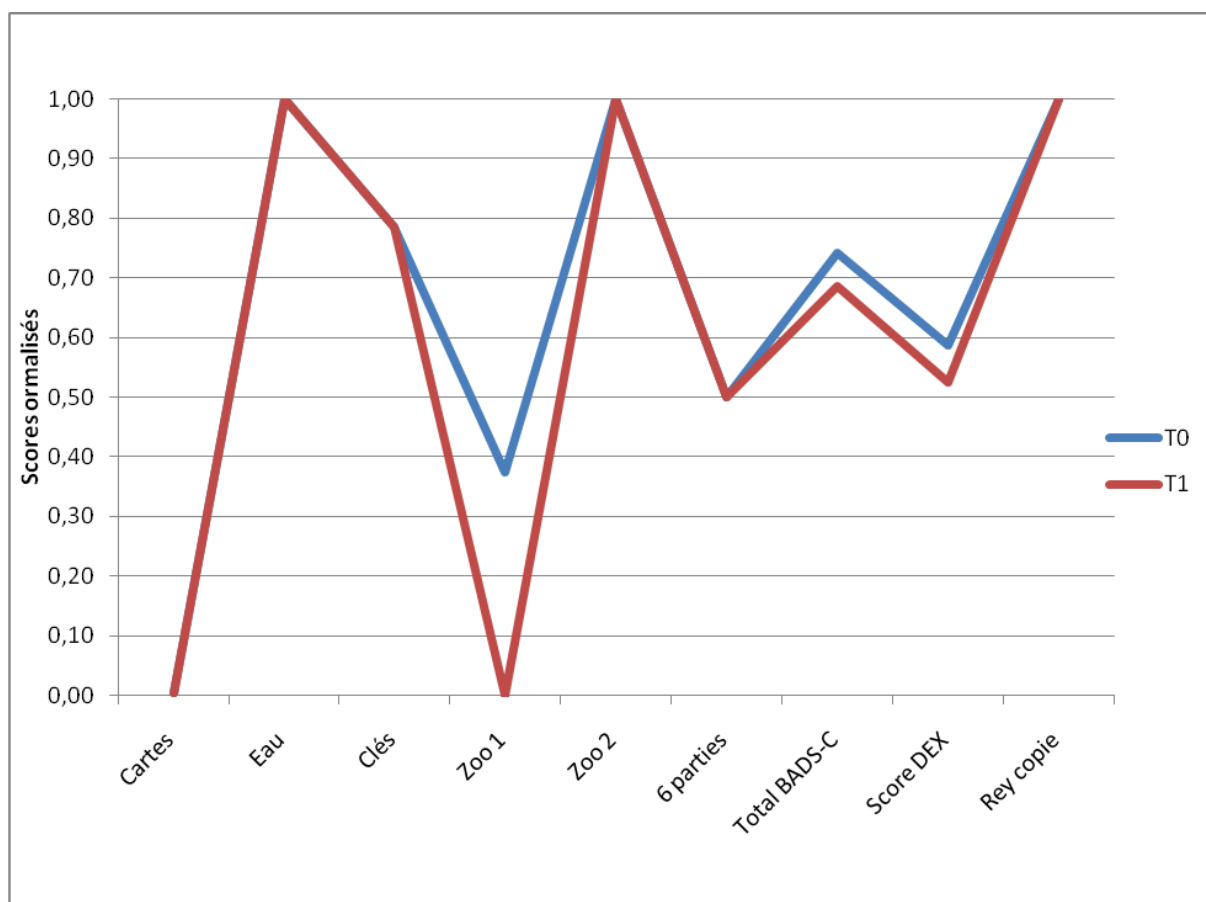
La figure 3 illustre l'intérêt et l'efficacité de la rééducation chez un enfant qui présentait un déficit important des fonctions exécutives. A T0, A. obtenait des scores très en-deçà de ceux attendus pour son âge hormis à l'épreuve zoo 2 qui était réussie. A T1, ses résultats témoignent d'importants progrès de flexibilité/inhibition (cartes), de contrôle de l'impulsivité (eau), de planification et de résolution de problème (eau, zoo 1, clés). Ainsi, son score total brut à la BADS-C a quasiment triplé entre T0 et T1, et son score de copie à la Figure de Rey s'est également amélioré.

**Figure 3** : Evolution des scores de A. à la BADS-C et à la Figure de Rey entre T0-T1



En revanche, la figure 4 permet d'apprécier les limites de la prise en charge car elle ne met en évidence aucune amélioration des scores à la BADS-C entre T0 et T1 pour cet enfant R. ayant participé au programme de rééducation. A T0, R. obtenait de bons résultats à certains tests (clés, eau, zoo 2) et à T1 les résultats demeurent bons ou régressent légèrement.

Figure 4 : Evolution des scores de R. à la BADS-C et à la Figure de Rey entre T0-T1



## DISCUSSION

Rappelons que l'objectif premier de notre étude était d'évaluer l'efficacité d'un protocole informatisé de remédiation cognitive de type « bottom-up » ciblé sur les fonctions exécutives chez des enfants de 7 à 10 ans présentant un TDA/H. Nous voulions par ailleurs mesurer l'impact du traitement médicamenteux sur les fonctions exécutives. Enfin, nous souhaitons connaître les éventuels retentissements du protocole de rééducation sur la gestion des ressources attentionnelles des enfants, sur leurs capacités d'apprentissage ainsi que sur leur comportement quotidien.

### I) Rappel des résultats

- **Les enfants TDA/H de notre étude ont un fonctionnement exécutif globalement moins performant que les enfants sains du même âge.** Leur profil exécutif obtenu avec la BADS-C correspond à celui obtenu par Hacques (2009) dans une population de 34 enfants diagnostiqués TDA/H.

	Groupe TDA/H (Minary, 2010) N=21	Groupe TDA/H (Hacques, 2009) N=34	Groupe contrôle = Sujets sains (Hacques 2009) N=34
Score total BADS-C	28,7	31	37,2

- **Les compétences exécutives des** sujets ayant bénéficié de la rééducation évaluées grâce à la batterie **BADS-C ont évolué** de façon significative
- **L'amélioration significative** constatée chez les enfants pris en charge concerne la **flexibilité**, **l'utilisation des feedback** et la **capacité à réadapter la stratégie** initiale en cas d'échec.
- Les résultats du groupe d'étude à l'évaluation qualitative DEX-C remise aux parents indiquent une **progression du fonctionnement exécutif dans la vie quotidienne des enfants rééduqués.**

- A l'issue du programme de rééducation des fonctions exécutives, l'évaluation des processus attentionnels a permis de mettre en évidence une **amélioration des capacités d'inhibition motrice, d'attention divisée et d'attention sélective**.
- Au vu des résultats à T0, **le groupe d'enfants traités n'est pas plus performant** que le groupe sans traitement médicamenteux **ni dans les tâches attentionnelles proposées** (alerte, attention divisée, attention sélective visuelle, go-no go) **ni dans les tâches évaluant les fonctions exécutives**. De plus, la tâche de copie de figure complexe est légèrement mieux réussie par les enfants sans traitement.
- Certaines performances attentionnelles et exécutives des **enfants du groupe contrôle ont également évolué** entre T0 et T1.

## II) Discussion des résultats

- ❖ Le programme de remédiation cognitive des fonctions exécutives (Hacques, 2009) est-il efficace ?

**Dans notre étude, les résultats des enfants ayant bénéficié du programme d'intervention se sont globalement améliorés. Ces progrès concernent les capacités attentionnelles et exécutives ainsi que le fonctionnement exécutif des enfants au quotidien.** Alors que l'inhibition et la flexibilité se sont significativement améliorées chez les sujets entraînés, les fonctions de haut niveau telles que la planification, l'élaboration et la mise en œuvre de stratégies ou la résolution de problèmes ont peu progressé.

Il est intéressant de noter que nos données quantitatives et qualitatives corroborent les résultats préliminaires de Hacques (2009) qui retrouvait dans son étude de cas une amélioration globale :

- des capacités exécutives à la batterie BADS-C, l'amélioration observée étant bien plus importante pour la flexibilité et l'inhibition que pour les capacités de résolution de problème et de planification.
- du fonctionnement exécutif au quotidien (DEX-C)
- des capacités attentionnelles à la batterie KITAP
- des capacités de contrôle de l'activité

- des moyens adaptatifs (verbalisation des stratégies, utilisation de l'écrit).

Dans la littérature, il n'existe à notre connaissance aucune étude ayant évalué l'efficacité d'un programme de rééducation informatisé des sous-composantes exécutives, conçu sur un principe bottom-up, et destiné aux enfants TDA/H.

- ❖ Les fonctions exécutives peuvent-elles s'entraîner selon un principe de rééducation de type « bottom-up » ?

Notre étude reposait sur le principe neurobiologique de plasticité cérébrale. Nous avons donc fait l'hypothèse qu'un entraînement intensif des mécanismes de bas niveau permettrait une réorganisation structuro-fonctionnelle des réseaux neuronaux (Anderson et al., 2003).

**Le score total de la BADS-C s'est amélioré de manière significative chez les sujets rééduqués alors que l'inhibition et la flexibilité sont les seuls processus à avoir significativement progressé.**

Dans la littérature, Miyake et ses collaborateurs (2000) ont cherché à déterminer si les fonctions exécutives dépendent d'un même processus sous-jacent. Ils ont donc évalué le degré de séparabilité de trois fonctions : l'inhibition, la flexibilité et la mise à jour de la mémoire de travail. Les résultats de cette étude démontrent à la fois le caractère unitaire et la diversité des trois fonctions évaluées. Leurs deux hypothèses explicatives sont que les processus communs aux différentes fonctions exécutives pourraient résider dans le maintien en mémoire de travail des informations relatives à la tâche à réaliser ou bien encore dans le recours à des processus inhibiteurs. Par la suite, les recherches en neuro-imagerie réalisées par Collette (2004) ont permis de démontrer que les différentes tâches d'inhibition n'activent pas une région cérébrale commune. Ces deux études suggèrent donc l'existence de plusieurs formes d'inhibition et interrogent sur l'implication de l'inhibition dans les autres fonctions exécutives. Nos résultats sont donc compatibles avec les conceptions actuelles des fonctions exécutives. Il se pourrait que la prise en charge des différentes fonctions exécutives ait davantage sollicité les mécanismes d'inhibition.

**En revanche, la planification, l'élaboration de stratégies et la résolution de problèmes ont peu progressé alors qu'elles ont aussi fait l'objet d'une rééducation spécifique.**

L'élaboration du protocole de remédiation cognitive a respecté la progression de la difficulté préconisée par Sohlberg et Mateer (2001). En effet, les processus exécutifs entraînés ont été hiérarchisés selon leur niveau de difficulté estimé (du plus simple au plus complexe, de l'inhibition à la résolution de problèmes). De plus, le nombre de séances d'entraînement a été identique pour tous les processus entraînés mais, de ce fait, il n'était pas proportionnel à la difficulté de chaque processus exécutif. L'observation des disparités dans l'évolution des différentes composantes exécutives soulève trois remarques :

- Il se pourrait que le développement de stratégies et la résolution de problèmes nécessitent un entraînement à la mesure de leur complexité.
- Les fonctions exécutives estimées plus complexes font constamment intervenir des processus de haut niveau tels que la métacognition, le langage interne, la réflexion (Luria, 1967, Wasserstein et Lynn, 2001). Il est probable que l'entraînement de ces fonctions nécessite l'introduction de consignes métacognitives.
- Les études menées en psychologie développementale (Welsh et al., 1991 ; Klenberg et al., 2001) ont démontré que le développement des fonctions exécutives s'opère progressivement dans le temps : l'acquisition des capacités d'inhibition et de contrôle de l'impulsivité précède la planification et la résolution de problèmes. De plus, les travaux de Shaw et al. (2007) ont mis en évidence, chez les enfants TDA/H, un retard de maturation cérébrale qui est d'autant plus important dans les régions préfrontales (Shaw et al., 2007) impliquées dans le fonctionnement exécutif. La considération de ces études et l'âge de notre population nous amènent à penser que les fonctions exécutives plus élaborées telles que la planification et la résolution de problèmes ont peu progressé en raison de leur apparition.



❖ Ce type de programme permet-il un transfert des acquis dans la vie quotidienne?

Toute rééducation aspire à la généralisation des acquis aux activités de la vie quotidienne et scolaire ainsi qu'à leur maintien à long terme. Autrement dit, il s'agit pour le patient d'être capable d'utiliser les apprentissages réalisés en séance dans les situations de vie réelle et de les conserver après l'arrêt de la prise en charge.

Dans notre étude, nous avons évalué le transfert des acquis grâce au questionnaire DEX-C remis aux parents avant et après la rééducation. **L'amélioration du fonctionnement exécutif des enfants observée sur le plan cognitif et comportemental au quotidien est proche de la significativité à T1.** Cette amélioration peut être confortée par l'amélioration significative du score total de la BADS-C qui est en lui-même un outil écologique. Nous n'avons pas étudié la corrélation entre le DEX-C et la BADS-C, contrairement à Hacques (2009) qui ne retrouve pas de concordance entre le score du questionnaire dysexécutif DEX-C et le score total de la BADS-C. En revanche, elle souligne la corrélation entre le score du questionnaire DEX-C et les épreuves d'inhibition.

L'épreuve de la Figure de Rey que nous avons choisie pour évaluer les fonctions exécutives dans une tâche scolaire n'est vraisemblablement pas assez sensible pour mettre en évidence l'évolution des compétences exécutives en situation scolaire.

En complément du DEX, la treizième séance visait à vérifier comment l'enfant effectuait un exercice scolaire inhabituel nécessitant un repérage sur un plan, une carte et un graphique. Nous avons principalement observé l'auto-régulation comportementale et cognitive (inhibition), l'usage des données mises à disposition, le raisonnement, le rétro-contrôle (vérification des réponses) et le recours spontané à des aides externes (subvocalisation, support écrit). Si quelques enfants ont réalisé les exercices en autonomie et sans faire d'erreurs, d'autres ont eu besoin d'étayage dans leur raisonnement. Enfin, nous nous sommes entretenus avec les enfants pris en charge puis avec leurs parents pour avoir une idée plus précise des changements constatés au quotidien. Plusieurs enfants ont jugé la rééducation utile car elle a modifié leur comportement en milieu scolaire mais le plus souvent ils n'ont pas pu décrire précisément la nature de ces changements. Par ailleurs, certains parents ont rapporté des améliorations du comportement de leur enfant et des progrès à l'école.

Les résultats du DEX-C semblent refléter une amélioration de certains aspects du fonctionnement exécutif au quotidien mais il est encore difficile de déterminer avec certitude l'origine de ces progrès.

Jusqu'à présent, aucune étude n'a évalué la généralisation des acquis suite à une remédiation cognitive. Les auteurs ont privilégié l'évaluation des effets de l'intervention sur la symptomatologie du TDA/H. Ainsi, Klingberg et son équipe (2005), qui ont proposé une remédiation cognitive informatisée de la mémoire de travail, observent une diminution des symptômes du TDA/H au questionnaire Conners et soulignent de surcroît un maintien des acquis trois mois après l'intervention. Slate et al. (1998) constatent une amélioration du comportement et du contrôle de l'impulsivité-hyperactivité des enfants rééduqués.

- ❖ Quel est l'impact du programme de remédiation des fonctions exécutives sur les processus attentionnels ?

**A l'issue du programme de rééducation des fonctions exécutives, l'évaluation des processus attentionnels a permis de mettre en évidence une amélioration des capacités d'inhibition motrice, d'attention divisée et d'attention sélective.**

Rappelons que, dans notre étude, les processus attentionnels n'ont pas fait l'objet d'une rééducation spécifique.

Dans notre étude, nous avons fait l'hypothèse qu'une prise en charge des fonctions exécutives pouvait avoir des effets sur les processus attentionnels. Dans la littérature, de nombreux auteurs évoquent les liens existant entre les fonctions exécutives et l'attention. Mais deux d'entre eux retiennent particulièrement notre attention :

Lussier (2009) a élaboré un schéma modulaire de l'attention selon lequel le « niveau attentionnel » (attention divisée, attention sélective, attention soutenue) est supervisé par les fonctions exécutives considérées comme le « niveau supra-attentionnel » (mémoire de travail, planification, inhibition, flexibilité). Selon cette conception, l'amélioration de l'inhibition et de la flexibilité dans notre étude expliquerait aisément l'amélioration des performances d'attention divisée et sélective.

Zimmermann et al. (2002), auteurs de la batterie d'évaluation de l'attention KITAP, considèrent que le contrôle attentionnel intervient dans toutes les tâches où les routines surappries se révèlent insuffisantes ou inefficaces. Ils estiment que l'inhibition et la flexibilité relèvent aussi bien des processus attentionnels que des fonctions exécutives. Cette conception de l'attention est très proche de celle des fonctions exécutives. Elle apporte des éléments complémentaires à la compréhension des interactions entre attention et fonctions exécutives. La flexibilité et l'inhibition seraient une fois de plus des processus ambivalents dont la prise en charge permettrait un meilleur contrôle de l'attention, notamment sur son versant sélectivité (attention divisée, attention sélective) selon le modèle de Van Zomeren et Brouwer (1994).

❖ Quel est l'effet du traitement médicamenteux sur les fonctions exécutives ?

**Dans notre étude, nous avons délibérément choisi d'inclure des enfants TDA/H bénéficiant d'un traitement par méthylphénidate et des enfants TDA/H sans traitement médicamenteux.** L'intérêt de cette démarche est double. D'une part, concernant la faisabilité, beaucoup des enfants que nous avons rencontrés étaient déjà traités par des psychostimulants. D'autre part, d'un point de vue scientifique, nous souhaitions déterminer l'effet du traitement médicamenteux sur les fonctions exécutives et l'apport de la rééducation chez les enfants bénéficiant déjà des effets du traitement.

**Le groupe d'enfants traités ne présente pas de meilleures compétences exécutives que le groupe d'enfants non traités.** Comme nous l'avons vu précédemment, le traitement n'est prescrit que dans les formes sévères de TDA/H ou autrement dit lorsque le trouble est invalidant sur le plan cognitif et comportemental et qu'il a des retentissements sur le fonctionnement scolaire, familial et social de l'enfant (Bouvard et al., 2006). On peut considérer que les enfants bénéficiant d'un traitement par méthylphénidate ont donc des compétences plus altérées que les enfants sans traitement.

La mise en évidence de l'efficacité du traitement dans une population d'étude reste complexe et nécessite de grands échantillons.

Dans la littérature, certains auteurs constatent l'effet ponctuel du traitement qui n'a pas d'action curative dans le temps (Saiag, 2004, Thomas et Willems, 2001). Nos résultats semblent confirmer cette hypothèse. Une étude de grande envergure a démontré l'intérêt d'une remédiation combinée à un traitement médicamenteux et à une approche psychosociale (NIMH, 1995). Brown et al. (2005), dans une revue détaillée de la littérature confirment que les auteurs s'accordent sur l'intérêt d'une association du traitement pharmacologique aux prises en charge spécifiques des déficits. Notre étude s'inscrit donc dans cette démarche de prise en charge plurimodale. Mais certaines questions subsistent et nécessitent des recherches supplémentaires :

La prescription d'un traitement médicamenteux majore-t-il l'impact de la remédiation cognitive des fonctions exécutives ? Et si oui, quelles sont les fonctions exécutives particulièrement améliorées par le traitement combiné ? Le traitement combiné favorise-t-il la généralisation et le maintien à long terme des acquis ?

❖ Comment expliquer les progrès du groupe contrôle entre T0 et T1 ?

**Certaines des performances exécutives et attentionnelles du groupe contrôle ont évolué entre T0 et T1.** Il est important d'apporter des éléments explicatifs à ce phénomène afin de mieux identifier les bénéfices propres à la remédiation cognitive.

Tout d'abord, un biais d'évaluation est en cause. Le délai T0-T1 a été allongé pour certains enfants contrôles alors qu'il a été de trois mois pour tous les enfants du groupe d'étude. Il est probable que ces délais aient permis une certaine maturation des fonctions exécutives liée à l'âge.

D'autre part, malgré la rigueur du recrutement, certains des enfants du groupe contrôle ont pu bénéficier d'une prise en charge non spécifique entre T0 et T1. Nous n'excluons donc pas l'hypothèse qu'une rééducation ait pu avoir des effets bénéfiques sur les fonctions exécutives.

- ❖ Ce type de programme de remédiation se prête-t-il bien à la population d'enfants TDA/H ?

**Dans notre étude, nous avons utilisé un protocole spécifiquement élaboré pour les enfants présentant un TDA/H** contrairement à certaines études qui ont employé des outils initialement conçus pour les adultes TDA/H ou pour une population de patients traumatisés crâniens.

Dans l'étude de Hacques (2009), les principales fonctions exécutives ont été identifiées afin de définir quatre modules d'entraînement.

Dans la littérature, les auteurs rendent compte de la variation parfois considérable de l'expression des symptômes d'un moment à l'autre de la journée, d'une situation à l'autre et d'un individu à l'autre (Mouren, 2004 ; Bouvard et al., 2006). Il était donc indispensable d'adapter le protocole aux difficultés des enfants TDA/H d'une part et à leurs centres d'intérêt d'autre part. Comme le préconise Mouren (2004), nous avons pris en considération plusieurs paramètres afin d'établir des conditions optimales à la rééducation :

- Le cadre thérapeutique a été pensé pour s'adapter au mieux aux enfants TDA/H. La salle était neutre et vide afin de limiter la distractibilité des enfants et favoriser le maintien de leur attention.
- Nous avons instauré une situation duelle, attrayante, variée et introduisant continuellement des nouveautés. Les séances étaient individuelles et de courte durée (30 minutes). Les enfants contrôlaient l'écoulement du temps grâce à un minuteur afin de mieux apprécier la durée d'une séance et pouvoir se repérer dans le temps.
- Le support informatique a été privilégié. Les logiciels ont été sélectionnés pour leur intérêt thérapeutique, leur interface attrayante, leur facilité de manipulation, et leur difficulté progressive permettant une adaptation constante au niveau de l'enfant. Les jeux proposés étaient variés, nouveaux et divertissants afin de favoriser la motivation et l'intérêt de l'enfant

- Les tâches étaient structurées par un système de récompense. L'adulte a encouragé les efforts et guidé l'auto-jugement des enfants par des renforcements positifs et négatifs immédiats (Lussier, 2009).

Les enfants ont tous manifesté beaucoup d'intérêt et de motivation durant les treize séances de prise en charge. Ils ont pris du plaisir à venir et ont exprimé leur satisfaction personnelle lorsqu'ils progressaient. Nous avons observé une excellente observance du protocole et n'avons déploré aucun abandon.

**D'un point de vue qualitatif, nous constatons des progrès au cours des séances dans les différentes tâches chez tous les enfants.** En effet, durant les exercices d'inhibition et de flexibilité, le nombre d'erreurs et les temps de réaction diminuent avec l'entraînement. Beaucoup d'enfants se montrent aussi capables d'élaborer des stratégies et de tenir compte des feedback positifs et négatifs, mais il est parfois nécessaire de les inciter à le faire. Les persévérations disparaissent progressivement dans les tâches de traitement séquentiel et de résolution de problèmes. De plus, certains enfants ont spontanément recours à des aides externes (support écrit, subvocalisation) pour faciliter la réflexion et la planification de leurs actions. Peu à peu, les enfants qui avaient une faible estime d'eux-mêmes développent un sentiment d'auto-efficacité. Les renforcements de l'intervenant contribuent à valoriser et encourager leurs efforts et leurs progrès.

Ce programme de remédiation cognitive des fonctions exécutives semble tout à fait adapté aux spécificités de l'enfant présentant un TDA/H.

❖ Quelle est la faisabilité d'un tel programme de remédiation cognitive en orthophonie dans la pratique clinique ou en cabinet libéral ?

La prise en charge des fonctions exécutives est en général assurée par les neuropsychologues (Marlowe, 2000), les orthophonistes (Bouvard et al., 2006) ou les psychomotriciens pour ce qui concerne le comportement moteur (Albaret, 2005).

Comme nous l'avons vu précédemment, ces troubles constituent un obstacle à la rééducation (Mazeau, 2006). Le plus souvent, les orthophonistes peuvent proposer, en plus de la rééducation initiale troubles des apprentissages (dyslexie, dysorthographe, dyscalculie, dysgraphie, troubles du langage oral), une prise en

charge de certaines fonctions cognitives telles que la mémoire de travail, l'attention, les fonctions exécutives. A cet effet, les orthophonistes disposent d'un matériel très varié (jeux, supports écrits, logiciels informatisés). Rappelons que les fonctions exécutives sont constamment impliquées dans les actes de la vie quotidienne et les apprentissages. Il est donc nécessaire que la prise en charge permette au sujet de progresser et de généraliser ses acquis à la vie de tous les jours.

L'orthophoniste est donc indispensable dans la prise en charge des enfants TDA/H d'une part, et dans la rééducation des fonctions exécutives d'autre part car il a connaissance :

- des modèles de neuropsychologie, car il s'agit d'une discipline transversale majeure sur laquelle reposent de plus en plus les choix de prise en charge,
- des techniques de rééducation actuelles,
- des troubles primaires et associés que présentent les enfants TDA/H,
- des mesures adaptatives aux enfants TDA/H.

Comme nous l'avons vu précédemment, le protocole de remédiation cognitive est non seulement adapté à l'enfant TDA/H, mais il possède également des avantages pour l'orthophoniste exerçant en institution ou en libéral:

- Le protocole nécessite deux séances hebdomadaires de 30 minutes ce qui correspond à la fréquence et à la durée des séances d'un enfant présentant des troubles des apprentissages associés à un TDA/H.
- Il est limité dans le temps (13 séances).
- Il est divisé en modules d'entraînement afin de travailler les fonctions de manière isolée.
- Les orthophonistes sont familiarisés aux logiciels utilisés dans le protocole et ces derniers sont très simples d'utilisation.
- La difficulté progressive permet à l'orthophoniste d'adapter l'entraînement au niveau de l'enfant.
- La mise en place du classeur établit un lien entre le thérapeute et l'enfant et permet véritablement d'apprécier les progrès de l'enfant.

Cet outil propose une nouvelle approche de la remédiation des fonctions exécutives et constitue un réel intérêt thérapeutique pour les orthophonistes, en complément de la prise en charge initiale des troubles des apprentissages.

### III) Biais et limites méthodologiques de l'étude

En dépit de la rigueur imposée par la réalisation d'une étude de validation de protocole, notre étude présente encore certains biais méthodologiques.

#### **A) La population**

##### **❖ Biais liés à la taille de l'échantillon :**

Le recrutement de notre population n'a pas été une tâche aisée car il supposait que les enfants habitent dans une zone géographique proche de l'hôpital et que leurs parents soient suffisamment disponibles pour suivre les 13 séances du protocole de rééducation. C'est pourquoi le nombre d'enfants inclus dans notre étude est malheureusement limité. Nous devons donc rester prudents quant à la généralisation de nos résultats. Des échantillons plus grands permettraient également d'atténuer l'effet d'hétérogénéité interindividuelle des groupes.

#### **B) La procédure d'évaluation**

##### **❖ Biais induits par l'effet « test-retest » :**

Dans la mesure où nous avons soumis les enfants aux mêmes tests au début et à la fin de notre étude, il se pourrait qu'il existe un effet d'apprentissage.

##### **❖ Biais liés aux délais observés entre T0 et T1 pour le groupe contrôle :**

Certains des enfants du groupe contrôle avaient déjà été soumis à la BADS-C l'année précédente. Afin de limiter le plus possible l'effet d'apprentissage du test, nous avons utilisé pour ces enfants en tant que bilan initial T0 les résultats de la dernière évaluation respectant strictement le même protocole. En conséquence, le délai T0-T1 s'est inévitablement allongé pour certains enfants contrôles alors qu'il a été de trois mois pour tous les enfants du groupe d'étude. Ainsi, pour le groupe contrôle, une éventuelle maturation des fonctions exécutives liée à l'âge constitue un premier biais. De plus, certains des enfants du groupe contrôle ont pu bénéficier d'une prise en charge non spécifique entre T0 et T1 qui pourrait néanmoins avoir un effet sur les fonctions exécutives.



### ❖ **Biais liés au choix des épreuves d'évaluation :**

Nous sommes conscients que les épreuves d'évaluation existant actuellement ne permettent pas d'examiner de manière isolée les processus exécutifs et attentionnels. En effet, la BADS-C est un outil qui évalue les fonctions exécutives de manière écologique, ce qui implique de mettre les enfants dans des situations plus complexes où les fonctions exécutives sont plus intriquées que dans les tâches utilisées pour les entraîner. Cela pourrait expliquer la difficulté à mettre en évidence certains progrès. Notons que le test des cartes de la BADS-C sollicite non seulement l'inhibition et la flexibilité mais aussi la mémoire de travail qui n'a pas été entraînée. De plus, nous n'avons pu tester strictement toutes les sous-composantes exécutives prises en charge dans notre programme de remédiation cognitive. Il aurait donc été intéressant de proposer une épreuve de fluence puisque cette aptitude a fait l'objet d'un entraînement spécifique. De plus, nous pouvons imaginer une évaluation de l'impact de la rééducation sur le comportement de l'enfant à l'école et sur son rendement scolaire (questionnaire à l'attention des enseignants).

## IV) Perspectives

Notre étude confirme tout l'intérêt de la remédiation des fonctions exécutives dans la population TDA/H. Cependant, à ce jour, les recherches n'ont pas répondu à toutes les questions que les cliniciens et les rééducateurs se posent :

Quelle est la pérennité des effets d'une remédiation cognitive chez les enfants présentant un TDAH ?

Comment mettre en évidence le transfert de ces compétences dans la vie quotidienne des enfants et dans leur scolarité ?

Il paraît indispensable que les développeurs de programmes informatiques s'appuient sur les données de la recherche clinique afin de concevoir des logiciels de rééducation performants répondant aux besoins des professionnels et des enfants atteints de TDAH.

Notre étude pourrait être le point de départ d'un travail plus large utilisant le même protocole mais consacrant davantage de séances aux processus plus complexes tels que la planification, la résolution de problèmes et la mise en œuvre de stratégies. Dans une autre étude, il serait intéressant de proposer à des enfants TDA/H un entraînement modulaire des fonctions exécutives pour vérifier l'efficacité de l'intervention sur un seul processus rééduqué : stratégie / résolution de problèmes / planification / Inhibition / Flexibilité.

Faire varier les critères de durée et de fréquence des séances d'entraînement et proposer une évaluation par les enseignants pourrait permettre d'étudier l'impact de la rééducation sur la généralisation des acquis et sur les performances scolaires des enfants.

Enfin, des études comparatives sont à envisager pour apprécier la différence des effets entre les stratégies d'intervention top-down, bottom-up et la combinaison des deux interventions, en l'absence de traitement.

## CONCLUSION

De récentes recherches menées en neuropsychologie ont démontré, chez les enfants TDA/H, l'existence d'un déficit exécutif. Certains de ces auteurs considèrent qu'un déficit des fonctions exécutives est susceptible de gêner les apprentissages chez les enfants d'âge scolaire. En dépit de ces observations, il existe encore très peu d'études ayant spécifiquement mis au point des interventions thérapeutiques pour les enfants TDA/H et visant à rééduquer les déficits exécutifs.

Dans ce contexte, notre travail de recherche a consisté à évaluer un protocole informatisé de remédiation cognitive des fonctions exécutives conçu pour les enfants TDA/H par A. Hacques (2009). Nous avons pour objectif d'évaluer la faisabilité d'un tel protocole dans l'exercice orthophonique. L'outil informatique, lorsqu'il est utilisé en rééducation avec les enfants présentant un TDA/H, constitue un excellent médiateur thérapeutique. Ce programme est à la fois adapté aux besoins des orthophonistes et des enfants atteints de TDA/H.

Au terme des 13 séances de remédiation cognitive informatisée, nos résultats permettent de mettre en évidence une amélioration de certaines fonctions exécutives rééduquées de manière spécifique. De plus nous constatons une amélioration de l'attention sélective et de l'attention divisée. Ces résultats confirment l'existence de liens entre les fonctions exécutives et les processus attentionnels. Ils démontrent l'intérêt et l'efficacité d'un protocole de remédiation cognitive et soulignent également l'importance de l'évaluation des fonctions exécutives chez les enfants TDA/H.

Ce domaine de recherche est passionnant et mérite d'être davantage exploré tant les résultats dont nous disposons sont prometteurs. Il paraît donc nécessaire d'encourager de nouvelles études s'inscrivant dans cette perspective.

## BIBLIOGRAPHIE

1. ABIKOFF H. (1991), Cognitive training in ADHD children : Less to it than meets the eye, *Journal of Learning Disabilities*, vol. 24, n°4.
2. ADAM. S, ALLAIN P., AUBIN G., COYETTE F. (2009), *Actualités en rééducation neuropsychologique*, Solal.
3. ALBARET, J.M. (2005), *Le TDA/H comme trouble de l'inhibition comportementale et de l'auto-contrôle : le modèle de Barkley*, dans : F. Joly (Ed.), *L'hyperactivité en débat*, Erès, 146-148.
4. ALLAIN P., LE GALL D. (2008), *Approche théorique des fonctions exécutives* dans : *Fonctions exécutives et pathologies neurologiques et psychiatriques*, Solal, 9-42.
5. AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION (1983), *Manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux (DSM-III)*, 3<sup>ème</sup> édition, Masson.
6. AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION (1989), *Manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux (DSM-III-R)*, 3<sup>ème</sup> édition révisée, Masson.
7. AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION (1996), *Manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux (DSM-IV)*, 4<sup>ème</sup> édition, Masson.
8. AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION (2003), *Manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux (DSM-IV-TR)*, 4<sup>ème</sup> édition Texte révisé, Masson.
9. ANDERSON N.D., WINOCUR G., PALMER H. (2003), *Principles of cognitive rehabilitation*, dans : *Handbook of clinical neuropsychology*, Oxford Press, 48-69.

10. AUGUST G.J., BARRY D., GARFINKEL B.D. (1990), Comorbidity of ADHD and reading disability among clinic-referred children, *Journal of Abnormal Child Psychology*, 18 (1), 29-45.
11. BADDELEY A.D., HICTCH G.J. (1974), *Working memory*, dans: BOWER G.A., *Recent advances in learning and motivation*, Academic Press, vol.8, 47-89.
12. BAILLY D., BOUVARD M., CASADEBAIG F., CORCOS M. et al. (2003), *Troubles mentaux. Dépistage et prévention chez l'enfant et l'adolescent*, INSERM.  
<http://hdl.handle.net/2332/1334>
13. BARKLEY R.A. (1997), *ADHD and the nature of self-control*, Guilford Press.
14. BARKLEY R.A. (1998), *Attention-Deficit Hyperactivity Disorder: A Handbook for Diagnosis and Treatment*, 2<sup>ème</sup> édition, Guildford Press.
15. BARKLEY R.A., COOK E.H. et al. (2002), *International Consensus Statement on ADHD*, *Clinical Child and Family Psychology Review*, vol. 5, n°2.
16. BARKLEY R.A. (2002), *Major life activity and health outcomes associated with Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder*, *J. Clin. Psychiatry* n°63, 10-15.
17. BARKLEY R.A., MASH E.J. (2003), *Child psychopathology*, 2<sup>ème</sup> édition, Guildford Press.
18. BASSE I., ALBARET J.-M., CHAIX Y. (1999), *Troubles psychomoteurs et dyslexie*, *Evolutions Psychomotrices*, vol. 11, n°46, 207-213.
19. BERQUIN P. (2005), *Le trouble déficitaire d'attention avec hyperactivité (TDAH)*, dans : *Neuropsychologie de l'enfant et troubles du développement*, Solal, 131-147.

20. BIEDERMAN J., WILEN T.E., MICK E. (1998), Does attention-deficit hyperactivity disorder impact the developmental course of drug and alcohol abuse and dependence ?, *Biological Psychiatry*, vol. 44 (4), 269-273.
21. BOUVARD M., LE HEUZEY M.F., MOUREN-SIMEONI M.C. (2002 ; 2006), *L'hyperactivité de l'enfance à l'âge adulte*, 1<sup>ère</sup> et 2<sup>ème</sup> éditions, Doin.
22. BROWN R.T., AMLER R.W., FREEMAN W.S., PERRIN J.M. et al. et Committee on Quality Improvement, Subcommittee on Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder (2005), *Treatment of Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: Overview of the Evidence*, *Pediatrics*, vol. 115, n°6, 749-757.
23. BURSZTEJN C. (2001), *L'hyperactivité motrice avec déficit de l'attention : Maladie neuro-développementale ou construction nosographique ?*, *Post-scriptum au dossier « L'enfant excité »*, *Enfances et Psy* n°15, 137-145.
24. CAMPBELL S.B. (2000), *Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder : A Developmental View*, dans : *Handbook of developmental psychopathology*, 2<sup>ème</sup> édition, Springer Science + Business Media Inc., 383-395.
25. CAPANO L., MINDEN D., CHEN S.X. et al. (2008), *Mathematical learning disorder in school-age children with Attention-Deficit Hyperactivity Disorder*, *Canadian Journal of Psychiatry*, vol. 53, n°6, 392-399.
26. CENOP-FL (2006), *Actes du Symposium sur l'attention et les fonctions exécutives : les défis du traitement et de la rééducation*, CENOP-FL.
27. CHATELOIS J. (2000), *Logiciels de remédiation cognitive, Labyrinthe et Logique/4 (version 2.0)*, Le Réseau Psychotech.
28. CHEVALIER N., ACHIM A., POISSANT H. et al. (2003), *Education au contrôle de l'attention auprès d'élèves présentant un trouble déficitaire de l'attention / hyperactivité*, dans : *Enjeux psychosociaux de la santé*, Presses de l'Université du Québec, 163-180.

29. CHEVALIER N., GUAY M.-C., ACHIM A., LAGEIX P., POISSANT H. (2006), Trouble déficitaire de l'attention avec hyperactivité : Soigner, éduquer, surtout valoriser, Presses de l'Université du Québec.
30. CHEVRIE-MULLER C., NARBONA J., SCHLUMBERGER E. (2007), Le langage de l'enfant : aspects normaux et pathologiques, 3<sup>ème</sup> édition, Elsevier Masson.
31. COLLETTE F. (2004), *Exploration des fonctions exécutives par imagerie cérébrale*, dans : Neuropsychologie des fonctions exécutives, Solal, 25-51.
32. CONNERS C.K., (2000), Attention Deficit / Hyperactivity Disorder – Historical development and overview, Journal of Attention, vol. 3.
33. COUILLET J., LE BORNEC G. (2005), TDA, Logiciel GERIP.
34. COUILLET J., LE BORNEC G. (2008), MULTIFLEX (TDA 2), Logiciel GERIP.
35. DAMASIO A.R. (1994), L'erreur de Descartes : la raison des *émotions*, Odile Jacob.
36. DIAMOND A. (1990), The development and neural bases of higher cognitive functions, The New York Academy of Science.
37. DUBREY M.C., ALLAIN P., LE GALL D. (2006), *Troubles des fonctions exécutives et anosognosie*, dans : Fonctions exécutives et rééducation, Masson, 35-44.
38. DUMAS J. (2007), Psychopathologie de l'enfant et de l'adolescent, 3<sup>ème</sup> édition revue et augmentée, De Boeck Universités.
39. EMSLIE H., COLIN F., BURDEN V., et al. (2003), Behavioral Assessment of the Dysexecutive Syndrom in Children (BADS-C).

40. FINCK S. (1999), Les déficits de l'attention avec hyperactivité (THADA) : nécessité d'une prise en charge multidisciplinaire, A.N.A.E. n°53-54, 103-130.
41. FOURNERET P., BOUTIERE C., REVOL O. (2004), Bref aperçu historique sur la notion d'hyperactivité infantile, A.N.A.E. n°79, 259-262.
42. FUSTER J. (1997), *The prefrontal cortex*, Raven Press.
43. GAGNE P.-P. (2006), *OGEGA: Outils de Gestion Cognitive de l'Attention*, dans : Actes du Symposium sur l'attention et les fonctions exécutives, CENOP-FL, 87-90.
44. GODEFROY O. (2004), *Etude neuropsychologique des fonctions exécutives*, dans : Neuropsychologie des fonctions exécutives, Solal, 11-23.
45. GODEFROY O. et le GREFEX (2008), *Fonctions exécutives et pathologies neurologiques et psychiatriques : Evaluation en pratique clinique*, Solal.
46. GODEFROY O. (2009), *Fonctions de contrôle frontales et syndromes dysexécutifs : quelles délimitations et quelles avancées ?*, Revue de Neuropsychologie n°1, 12-15.
47. GOLDMAN-RAKIC P.S. (1987), *Circuitry of primate prefrontal cortex and regulation of behavior by representational memory*, dans: Handbook of physiology, Plum F., Mountcastle V. Eds, The American Physiological Society, vol. 5, 373-417.
48. GUILLERY-GIRARD B., QUINETTE P., PIOLINO P. et al. (2008), *Mémoire et fonctions exécutives*, dans : Traité de neuropsychologie clinique, De Boeck, 307-365.
49. HACQUES A. (2009), *Evaluation des fonctions exécutives dans le TDA/H : Utilisation d'un nouvel outil : BADS-C. Etude préliminaire d'un programme de rééducation des fonctions exécutives. Mémoire d'orthophonie*. Bordeaux 2.



50. HAQUIN M. (2004), Rééducation cognitive de l'attention chez l'enfant hyperactif : Etude pilote avec protocole informatisé. Mémoire d'orthophonie. Université Bordeaux 2.
51. HOMMET C., JAMBAQUE I., BILLARD C., GILLET P. eds (2005), Neuropsychologie de l'enfant et troubles du développement, Solal.
52. KAPLAN J.B., WILSON N.B., DEWEY D., CRAWFORD S.G. (1998), DCD may not be a discrete disorder. *Human Movement Science* n°17, 471-490.
53. KERNS K.A., ESO K., THOMSON J. (1999), Investigation of a direct intervention for improving attention in young children with ADHD, *Developmental Neuropsychology*, n°16, vol. 2, 273-295.
54. KIPFER N., HESSELS-SCHLATTER C., BERGER J.-L. (2009), Remédier aux difficultés d'apprentissage des élèves présentant un trouble déficit d'attention et hyperactivité (TDA/H) par une approche métacognitive : revue de la littérature, *Année psychologique*, vol. 109, n°4, 731-767.
55. KLEIN, R.G., ABIKOFF H. (1997), Behavior Therapy and Methylphenidate in the Treatment of Children with ADHD, *Journal of attention Disorders*, vol. 2, n° 2, 89-114.
56. KLENBERG L., KORKMAN M., LAHTI-NUUTTILA P. (2001), Differential development of attention and executive function in 3- to 12-year-old Finnish children, *Developmental Neuropsychology* n°20, 407-428.
57. KLINGBERG. T., FERNELL E., OLESEN P.J. et al. (2005), Computerized training of working memory in children with ADHD – A randomized, controlled trial, *J. Am. Ac. Child Adolescent Psychiatry*, vol. 44, n°2, 177-186.
58. KONOFAL E. (2005), *Le syndrome des jambes sans repos chez l'enfant*, dans : *Le syndrome des jambes sans repos*, John Libbey Eurotext, 60-69.

59. LAPORTE P., PEPIN M., LORANGER M. (2002), Le système attentionnel : éléments théorique pour la suite logicielle de rééducation « L'Attentionnel », texte tiré du CD « L'Attentionnel », Version 1.0, Le Réseau Psychotech.
60. LAPORTE P., GUAY M.-C. (2006), *Programmes de remédiation cognitive pour le TDAH*, dans : Trouble déficitaire de l'attention avec hyperactivité : Soigner, éduquer, surtout valoriser, Presses de l'Université du Québec, 189-205.
61. LECENDREUX M., KONOFAL E., BOUVARD M., FALISSARD B., MOUREN-SIMEONI M.-C.(2000), Sleep and alertness in children with ADHD, *The Journal of Child psychology and Psychiatry and Allied Disciplines*, Cambridge University Press n°41, 803-812.
62. LECENDREUX M., KONOFAL E., MOUREN M.-C. (2004), Troubles du sommeil et du maintien de l'éveil chez l'enfant TDAH, *A.N.A.E.* n°79, 285-287.
63. LECENDREUX M., KONOFAL E., TOUZIN M. (2007), *L'hyperactivité : T.D.A.H., Solar.*
64. LECHEVALIER B., EUSTACHE F., VIADER F. (2008), *Traité de neuropsychologie clinique*, De Boeck.
65. LE HEUZEY M.-F. (2003), *L'enfant hyperactif*, Odile Jacob.
66. LEVIN H.S, CULHANE K.A., HARTMANN J. et al. (1991), Developmental changes in performance on tests of purported frontal lobe functioning, *Developmental Neuropsychology* n°7, 377-395.
67. LEVY R. (2006), *Cortex préfrontal et fonctions exécutives : organisation anato-mofonctionnelle chez le sujet sain et réorganisation chez le patient cérébro-lésé*, dans : *Fonctions exécutives et rééducation*, Masson, 21-34.
68. LEZAK M.D. (1982), The problem of assessing executive functions, *International Journal of Psychology*, vol. 17, (2/3), 281-297.

69. LEZAK M.D. (1995), Neuropsychological assessment, Oxford University Press, 3<sup>ème</sup> édition.
70. LURIA A.R. (1967), Les fonctions corticales supérieures de l'homme, Presses Universitaires de France.
71. LUSSIER F. (2009), *Programme d'intervention pour favoriser le développement des fonctions attentionnelles et exécutives*, dans : Actualités en rééducation neuropsychologique, Solal, 103-117.
72. MARQUET-DOLEAC J., SOPPELSA R., ALBARET J.M. (2006), Validation d'un protocole d'apprentissage de l'inhibition sur une population d'enfants avec Trouble de l'Attention/Hyperactivité, Psychomotricité, 90-99.
73. MARTIN-GUEHL C. (2004), Epidémiologie du trouble hyperactivité, déficit de l'attention, A.N.A.E. n°79, 273-278.
74. MAZEAU M. (1999), Dysphasies, troubles mnésiques, syndrome frontal chez l'enfant, Masson, 2<sup>ème</sup> édition.
75. MAZEAU M. (2006), Neuropsychologie et troubles des apprentissages : du symptôme à la rééducation, Masson.
76. MAZEAU M. (2008), Conduite du bilan neuropsychologique chez l'enfant, Masson, 2<sup>ème</sup> édition.
77. MEDALIA A., CHOI J. (2009), Cognitive remediation in Schizophrenia, Neuropsychological Review, n°19, 353-364.
78. MEICHENBAUM D.H., GOODMAN J. (1971), Training impulsive children to talk to themselves: a means of developing self-control, Journal of abnormal Psychology, vol. 77, n°2, 115-126.

79. MEULEMANS T., COLLETTE F., VAN DER LINDEN M. (2004), Neuropsychologie des fonctions exécutives, Solal.
80. MEULEMANS T. (2006), *Les fonctions exécutives : approche théorique*, dans : Fonctions exécutives et rééducation, Masson, 1-10.
81. MIYAKE A., FRIEDMAN N.P., EMERSON M.J., et al. (2000), The unity and diversity of executive functions and their contribution to complex “frontal lobe” tasks: A latent variable analysis, *Cognitive Psychology* n°41, 49-100.
82. MONETTE S., BIGRAS M. (2008), La mesure des fonctions exécutives chez les enfants d’âge préscolaire, *Canadian Psychology*, vol.49, n°4, 323-341.
83. MOREAU G., PICARD C., ACHIM A., GUAY M.-C. (2006), *Etude du neurofeedback pour le TDA/H avec contrôles de pseudo-traitement (à double insu) et liste d’attente*, dans : Actes du Symposium sur l’attention et les fonctions exécutives, CENOP-FL, 67-76.
84. MORRIS N., JONES D.M. (1990), Memory updating in working memory: The role of the central executive, *British Journal of Psychology* n°81, 111-121.
85. MOUREN M.-C. (2004), Aspects développementaux de l’hyperactivité chez l’enfant, *A.N.A.E.* n°79, 269-272.
86. MTA Cooperative Group (1999), Multimodal Treatment Study of Children with ADHD : A 14-month randomized clinical trial of treatment strategies for attention-deficit/hyperactivity disorder, *Arch Gen Psychiatry*, 56(12), 1073-1086.
87. NORMAN D.A., SHALLICE T. (1986), *Attention to action: willed and automatic control of behavior*, dans: *Consciousness and self regulation, advances in research and theory*, Plenum Press, 1-18.

88. ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTE (1994), CIM-10, Classification Internationale des Troubles Mentaux et des Troubles du Comportement, Critères diagnostiques pour la recherche, Masson.
89. PALM L., PERSSON E., BJERRE I., ELMQVIST D. (1992), Sleep and wakefulness in preadolescent children with deficits in attention, motor control and perception, *Acta Paediatr*, n°81, 618-624.
90. PEPIN M., LORANGER M. (2007), REEDUC : Logiciels d'entraînement cognitif (version 5.1), Le Réseau Psychotech.
91. PONCELET M., MAJERUS S., VAN DER LINDEN M. (2009), *Traité de neuropsychologie de l'enfant*, Solal.
92. POSNER M.I., BOIES S.J. (1971), Components of attention, *Psychological Review*, vol. 78, n°5, 391-408.
93. POSNER M.I., RAICHLE M.E. (1994), *Images of mind*, Scientific Images Library.
94. PRADAT-DIEHL P., AZOUVI P., BRUN V. (2006), *Fonctions exécutives et rééducation*, Masson.
95. RABBITT P. (1997), *Methodology of executive functions*, Psychology Press.
96. REID M.K., BORKOWSKI J.G. (1987), Causal attributions of hyperactive children: Implications for teaching strategies and self-control, *Journal of Educational Psychology*, 79, 296-307.
97. REVOL O. (1999), THADA : Aspects thérapeutiques, *A.N.A.E.* n°53-54, 123-129.
98. REY A. (1959), *Test de Copie d'une figure complexe*, ECPA.
99. RICHTERS J.E., ARNOLD E., JENSEN P.S., ABIKOFF H., CONNERS K., et al. (1995), NIMH Collaborative Multisite Multimodal Treatment Study of Children with

ADHD : I. Background and rationale. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry*, 34 : 987-1000.

100. ROUSSEAU M., CABARET M., BERNATI T., SAJ A., KOZLOWSKI O. (2006), *Interactions entre attention et fonctions exécutives*, dans : *Fonctions exécutives et rééducation*, Masson, 11-20.
101. ROY A., GILLET P., LENOIR P., et al. (2005), *Les fonctions exécutives chez l'enfant : évaluation*, dans : *Neuropsychologie de l'enfant et troubles du développement*, Solal, 149-183.
102. ROY A. (2007), *Fonctions exécutives chez les enfants atteints d'une neurofibromatose de type I : Approche clinique et critique*, Thèse de Doctorat en psychologie, Université d'Angers.
103. SAIAG M.-C. (2004), *Approches familiales dans le trouble déficit de l'attention/hyperactivité*, *A.N.A.E.* n°79, 291-294.
104. SEMRUD-CLIKEMAN M., BIEDERMAN J., SPRICH-BUCKMINSTER S. et al. (1992), *Comorbidity between ADDH and learning disability : a review and report in a clinically referred sample*, *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, vol.31, 3, 439-448.
105. SEMRUD-CLIKEMAN M., HARRINGTON K., CLINTON A. (1998), *Attention functioning in two groups of ADHD children with and without attention training intervention*, Paper presented at the 26<sup>th</sup> AINSC, Honolulu, Hawaii.
106. SERGEANT J.A., GEURTS H., OOSTERLAAN J. (2002), *How specific is a deficit of executive functioning for Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder ?*, *Behavioural Brain Research*, 3-28.
107. SERON X., VAN DER LINDEN M., ANDRES P. (1999), *Neuropsychologie des lobes frontaux*, Solal.

108. SERON X. (2009a), L'individualisation des fonctions exécutives : historique et repères, *Revue de Neuropsychologie* n°1, 16-23.
109. SHALLICE T. (1982), Specific impairments of planning, *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 298, 199-209.
110. SHALLICE T., BURGESS P. (1998), *The domain of supervisory processes and temporal organisation of behaviour*, dans : ROBERTS A.C., ROBBINS T.W., WEISKRANTZ L., *The prefrontal cortex : Executive and Cognitive Functions*, Oxford University Press, 22-35.
111. SHAW P., ECKSTRAND K., SHARP W. et al. (2007), Attention-deficit/hyperactivity disorder is characterized by a delay in cortical maturation, *PNAS*, vol. 104, n°49, 19649-19654.
112. SHIFFRIN R.M., SCHNEIDER W. (1977), Controlled and automatic human information processing I et II, *Psychological Review*, n°84, 1-66 et 127-190.
113. SOHLBERG M.M., MATEER C.A. (2001), *Cognitive rehabilitation: an integrative neuropsychological approach*, The Guilford Press.
114. SONUGA-BARKE E.J. (2002), Psychological heterogeneity in AD/HD: a dual pathway model of behavior and cognition, *Behavioral Brain Research*, 130, 29-36.
115. STUSS D.T., BENSON D.F. (1986), *The frontal lobes*, Raven Press.
116. STUSS D.T., ALEXANDER M.P. (1995), Executive functions and the frontal lobes: A conceptual view, *Psychological research* n°63, 289-298.
117. SWANSON J.M. (2003), Role of executive function in ADHD, *J Clin Psychiatry* n°64 (suppl. 14), 35-39.

118. THOMAS J., WILLEMS G. (2001), Troubles de l'attention, impulsivité et hyperactivité chez l'enfant. : Approche neurocognitive, 2<sup>ème</sup> édition, Masson.
119. THOMAS J., VAZ-CERNIGLIA C., WILLEMS G. (2007), Troubles de l'attention chez l'enfant: prise en charge psychologique, Masson.
120. TOUZIN M. (1999), L'enfant hyperactif, les apprentissages et sa rééducation, Glossa n°67, 16-25.
121. TOUZIN M. (2004), Hyperactivité et troubles des apprentissages, A.N.A.E. n°79, 279-280.
122. VALDOIS S., GERARD C., VANAUULT P., DUGAS M. (1995), Peripheral developmental dyslexia : a visual attentional account ?, Cognitive Neuropsychology, 12, 31-67.
123. VALLAT C., AZOUVI P., PRADAT-DIEHL P. (2006) *Rééducation de la mémoire de travail*, dans : Fonctions exécutives et rééducation, Masson.
124. VANTALON V., MOUREN M.-C., BANGE F., TOUZIN M. (2005), L'hyperactivité de l'enfant, John Libbey Eurotext.
125. VAN ZOMEREN A.H., BROUWER W.H. (1994), Clinical neuropsychology of attention, Oxford University Press.
126. VIANIN P., MARQUET P., MAGISTRETTI P.J., BOVET P. (2003), Pertinence d'un programme de remédiation cognitive pour patients schizophrènes : L'hypothèse de la plasticité cérébrale, Médecine et hygiène, n°2450, 1737-1742.
127. WAHL G. (2009), L'hyperactivité, Presses Universitaires de France.
128. WASSERSTEIN J., LYNN A. (2001), Metacognitive remediation in adult ADHD : Treating executive function deficits via executive functions, Annal of the New York Academy of Science, 931, 376-384.



129. WELSH M.C., PENNINGTON B.F., GROISSIER D.B. (1991), A normative-developmental study of executive function: a window on prefrontal function in children, *Developmental Neuropsychology*, n°7, 131-149.
130. WILLIAMS D.J. (1989), A process-specific training program in the treatment of attention deficits in children, Unpublished doctoral dissertation, University of Washington.
131. ZELAZO P.D., MULLER U., FRYE D., MARCOVITCH S. (2003), The development of executive function in early childhood, éd. Willis F. Overton, *Monographs of the society for research in child development*, serial n° 274, vol. 68, n°3.
132. ZESIGER P., ELIEZ S. (2009), *Approche neuropsychologique du trouble déficitaire de l'attention/hyperactivité (TDAH)*, dans : *Traité de neuropsychologie de l'enfant*, Solal, 613-640.
133. ZESIGER P. (2009), *Les troubles de l'attention et des fonctions exécutives*, dans : *Traité de neuropsychologie de l'enfant*, Solal, 331-358.
134. ZIMMERMANN P., GONDAN M., FIMM B., (2002), *KITAP : Tests d'Evaluation de l'Attention*, Version pour enfants, adapté en français par LECLERCQ M., Psychologisches Testsysteme.

## **Annexe 1 :**

Questionnaire de Connors pour les parents

(version 48 items)

**QUESTIONNAIRE DE CONNERS POUR LES PARENTS**

Version à 48 items

DATE.....

NOM ET PRENOM DE L'ENFANT.....AGE.....

Votre nom.....Lien de parenté à l'enfant.....

La période dont il faut tenir compte pour répondre au questionnaire.....

DATE DE NAISSANCE DE L'ENFANT.....

Vous trouverez ci-dessous des indications décrivant des comportements d'enfants ou les problèmes qu'ils ont parfois. Lisez chaque indication attentivement et décidez du degré dont votre enfant a souffert de ce problème pendant la période indiquée ci-dessous : PAS DU TOUT , UN PETIT PEU , BEAUCOUP , ENORMEMENT.

	Pas du tout	Un petit peu	Beaucoup	Enormément
1. Tripote ou ronge certaines choses (ongles, doigts, cheveux, vêtements)				
2. Insolent avec les grandes personnes				
3. A du mal à se faire des amis et à les garder				
4. Excitable, impulsif				
5. Veut tout commander				
6. Suce ou mâchonne (pouce, vêtements, couverture)				
7. Pleure facilement ou souvent				
8. Se sent attaqué, est sur la défensive				
9. Rêvasse				
10. A des difficultés d'apprentissage				
11. Se « tortille », ne tient pas en place				
12. A peur (de nouvelles situations, endroits, et personnes nouvelles, d'aller à l'école)				
13. Agité, a toujours besoin de faire quelque chose				
14. Destructeur				
15. Ment ou raconte des histoires qui ne sont pas vraies				
16. Timide				
17. S'attire plus d'ennuis (se fait plus attraper que les autres enfants de son âge)				
18. Ne parle pas comme les autres enfants de son âge (parle comme un bébé, bégaye, est difficile à comprendre)				
19. nie ses erreurs ou accuse les autres				
20. Querelleur				
21. Fait la moue et boude				

**QUESTIONNAIRE DE CONNERS POUR LES PARENTS**

Version à 48 items

	Pas du tout	Un petit peu	Beaucoup	Enormément
22. Prend des choses qui ne lui appartiennent pas				
23. Est désobéissant ou obéit à contre-cœur				
24. S'inquiète plus que les autres (de la maladie, la mort, la solitude)				
25. Ne termine pas ce qu'il (elle) a commencé				
26. Se sent facilement froissé				
27. Brutalise ou intimide ses camarades				
28. Ne peut pas s'arrêter lors d'une activité répétitive				
29. Cruel				
30. Comportement « bébé » ou immature (demande qu'on l'aide pour quelque chose qu'il peut faire tout seul, est « collant »)				
31. Problème de fixation de l'attention ou distractibilité				
32. Maux de tête				
33. Changement d'humeur rapide				
34. N'obéit pas ou n'aime pas obéir aux règles ou interdits				
35. Se bagarre constamment				
36. Ne s'entend pas avec ses frères ou sœurs				
37. Se décourage facilement lorsqu'un effort est nécessaire				
38. Dérange les autres enfants				
39. Enfant foncièrement malheureux				
40. Problèmes d'alimentation (mauvais appétit, se lève après chaque bouchée)				
41. Maux d'estomac				
42. Problèmes de sommeil ( ne peut s'endormir, se réveille trop tôt, se réveille pendant la nuit)				
43. Autres plaintes physiques et douleurs				
44. Vomissements, nausées				
45. Se sent « lésé » à la maison				
46. Se vante, fanfaronne				
47. Se laisse écraser, manipuler par les autres				
48. Problèmes d'évacuation intestinale (selles molles, va à la selle irrégulièrement, constipation)				

Reproduit grâce à l'amabilité de C. Keith Connors.

## **Annexe 2 :**

Matériel à l'usage du protocole de remédiation  
des fonctions exécutives

### Système de récompense :



« moyen »  
exercice non  
réussi ou  
erreurs > 15%



« bien »  
15%d'erreurs



« très bien »  
10%d'erreurs



« excellent »  
aucune erreur

### **CAS PARTICULIERS :**

- Logique 4 : ≤ 6 essais : excellent  
≤ 8 essais : très bien  
≤10 essais : bien  
>10 essais : moyen

- Rééduc : 1 smiley par niveau réussi (0 oups : excellent ; 1 oups : très bien ; 2 oups : bien ; ≥ 3 oups ou niveau pas terminé : moyen)

- Word et fluence : en fonction des difficultés de l'enfant

### **Rappel :**

Une médaille est remise à l'enfant aux séances n° 3, 6, 9 et 12 s'il a totalisé 8 smileys (de « bien » à « excellent ») au cours des trois séances précédentes. L'acquisition de 4 médailles donne droit à la remise du diplôme de « stratégie et d'attention » à la fin du protocole de remédiation.

## Je m'auto-évalue



Intérêt



Facilité



Humeur



Effort

Séance 1	Moyen	OK	Super
Mon impression			
Impression de l'orthophoniste			

### DIPLOME DE STRATEGIE ET D'ATTENTION

Le diplôme de : \_\_\_\_\_

est décerné à : \_\_\_\_\_

né (e) le \_\_\_\_\_, scolarisé (e) en \_\_\_\_\_.

Fait à \_\_\_\_\_, le \_\_\_\_\_.

Signature :



FÉLICITATIONS !!!!!



## **Annexe 3 :**

Tâche de traitement séquentiel de phrases et  
de texte

4<sup>ème</sup> et 5<sup>ème</sup> séances



## TRAITEMENT SEQUENTIEL ( sur WORD) :

Utiliser les flèches directionnelles pour se déplacer et la barre espace pour rétablir les espaces entre les mots

### Sépare les mots dans les phrases suivantes :

- 1) Lesfourmissedépêchentetfontuntravailénormepourapportercesmiettesdanslafourmilière.
- 2) Aujourd'hui pour lapremièrefoiselle vaprendreletrainàgrandevitesse.
- 3) Chaquematinelle aimeboireuncafébienchaudetellefaitgrillerdestartinesdepain.
- 4) Cesplantesviventau moins troisou quatreannéesquandellesontbienentretenues.
- 5) Levieuxvélodema grand-mèreestbienrouillémaisilrouleencore.
- 6) Cematinj' aivudesoiseauxmigrateurspassertrèshautdansleciel.
- 7) Lesparentsde monamicherchentunappartementcarilsveulentdéménager.
- 8) Mamanditquec'estdangereuxdes'aventurerseuldanslaruelanuit.

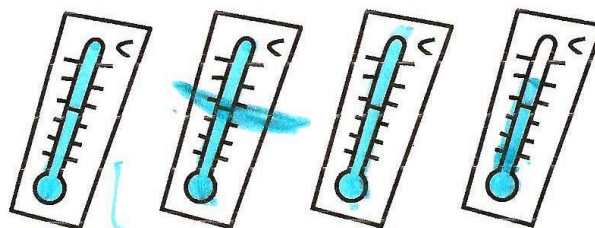
### Sépare les mots dans le texte suivant et ajoute un point entre les phrases lorsque c'est nécessaire.

Chèrecousine,Jet' envoieuncolispourtonanniversaireJ' espèrevraimentquececadeautefera plaisirQuandj' aivucebijoudorédanslaboutiquej' aipenséàtoicommetuportesdeslunettesdela mêmecouleurPendantlesvacancesd' étéjeviendraitevoiràParis,alorsàbientôt!Jet' embrassetrès fort!Marc.

## **Annexe 4 :**

Exemples de feuilles de suivi de séance

## Je m'auto-évalue



Intérêt      Facilité      Humeur      Effort

Séance 11	Moyen	OK	Super
Mon impression		X	
Impression de l'orthophoniste		X	

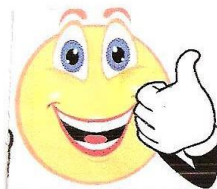
Exercices utilisés :

• Stratégies

niveau ② réussi

veut faire le niveau ③ => essais.

++  
peut raisonner à Vx haute.  
bp @ impulsif



• Nasteemind

• d'impulsivité  
élabore une stratégie  
tient compte des indices  
(me demande une feuille pour écrire tous les possibles  
pour chaque position.

\* 4 coups.

\* 8 coups





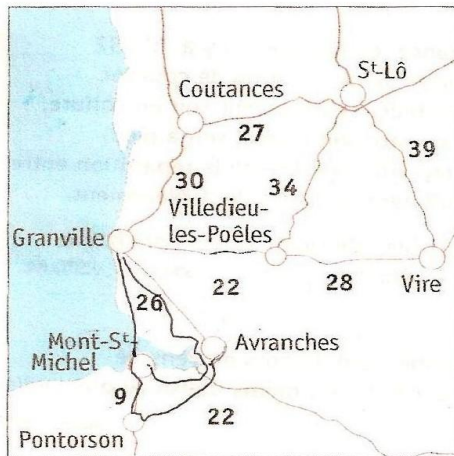
## **Annexe 5 :**

Tâches scolaires de repérage sur une carte et  
sur un graphique (Hatier, Maths CE2, 2008),

13<sup>ème</sup> séance

## Se repérer sur une carte

- 1**
- a Quelle est la distance (en km) :  
de Saint-Lô à Vire ? *39 km*
  - b de Saint-Lô à Villedieu-les-Poêles ?  
*34 km*
  - c de Saint-Lô à Coutances ?  
*27 km*
  - d Calcule la distance de Granville au  
Mont-Saint-Michel. *57 km*
  - e Par quelles villes faut-il passer ?  
*Avranches et Pontorson*

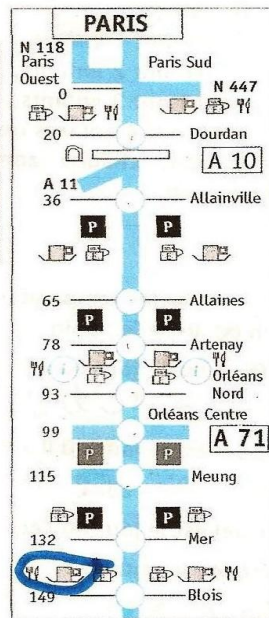
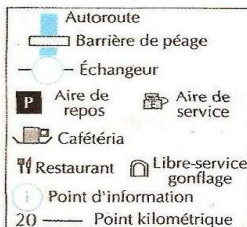


$$\begin{array}{r} \textcircled{1} \\ + 25 \\ + 22 \\ + 29 \\ \hline 57 \end{array}$$

- 2** Utilise ce schéma de l'autoroute A10 pour répondre aux questions.

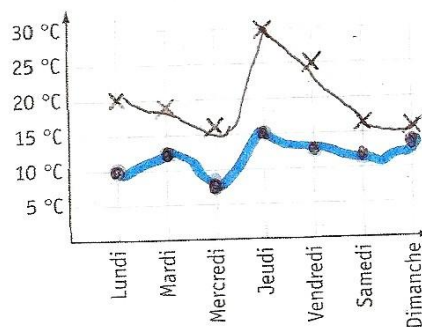
$$\begin{array}{r} 149 \\ - 99 \\ \hline 50 \end{array}$$

- a Combien y a-t-il d'échangeurs entre Paris et Blois ?  
*Il y a 9 échangeurs*
- b Si on prend l'autoroute à Orléans jusqu'à Blois, pourra-t-on s'arrêter au restaurant ?  
*Non oui*
- c Entre quels échangeurs trouve-t-on un point d'information ?  
*Entre artenay et orléans nord*
- d Quelle est la distance Paris-Blois ?  
*Il y a 149 km*
- e Quelle est la distance Orléans Centre-Blois ?  
*50 km*



- 3** On a relevé les températures pendant une semaine, le matin à 8 h (●), le soir à 19 h (x). Relie les points entre eux et les croix entre elles.

- a Quel est le jour où il a fait le plus chaud le soir ? *30°C le jeudi*
- b Quel est le jour où il a fait le plus froid le matin ? *5°C de mercredi*
- c Quel est le jour où l'écart de température a été le plus grand ?  
*le jeudi*



## **Annexe 6 :**

Présentation du protocole à l'attention des parents. Coupon de consentement parental.

Madame, Monsieur,

Dans le cadre d'un mémoire d'orthophonie, nous tenons à réaliser cette année l'évaluation d'un protocole de rééducation des fonctions attentionnelles et exécutives chez des enfants TDA/H.

Pour mener à un bien cette étude, nous aurons recours à des outils informatiques. En effet, il a été démontré que les manifestations cliniques des sujets présentant un TDA/H (inattention, hyperactivité et impulsivité) peuvent être atténuées lorsqu'ils se trouvent en situation duelle, nouvelle et intéressante.

C'est pourquoi le programme de rééducation est constitué d'une série de jeux attrayants répartis en plusieurs modules de difficulté progressive. Ces exercices, en apparence ludiques, sont issus de logiciels informatisés professionnels (GERIP, réseau Psychotech) et visent à inciter l'enfant à mieux gérer ses ressources attentionnelles, à planifier une tâche, à inhiber des automatismes ou des réponses non pertinentes, à s'adapter aux changements de règle, ou encore à mettre en œuvre des stratégies pour résoudre des problèmes.

L'équipe pluridisciplinaire de l'hôpital Charles Perrens pense que votre enfant pourrait bénéficier de ce programme de rééducation. Nous vous proposons donc d'inclure votre enfant dans ce travail de recherche qui se déroulera au Centre de Consultations Spécialisées, au sein de l'hôpital Charles Perrens du mois de janvier au mois de juin 2010. Naturellement, la prise en charge des fonctions attentionnelles et exécutives de votre enfant suppose qu'il/elle soit présent(e) à toutes les séances. 13 séances individuelles de 25 minutes sont donc à prévoir à raison de deux fois par semaine.

Vous êtes libre de refuser que votre enfant participe à cette recherche. Toutefois, si vous acceptez, sachez que les données concernant votre enfant resteront anonymes. Nous restons à tout moment à votre disposition pour vous tenir informés du déroulement des séances, des domaines travaillés plus spécifiquement, des résultats obtenus...

Mme ETCHEGOYHEN Kattalin, orthophoniste  
Mlle MINARY Kelly, stagiaire orthophoniste.

-----

Je soussigné(e) Mr / Mme ..... père / mère de  
.....  
....., autorise mon enfant à participer au travail de recherche décrit ci-  
contre.

Fait le.....à.....

Signature :